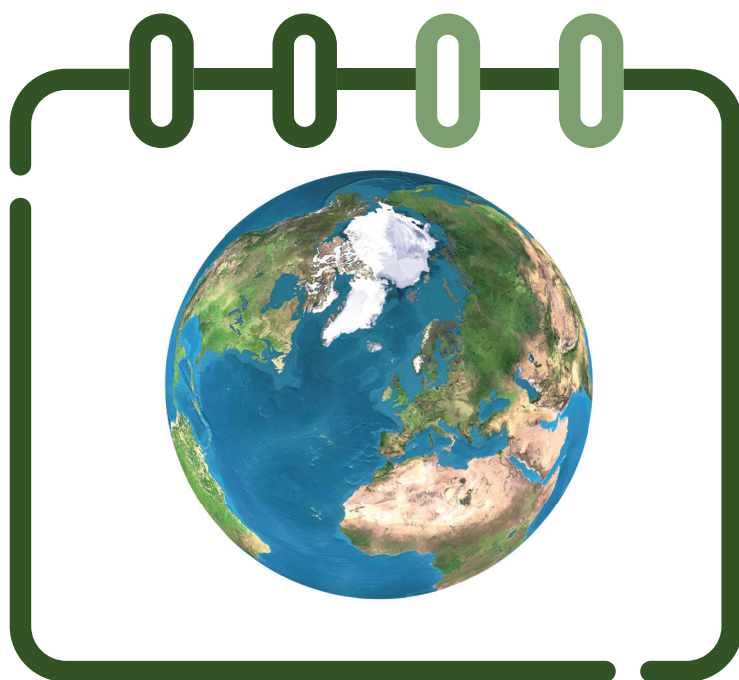


Resultatplan 2020–2023

& Arbejdsprogram 2021



Klima-, Energi- og
Forsyningsministeriet



GEUS

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

Resultatplan 2020–2023 & Arbejdsprogram 2021

Redaktion: Lisbeth Flindt Jørgensen

Omslag: Annabeth Andersen

Særudgivelse

Udkommer kun elektronisk

December 2020

ISSN 1902-8563

ISBN 978-87-7871-540-1

Resultatplan 2020–2023 & Arbejdsprogram 2020 har været forelagt GEUS' bestyrelse den 10. december 2020.

© De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)

Øster Voldgade 10, 1350 København K

Telefon: 3814 2000

E-post: geus@geus.dk

<http://www.geus.dk>

Indhold

Overordnede rammer og forudsætninger.....	1
GEUS' formål og opgaver.....	1
Geocenter Danmark samarbejdet	2
Programområder og strategiske temaer	2
Resultatplan 2020–2023 og Arbejdsprogram 2021.....	3
Strategiske temaer og tilhørende mål samt langsigtede perspektiver og aktiviteter i 2021	4
Vores viden skaber værdi for samfundet	5
Klimaforandringer og -tilpasning.....	9
Naturen vi lever i	16
Vores vand	22
Grøn omstilling	27
Mineralske råstoffer til vækst	33
Værdiskabende data.....	37
Fremtidens GEUS.....	42
Kampagner i 2021.....	47
Kvantitative indikatorer	48
Forkortelser	49

Overordnede rammer og forudsætninger

GEUS' formål og opgaver

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) er en uafhængig forskningsinstitution under Klima, Energi- og Forsyningsministeriet (KEFM). GEUS har egen bestyrelse og status som statsvirksomhed.

GEUS' formål og opgaver er fastsat i *Lov nr. 536 af 6. juni 2007 om De nationale geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland*. Loven er yderligere uddybet i *Bekendtgørelse nr. 105 af 20. januar 2009 om Vedtægt om De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland*.

GEUS ledes af en bestyrelse og en administrerende direktør. Bestyrelsen varetager den overordnede ledelse af GEUS og fastsætter de generelle retningslinjer for GEUS' organisation, langsigtede virksomhed og udvikling. Bestyrelsen godkender budget og indgår Resultatplan med Klima-, Energi- og Forsyningsministeren. Bestyrelsens sikrer, at såvel forskningen som GEUS' øvrige opgaveløsning sker i et langsigtet og samfundsrelevant perspektiv, og at opgaverne løses på et højt fagligt niveau. Desuden sikrer bestyrelsen, at GEUS drives som en selvstændig forskningsinstitution, der arbejder uafhængigt af økonomiske og politiske særinteresser. Bestyrelsens og direktionens opgaver er fastlagt i en vedtægt. Direktøren varetager i samarbejde med to vicedirektører den daglige ledelse af GEUS, herunder personaleledelse, og repræsenterer institutionen udadtil.

GEUS er ansvarlig for den videnskabelige udforskning af de geologiske forhold i Danmark og Grønland med tilhørende sokkelområder. GEUS skal drive forskning indtil højeste internationale niveau om forhold, som er af betydning for udnyttelsen og beskyttelsen af Danmarks og Grønlands geologiske naturværdier. GEUS skal desuden foretage kortlægning, overvågning, dataindsamling, dataforvaltning og formidling om de nævnte forhold. GEUS udfører sin forskning uafhængigt af Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, og skal værne om videnskabsetikken.

GEUS yder geologisk rådgivning til offentlige myndigheder i natur-, miljø-, klima-, energi- og råstofmæssige spørgsmål og deltager i udførelsen af myndighedsopgaver inden for disse områder. GEUS er nationalt geologisk datacenter og stiller i denne egenskab data og viden til rådighed for myndigheder, uddannelsesinstitutioner, offentlige institutioner, private virksomheder og befolkningen.

Inden for sine kerneområder, og på områder hvor GEUS har særlig ekspertise, bidrager institutionen til bachelor-, kandidat- og ph.d.-uddannelserne på universiteterne.

En række af GEUS' opgaver er fastlagt i anden lovgivning med tilhørende bekendtgørelser: Undergrundsloven, Vandforsyningsloven, Miljømålsloven, Råstofloven, Grønlands Selvstyrelov og Inatsisartutlov om mineralske råstoffer og aktiviteter af betydning herfor (Råstofloven for Grønland).

GEUS' opgaver i forbindelse med Grønland er overordnet fastlagt i Selvstyreloven og Råstofloven for Grønland. I Selvstyrelovens bemærkninger er afgrænsningen af GEUS' opgaver jævnfør denne lov beskrevet. I medfør af de to love er der indgået en aftale om GEUS' rådgivning af Naalakkersuisut i råstofspørgsmål mellem Klima-, Energi- og Forsyningsministeren og henholdsvis Naalakkersuisoq for Finanser og Råstoffer samt Naalakkersuisoq for Erhverv, Energi, Forskning og Arbejdsmarked i Grønland. Disse aftaler bliver snarest yderligere specificeret i samarbejdsaftaler mellem Naalakkersuisut og GEUS om rådgivning og anden opgavevaretagelse.

GEUS' opgaver på Færøerne løses efter aftale med GEUS' kollegainstitution Jarðfeingi i Tórshavn inden for rammerne af en samarbejdsaftale med virkning fra 1. januar 2000.

GEUS kan mod betaling påtage sig løsning af forsknings-, overvågnings- og rådgivningsopgaver for offentlige og private rekvirenter, ligesom GEUS kan deltage i nationale og internationale forskningsprogrammer og modtage midler fra forskningsfonde.

Det er GEUS' opgave at sikre, at samfundet, virksomheder og borgere har adgang til pålidelige og kvalitets-sikrede geovidenskabelige data samt geologiske kort over Danmark og Grønland. GEUS indgår i overvågningsopgaver for det offentlige, bl.a. overvågning af grundvandet i samarbejde med Miljøstyrelsen. Derudover driver GEUS overvågningsprogrammerne PROMICE og *Greenland Climate Network (GC-net)* som sikrer kontinuert indsamling af unikke data til brug for kvantificering af massetabet fra Grønlands indlandsis og forståelse af klimaforandringer såvel som for afsmeltning og pålejring af sne på den indre del af indlandsisen

Desuden er det GEUS' opgave at skabe ny relevant geofaglig viden på internationalt videnskabeligt niveau samt at hjemtage forskningsresultater fra udlandet. GEUS skal formidle sin samlede viden gennem international publicering af forskningsresultater og generel information til offentligheden.

Geocenter Danmark samarbejdet

GEUS indgår i Geocenter Danmark samarbejdet sammen med de geovidenskabelige enheder ved Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning ved Københavns Universitet, Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Geologisk Museum (en del af Statens Naturhistoriske Museum) ved Københavns Universitet.

Programområder og strategiske temaer

GEUS' faglige arbejde er overordnet set organiseret i fem programområder, der primært anvendes i styringen af forskningsindsatsen samt i forbindelse med GEUS' Finanslovsbevilling. De fem programområder er:

- Data
- Vandressourcer
- Energiressourcer
- Mineralske råstoffer
- Natur og klima

I de følgende kapitler er GEUS' langsigtede perspektiver for perioden 2020–2023 (Resultatplan 2020–2023) og aktiviteter i 2021 (Arbejdsprogram 2021) beskrevet med udgangspunkt i strategiske temaer og tilhørende mål defineret i GEUS' Strategi 2020–2023. De strategiske temaer går på tværs af de fem programområder.

Resultatplan 2020–2023 og Arbejdsprogram 2021

GEUS' Resultatplan 2020–2023 og Arbejdsprogram 2021 tager udgangspunkt i GEUS' Strategi 2020–2023. Strategien har et firårigt sigte og indeholder mellem- og langsigtede strategiske mål for institutionens kerneopgaver og administration på et generelt niveau, dog således, at bestyrelsen årligt kan overveje strategiens indhold set i lyset af samfundets udvikling og nyopståede temaer. Strategien er vedtaget af GEUS bestyrelse i december 2019.

Strategien er bygget over otte strategiske temaer, der tager udgangspunkt i GEUS' opgaver. Ud over disse otte temaer, indgår begrebet 'kampagner' i strategien. Kampagner igangsættes løbende og løber over en kortere periode, typisk et år, og udføres på tværs af organisationen.



Resultatplan 2020–2023 beskriver, hvorledes de strategiske mål opfyldes, mens Arbejdsprogram 2021 indeholder de faglige aktiviteter, der i 2021 bidrager til opfyldelsen af de strategiske mål. Af hensyn til overskueligheden er det valgt at samle Resultatplan og Arbejdsprogram til ét dokument, så Resultatplanen kan opdateres efter behov ved udarbejdelse af et nyt Arbejdsprogram.

Strategiske temaer og tilhørende mål samt langsigtede perspektiver og aktiviteter i 2021

I det følgende er de enkelte strategiske mål gennemgået temavis med beskrivelse af tilhørende langsigtet perspektiv (2020–2023 eller længere) samt af relaterede aktiviteter i 2021.

Sidst er kampagner kort beskrevet, og endelig er der opstillet enkelte kvalitative indikatorer for GEUS' langsigtede videnopbygning og forskeruddannelse.

Vores viden skaber værdi for samfundet

Temaet indeholder tre strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- Vi vil styrke GEUS' synlighed og videndeling med myndigheder og virksomheder, så vi opnår størst mulig samfundsnytte og bidrager til løsning af globale udfordringer.
- Vi vil bidrage offensivt med faglighed og fakta til samfundsdebat og -udvikling for at sikre det bedst mulige grundlag for beslutninger og offentlighedens indsigt.
- Vi vil øge den videnskabelige publikationsrate og -kvalitet til gavn for fagfeltet, så GEUS fortsat er en attraktiv samarbejdspartner.

Strategisk mål:

Vi vil styrke GEUS' synlighed og videndeling med myndigheder og virksomheder, så vi opnår størst mulig samfundsnytte og bidrager til løsning af globale udfordringer.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi sikre, at GEUS' viden og data i endnu højere grad kommer i spil, hvor det giver samfundet værdi og kan bidrage til løsning af udfordringer. Kendskabet til og tilgængeligheden af viden og data skal løbende forbedres, så det fulde potentiale kommer både virksomheder, myndigheder og borgere til gode. Dette vil vi bl.a. opnå ved at forbedre præsentationen og tilgængeligheden af vores viden og data på vores online platforme ved fx at udvikle en online publikationsdatabase, hvor alle GEUS' udgivelser bliver tilgængelige – både rapporter og videnskabelige artikler. Herudover præsenteres alle medarbejdere med CV, ekspertiseområder og publikationer, så det bliver nemt at finde samarbejdspartnere og eksperter for eksterne.

GEUS' og medarbejdernes brug af sociale medier, særligt Twitter og LinkedIn, styrkes med synlighed, faglige netværk og videndeling for øje. Det vil være en prioritet at formidle resultater fra fx rapporter til relevante fagfolk på en mere synlig og lettere tilgængelig måde bl.a. via fagmedier. Der vil desuden blive inviteret indenfor ved GEUS til nye faglige arrangementer, hvor GEUS' eksperter deler ud af vores viden, og hvor der er mulighed for at etablere nye samarbejder.

Generelt skal udviklingen af GEUS' organisation rettes mod i højere grad at prioritere synlighed og videndeling, bl.a. ved hjælp af incitament og støtte fra Afdelingen for Presse og Kommunikation samt ledelsen.

Aktiviteter i 2021:

- Opdatering af siderne om GEUS' arbejde på geus.dk og sikring af, at de er målrettet interessenterne.
- (Re)lancering af mindst tre projekthjemmesider, så de er nutidige.
- Implementering af publikationsdatabase på geus.dk, så GEUS' rapporter og videnskabelige publikationer er let tilgængelig digitalt til gavn for øget videndeling samt markedsføring af databasen internt og eksternt.

Strategisk mål:

Vi vil bidrage offensivt med faglighed og fakta til samfundsdebat og -udvikling for at sikre det bedst mulige grundlag for beslutninger og offentlighedens indsigt.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi opdatere GEUS' kommunikationsstrategi hvert andet år og implementere nye tiltag løbende. Der vil desuden blive identificeret konkrete geofaglige aktuelle emner, hvor en strategisk kommunikationsindsats kan gøre nytte, og der blive gennemført kommunikationskampagner med de relevante analyser, planer og initiativer. GEUS vil desuden stå til rådighed for journalister og andre, der efterspørger vores viden, samt selv spille ind i forbindelse med relevante og aktuelle emner, hvor vi kan bidrage med fakta og faglighed – både via medierne og direkte kontakt til beslutningstagere og interessenter.

Vi vil profilere vores eksperter og nytteværdi, være aktive på sociale medier, udsende nyheder og nyhedsbreve samt skrive kronikker og faglige artikler.

GEUS' bidrag til borgernes viden om og værdsættelse af vores geologiske verden sker bl.a. gennem tidsskriftet Geoviden, og vi vil arbejde for, at dette bliver brugt som supplement i undervisningen i gymnasierne, hvor det også hjælper med rekruttering til faget. Herudover vil vi have særligt fokus på formidling og dialog i Grønland, hvor GEUS' kontor i Nuuk skal sikres synlighed i medierne og via arrangementer som kulturnat. Højeste prioritet er, at GEUS fortsat ses som en troværdig, uafhængig og fagligt velfunderet kilde til viden om geologiens betydning i Danmark, Grønland og Arktis.

Aktiviteter i 2021:

- Minimum to eksterne kommunikationskampagner, hvor målene udvælges i samarbejde med de geofaglige afdelinger, og hvor der analyseres, planlægges og udføres en række initiativer for at opnå målene.
- Øget brug af givende illustrationer i forbindelse med formidling af faglig viden og nyheder til borgere og interessenter.
- Gennemførelse af en intern kampagne med det mål, at kollegerne er bedre klædt på til formidling til omverdenen og kender bedre til mulighederne for samarbejde med Afdelingen for Presse og Kommunikation og i højere grad benytter disse.
- Udgivelse af tre udgaver af Geoviden, videreudvikling af onlineuniverset med yderligere indhold, gennemførelse af brugerundersøgelse samt gennemførelse af markedsføringsinitiativer målrettet gymnasieundervisning.

Strategisk mål: <i>Vi vil øge den videnskabelige publikationsrate og -kvalitet til gavn for fagfeltet, så GEUS fortsat er en attraktiv samarbejdspartner.</i>
Perspektiv: For at nå målet vil vi implementere GEUS' professorplan og publikationsstrategi med fokus på at øge antallet af publikationer pr. medarbejder og citationer, især i <i>high-impact</i> tidsskrifter, med sigte på at opretholde og øge vores forskningshøjde. Dette gøres gennem systematiske tiltag med forskningsambassadører, løbende publiceringsplaner, allokering af midler til publikationspulje og skrivekurser. GEUS vil desuden udvikle egne publikationsserier, så publicering af monografier, korte og lange artikler, kort og bagvedliggende data kan fortsætte tidssvarende. Det sikres, at GEUS Bulletin lever op til de tekniske og formelle krav til videnskabelige tidsskrifter, processer og formater, og der gennemføres en systematisk indsats for at øge mængden af bidrag.
Aktiviteter i 2021: • GEUS Bulletin publicerer minimum 25 videnskabelige artikler, implementerer <i>article level metrics</i>, bliver medlem af <i>Committee on Publication Ethics (COPE)</i> og <i>Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA)</i> samt opgør og evaluerer citationer, læsertal, forfattere, processer mm. • Udgivelse af digitale geologiske kort og beskrivelser med tilhørende <i>supplementary data</i>.

Øvrige aktiviteter:

Etablering af et fysisk *makerspace* (kreativt værksted), hvor der på tværs af GEUS kan arbejdes og udvikles med nye teknologier som *Virtual Reality* og *Augmented Reality* (kombination af data og *Virtual Reality*) samt 3D-printere og 3D-scannere. Desuden vil der blive etableret et 3D-værktøj til visualisering af kortlægningsområder i fotogeologilaboratoriet.

Gennemførelse af initiativer på IntraGEUS for at øge brugervenligheden, mængden af værdiskabende indhold og brugen.

Inkorporering af den grafiske koncernbistand og optimering af processerne omkring.

Klimaforandringer og -tilpasning

Temaet indeholder fem strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- Vi vil øge forståelsen af klimaforandringer i Arktis gennem engagement i langsigtede monitoringsprojekter med brug af de nyeste teknikker.
- Vi vil forske i de processer, der styrer afsmeltningen fra Grønlands Indlandsis og gletsjere, udbredelsen af havis, ændringer af havstrømme samt optøning af permafrost for at reducere usikkerheden på forudsigelse af effekter af klimaændringer.
- Vi vil øge forståelsen af og rådgive om effekterne af fremtidens klimaændringer ved anvendelse af vores viden om det forhistoriske klima.
- Vi vil bidrage til internationale klimavurderinger fra internationale instanser som IPCC.
- Vi vil videreudvikle modelværktøjer, så disse med højere opløsning og større sikkerhed kan producere estimater for hele det hydrologiske system under et fremtidigt klima.

Strategisk mål:

Vi vil øge forståelsen af klimaforandringer i Arktis gennem engagement i langsigtede monitoringsprojekter med brug af de nyeste teknikker.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi videreudvikle og søge at øge GEUS monitoringsindsats i Arktis. Helt centralt er Program for Overvågning af Grønlands indlandsis (PROMICE). I forbindelse med overvågningen indsamles en stor mængde data fra automatiske stationer på isen samt satellitdata til bestemmelse af massetabet fra Grønlands indlandsis. Lokale gletsjere overvåges i *GlacioBasis*-programmet under *Greenland Ecosystem Monitoring* (GEM) programmet. Derudover blev der i 2017 igangsat klimaovervågning ved Camp Century. 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 kan anvendes direkte som indikatorer for klimaændringerne, som grundlag for studier til forståelse af de processer, som driver dem, til validering af satellitobservationer, og til validering af og input til regionale og globale klimamodeller.

Vi vil arbejde for, at data fra monitoringsindsatsen anvendes til at levere forskningsbaseret rådgivning til myndigheder og andre interessenter via en aktiv indsats for at skabe nye rådgivningsprojekter.

Aktiviteter i 2021:

- Drift af PROMICE, herunder drift og kvalitetssikring af klimastationer samt opdatering af massetabsprodukter, ishastighedskort og isudbredelseskort.
- Drift af *Greenland Climate Network* (GC-net) som GEUS har overtaget fra USA og samarbejde med amerikanske og schweiziske forskningsinstitutioner i den forbindelse.
- Fortsat klimaovervågning ved Camp Century, herunder drift og kvalitetssikring af *in situ*-målinger.
- Overvågning af lokale gletsjere i regi af GEM, herunder årlig *GlacioBasis*-massebalance og servicering af klimastationer på AP Olsen-iskappe (Zackenberg) samt fortsat overvågning af Chamberlain-gletsjer (Disko).
- Målinger og modellering af permafrost i Vaigat-området, herunder indhentning af data, kalibrering af klima-og permafrostmodel, genberegning af model samt servicering af feltinstrumenter.
- Ledelse og deltagelse i projekter for ESA og EU-Copernicus vedrørende nye sne- og albedo-produkter for Arktis samt ledelse eller deltagelse i mindst to nye ansøgninger til ESA eller EU vedrørende udnyttelse af satellitdata.
- Integration af isovervågning i europæisk sammenhæng gennem fortsat deltagelse i EU-projektet INTAROS (*Pan-Arctic Observation System*).

Strategisk mål:

Vi vil forske i de processer, der styrer afsmeltningen fra Grønlands Indlandsis og gletsjere, udbredelsen af havis, ændringer af havstrømme samt optøning af permafrost for at reducere usikkerheden på forudsigelse af effekter af klimaændringer.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi udføre forskningsprojekter vedrørende processerne bag de observerede klimaforandringer. Procesforståelse og observationer er nøglen til forbedret modellering og dermed til reduceret usikkerhed på forudsigelser af klimaforandringer og deres effekter. Vi vil arbejde på at tiltrække nye forskningsprojekter og i videst muligt omfang søge at udnytte vores eksisterende monitoringsaktiviteter som en omkostningseffektiv platform for indsamling af data. Et vigtigt bidrag til forskningen kommer i form af ph.d.- og postdoc-projekter, og vi vil yde en aktiv indsats for at tiltrække og vejlede disse.

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

Aktiviteter i 2021:

- Studier af havis og primærproduktion i Arktis.
- Studier af processer involveret i havstrømsforandringer, samt afstrømning og produktion af isbjerge fra Grønlands Indlandsis.
- Studier af østgrønlandske istungers udbredelse og stabilitet i Holocæn.
- Studier af Jakobshavn Isbræs reaktion på klimaforandringer, bl.a. feltarbejde og isflydemodellering af udviklingen af Indlandsisen.
- Målinger af Indlandsisens temperatur, bl.a. gennem anvendelse af nyt prototype-isbor til boring af temperatursensorer ned til 500 m's dybde.
- Deltagelse i eller ledelse af udarbejdelse af mindst fem nye forskningsfondsansøgninger.
- Ledelse af forskningstogt til Nordvestgrønland.

Strategisk mål:

Vi vil øge forståelsen af og rådgive om effekterne af fremtidens klimaændringer ved anvendelse af vores viden om det forhistoriske klima.

Perspektiv:

For at nå målet er det af stor vigtighed at have kendskab til de naturlige variationer i klimasystemet over årtier, århundreder og årtusinder. Dette opnås ved at rekonstruere ændringer i klima-, miljø- og natursystemer ud fra analyser af sedimentkerner. GEUS' indsats vil især fokusere på længerevarende ændringer i havstrømme, hav- og gletsjeris samt primærproduktion omkring Grønland. Disse ændringer har stor betydning for de marine økosystemer, havets CO₂-pumpe og havniveaustigninger.

Desuden vil vi arbejde på national og international plan med at udrede den palæoklimatiske og kryologiske udvikling i og omkring Grønland over en kvartær-cenozoisk tidsskala, dvs. de sidste 20–30 millioner år. På basis af resultater fra igangværende projekter vil der blive udviklet en eller flere ansøgninger, der sigter hen imod et forskningsprogram.

Aktiviteter i 2021:

- Analyser af marine sedimentkerner for rekonstruktion af nordøstgrønlandsk polynya-dynamik i Holocæn-epoken.
- Rekonstruktion og forudsigelse af afstrømning og massetab for Sydvest- og Nordøstgrønland.
- Gennemførelse af pilotstudium, hvor informationer fra geologiske og geofysiske observationer inddrages i en glaciologisk model.
- Rekonstruktion af variationer i tilstrømningen af atlantisk vand mod Grønland gennem Holocæn.
- Igangsættelse af projekt om effekterne af klimaforandringer i Holocæn-epoken i det arktiske marine økosystem, bl.a. ved brug af DNA fra organisk materiale i sedimentkerner.
- Gennemførelse af projekt til etablering af et nyt DNA-baseret proxy for havis.
- Rekonstruktion af marine klimasvingninger, bundstrømsforhold og kobling til iskappe-dynamik ud fra senkvartære aflejringer fra den nordøstlige del af Baffin Bugt.
- Belysning af Grønlands glaciale og palæoklimatiske historie gennem de sidste 10–15 millioner år på basis af eksisterende industrikerner og brønde, samt ved aktiv deltagelse i internationale togt-programmer, herunder *International Ocean Discovery Program (IODP)*.
- Bidrag til forståelse af, hvordan havstrømme og klimasvingninger påvirker marine økosystemer omkring Island gennem deltagelse i et tværfagligt, dansk-islandsk forskningscenter.

Strategisk mål:

Vi vil bidrage til internationale klimavurderinger fra internationale instanser som IPCC.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi bedrive klimaforskning på højt internationalt niveau og publicere resultaterne i videnskabelige artikler. Vi vil søge at udbrede kendskabet til vores forskningsresultater så bredt som muligt ved brug både af pressen og sociale medier. Vi vil indgå i netværk og bidrage til udarbejdelse af klimavurderinger samt fagfællebedømmelse af disse. Desuden vil vi levere lettilgængelige, kvalitets-sikrede og opdaterede dataprodukter fra GEUS' overvågningsindsats, som forskere i ind- og udland kan anvende i deres arbejde med at forstå og formidle klimaforandringerne og effekter heraf.

Aktiviteter i 2021:

- Deltagelse i arbejdet med IPCC's *Sixth Assessment Report*.
- Bidrag til den tematiske rapport: '*Trends, effects, and societal implications of Arctic climate change*', der udarbejdes under *Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP)*.
- Bidrag til *Arctic Report Card*, der udarbejdes under *National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA's Arctic Program*.
- Deltagelse i øvrige netværk som fx *CryoNet* under *World Meteorological Organisation*, *AMAP Climate Expert Group* samt *Scientific Steering Group for Climate and Cryosphere (CliC)* under *World Climate Research Programme (WCRP)*.
- Opdatering af PROMICE webside med de nyeste dataprodukter, så disse gøres frit tilgængelige.

Strategisk mål:

Vi vil videreudvikle modelværktøjer, så disse med højere opløsning og større sikkerhed kan producere estimater for hele det hydrologiske system under et fremtidigt klima.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi opbygge mere viden om specielt de terrænnære hydrologiske forhold, hvor klimaændringer og menneskelig indgriben viser sig hurtigt i det hydrologiske system og skaber samfunds-mæssige udfordringer. Vi vil have fokus på problemstillingerne i både byer og landområder, hvor viden og forudsigelser om bl.a. højtstående terrænnært grundvand, høj vandstand i vandløb, oversvømmelser og tørkerisiko samt prognoser heraf er efterspurgt. Vi vil indsamle, søge at få adgang til og analysere data på nye måder, så de kan give os større indsigt i det integrerede hydrologiske kredsløb og øge kvaliteten af modelværktøjer. Derudover vil vi udvikle nye metoder, bl.a. via *machine learning*, til at udnytte data for at videreudvikle modellerne, så de kan give resultater med en højere opløsning.

Vi vil søge at etablere nye forskningsprojekter, der giver mulighed for videreudvikling af modellerne både i forhold til en bedre beskrivelse af og prognoser for hele det hydrologiske system under et fremtidigt klima på landsplan og i procesforståelsen på delområder i byer og på landet. Et eksempel kan være opbygning af modelbeskrivelse og prognoser for koblede hydrologiske hændelser som kraftig regn ved høj grund- og vandstand. Et andet er videreudvikling af modeller som hjælpeværktøj i beslutninger om klimatilpasning, hvor forskellige løsninger og klimascenarier er i spil, eksempelvis i forbindelse med jordfordeling, hvor områder udfordret af højtstående grundvand skal identificeres.

Aktiviteter i 2021:

- Udvikling af forbedret metodetilgang til belysning af lokale effekter af klimaændringer samt alternative klimatilpasningsstrategier ved detailmodellering.
- Videreudvikling af hydrologiske modeller i høj opløsning med fokus på kystnære problemstillinger og havniveaustigning.
- Anvendelse af uafhængige metoder samt modeller for at øge forståelsen af, hvordan terrænnært grundvand dannes og interagerer med dybt grundvand, åer, søer og nedbør.
- Bidrag til virkemiddelkatalog for byområder med terrænnært grundvand gennem test af mulige virkemidler i hydrologisk model-setup og deres effekt i forhold til at sænke grundvandsstanden.
- Opstilling af modeller for oplandet til Grenåen for at beskrive effekten af forskellige klimatilpasningstiltag og optimering af disse samt danne grundlag for *cost benefit*-analyser.
- Samarbejde med europæiske partnere om analyse af variationer i klimaændringers effekt i forskellige dele af Europa.
- Bidrag til bedre forståelse af brugen af lange klimatidsserier og klimaeffekter på nationalt plan.
- Videreudvikling af modelkalibreringsmetoder som fokuserer på satellitbaserede fordampningsdata for at kunne udarbejde robuste historiske og fremtidige hydrologiske analyser.
- Udvikling af integrerede hydrologiske modeller i stor skala med henblik på kombinerede scenarie-analyser af ændringer i klima og arealanvendelse i Ghana.

Øvrige aktiviteter:

Bidrage til udvikling af bæredygtig grundvandsbaseret vandforvaltning i Sydafrika, baseret på bl.a. hydrologisk modellering og interessentinvolvering.

Deltagelse i *Working Group on Arctic cryosphere changes and coastal marine ecosystems* (PAGES ACME).

Deltagelse i *International Arctic Science Committee Network of Arctic Glaciology* (IASC NAG).

Deltagelse i Ilulissat Isfjordscenter *Advisory Board*.

Naturen vi lever i

Temaet indeholder fire strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- Vi vil styrke GEUS' forskning i sammenhænge mellem geosystemer og biologiske kredsløb, biotoper og habitater samt bio- og geodiversitet i det marine miljø, bl.a. med henblik på kvantificering af miljømålene i Danmarks Havstrategi II.
- Vi vil udbygge vores kompetencer og metodikker inden for fagområder såsom fjeldskred, kysterosion og lignende for at kunne bidrage med rådgivning og viden om geologisk betingende naturkatastrofer.
- Vi vil videreudvikle GEUS' faglige viden om interaktionen mellem grundvand og naturtyper samt økosystemer, i forhold til såvel kvantitet som kvalitet af grundvandet.
- Vi vil bidrage til en bedre forståelse af de effekter som påvirker biosfæren igennem udforskning af Jordens og livets forhistorie.

Strategisk mål:

Vi vil styrke GEUS' forskning i sammenhænge mellem geosystemer og biologiske kredsløb, biotoper og habitater samt bio- og geodiversitet i det marine miljø, bl.a. med henblik på kvantificering af miljømålene i Danmarks Havstrategi II.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi udvikle en multifunktionel havbundsmodel, som skal skabe grundlag for forbedret anvendelse af eksisterende og fremtidige indsamlede havbundsdata til bæredygtig udnyttelse af havbunden. Derfor vil vi forfølge en fulddækkende og detaljeret 4D-havbundskortlægning og -modellering, hvilket muliggør en kvantitativ kortlægning og modellering af havbundens diversitet og dynamik ift. geologi, morfologi, substrater og habitater på forskellige skala-niveauer. Dette er i løbet af en firårig periode realiserbart for pilotområder i Danmark, og i Grønland i samarbejde med Grønlands Naturinstitut

Vi vil bidrage til Danmarks Havstrategi II ved at udvikle og udvide indikatorer vedrørende havbundens integritet med henblik på en kvantitativ integration af havbundens strukturer og funktioner. Specifikt vil vi skabe fundamentet til at kvantificere effekten af fysisk forstyrrelse og tab af havbunden samt øge sikkerheden af arealberegninger for de eksisterende indikatorer for havbundens integritet. Derudover vil vi skabe fundamentet for at vurdere evt. behov for marine beskyttede områder. Dette er ligeledes realiserbart for repræsentative pilotområder i danske farvande i løbet af en firårig periode.

Aktiviteter i 2021:

- Udarbejdelse og indsendelse af ansøgning til Innovationsfonden om udvikling af kombineret rum-, luft- og skibsbåren monitorering af naturtilstanden i kystzonen.
- Udvikling af et geomorfologisk kort for de danske farvande samt påbegynde udviklingen af et geodiversitetskort for de danske farvande baseret på eksisterende data.
- Videreudvikling af samarbejde mellem Geodatastyrelsen og GEUS om fulddækkende og detaljeret havbundskortlægning rettet mod opbygningen af en multifunktionel havbundsmodel.
- Videreudvikling af automatiske og optimerede metoder til klassifikation af substrattyper, geomorfologiske enheder og naturtyper (habitattyper) med anvendelse af statistiske naboanalyser og *machine learning*.
- Videreudvikling af *best practice* til kortlægning og overvågning af geodiversitet og naturtyper (habitattyper) i kystzonen og det marine miljø på baggrund af fulddækkende og detaljeret havbundskortlægning mv.
- Opstart af et *baseline* studie i Nordsøen, herunder gennemførelse af togt, der skal belyse indflydelsen af olie/gas-indvinding forud for dekommissionering af platforme. Udføres i samarbejde med Aarhus Universitet og *Danish Hydrocarbon Research and Technology Centre* ved DTU.
- Igangsætning af flerårige projekter om marin og kystnær geodiversitet og geosystemer og om havbundens geosystem tjenester i fald projekterne bevilliges.

Strategisk mål:

Vi vil udbygge vores kompetencer og metodikker inden for fagområder såsom fjeldskred, kyst-erosion og lignende for at kunne bidrage med rådgivning og viden om geologisk betingende naturkatastrofer.

Perspektiv:

Med udgangspunkt i Grønland vil vi fortsætte undersøgelsen af områder med risiko for større fjeldskred med henblik på at rådgive de grønlandske myndigheder om de risici, som eventuelle tsunamier genereret af fjeldskred kan forårsage i nærliggende beboede byer og bygder. Herunder vil der blive fokuseret på, hvilke geologiske og klimatiske faktorer, der især kan være udløsende for fjeldskred med efterfølgende tsunamier.

Vi vil ligeledes søge at etablere nye nationale og internationale forskningsprojekter om årsager til og hyppighed af større fjeldskred, hvor GEUS kan bidrage med og udvikle væsentlig viden om geologiske og klimamæssige forhold. Desuden vil vi udføre offshore feltarbejde og forfølge mere avancerede metoder for at forbedre forståelsen af tsunamier genereret af fjeldskred.

Vi vil fortsat udføre monitoring af jordskælv i Danmark og Grønland i samarbejde med internationale organisationer.

Aktiviteter i 2021:

- Planlægning og gennemførelse af feltarbejde i områder med kritiske lokaliteter langs Grønlands kyster.
- Igangsætning af modellering af hvorledes potentielle tsunamier genereret af fjeldskred kan påvirke nærliggende bygder og byer.
- Fortsat vurdering af risikoen for fjeldskred på kritiske lokalitet langs kysterne i Grønland med henblik på dels at informere grønlandske myndigheder, hvis det vurderes, at der er akut fare for nye skred, dels medio 2021 at udarbejde en vurdering af risici for udsatte områder.
- Tolkning og processering med henblik på publicering af et stort antal marine geofysiske data, indsamlet på et togt i efteråret 2019.
- Deltagelse i togt finansieret af Dansk Center for Havforskning omkring fjeldskred, tsunamier og klima planlagt til sensommeren 2021. Ny seismik og prøvetagninger vil give højpåsløselige data til anvendelse i forbindelse med tsunami- og aldersmodellering.
- Indsamling og bearbejdning af data fra seismiske stationer i Danmark og Grønland samt deltagelse i internationale programmer om bedre udnyttelse af den seismologiske infrastruktur.
- Screening for historiske og nylige landskred i Danmark med henblik på kortlægning og for at vurdere risikoen for øgede hyppigheder og omfang som følge klimaforandringer.

Strategisk mål:

Vi vil videreudvikle GEUS' faglige viden om interaktionen mellem grundvand og naturtyper samt økosystemer i forhold til såvel kvantitet som kvalitet af grundvandet.

Perspektiv:

For at nå vores mål vil vi sammen med parter fra andre fagmiljøer søge at indgå i nye udviklingsprojekter og etablere nye forskningsprojekter. Mange af vores unikke naturtyper, økosystemer og habitatområder er afhængige af, at de modtager den rette mængde grundvand af høj kvalitet. Et detaljeret kendskab til samspillet mellem grundvand og naturtyper er derfor nødvendigt for at sikre deres eksistens. Gennem detaljerede feltstudier vil vi forbedre vores viden om samspillet mellem grundvand og vandløb, søer, moser, fjord samt hav. Dette arbejde vil indeholde en karakterisering af såvel rumlige som tidslige variationer i hydrogeologiske forhold, vandmængder samt grundvandskvalitet. Med modelstudier vil vi desuden søge en bedre forståelse af de enkelte processer og deres samspil, samt udbrede viden til områder uden detaljerede målinger.

Emner for nye forskningsprojekter kan tage udgangspunkt i vidensbehov identificeret under grundvandsarbejdet frem mod Vandplan 3, og kan fx være udvikling af en typologi for strømningsveje af de hydrologiske forhold i ådale kombineret med vegetationsforhold, eller kvantificering af effekten af vandindvinding på økologisk tilstand i vandløb. Det kan også være synergi ved forskellige naturbaserede løsninger, hvor biodiversitet/artsrigdom indgår, fx grundvandsfødte vandløb i byer eller reetablering af naturlige vandløb.

Aktiviteter i 2021

- Udvikling af informationsplatform for submarine grundvandsudstrømninger (SGD) med information om lokalisering og forureninger af og i SGD'er, og dermed hvordan de potentielt påvirker den kemiske og økologiske tilstand af marine økosystemer i kystområder.
- Vidensopbygning af forståelsen af kemisk og kvantitativ kontakt mellem grundvand, ådale, søer og vandløb i relation til naturtyper og økosystemer.
- Udvikling af unikke kompetencer indenfor brug af de nyeste teknikker til måling, skalering og hydrologisk modellering af biosfære-geosfære interaktioner på lokal- og oplandsskala.

Strategisk mål: <i>Vi vil bidrage til en bedre forståelse af de effekter som påvirker biosfæren igennem udforskning af Jordens og livets forhistorie.</i>
Perspektiv: For at nå målet vil vi forsøge at opnå finansiel støtte til en række projekter, som baseret på vores nuværende viden og data, undersøger tidligere tiders klimaforandringer, deres årsager, påvirkning af livet på Jorden etc. Analyser af abrupte palæoklimatiske forandringer, fx forårsaget af forøget indhold af CO₂ i atmosfæren på grund af vulkanisme eller frigivelse af metan fra havbunden, kan øge forståelsen af klimasystemets sårbarhed og reaktioner såsom <i>tipping points</i>, foruden at give værdifuldt input til fx <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> – IPCC's klimamodeller. Forskning vedrørende ekstreme og pludselige klimaskift i fortiden illustrerer konsekvenser for miljø og liv på kort og lang sigt, inkl. reorganisering af økosystemer samt masseuddøen. Mange af disse konsekvenser, fx forsuring af havet, stratificering, svækket cirkulation, havbunds død, uddøen af koralrev, havstigning, intensivering af orkansystemer, økenudbredelse, habitatbegrænsninger, skovdød etc. er registreret de seneste årtier og antyder, at vi er midt i en vedvarende masseuddøen. <i>Deep-time</i> perspektivet giver muligheder for at studere opstart, forløb og efterspil af klimaændringer og masseuddøen, og kan derfor styrke klimamodeller samt vurderinger af konsekvenser af de igangværende klimaændringer, og kan dermed lede til kvalificeret rådgivning om konsekvenser. Det forventes, at der kan indsendes et stort projektforslag om tidligere klimaforandringer og biologiske kriser.
Aktiviteter i 2021: • Fortsættelse af to Geocenter-projekter om havniveauændringer omkring Grønland. • Publicering af resultaterne fra biomarkør-analyser af sedimentkerner fra Kridt udtaget i Baffin Bay. • Publicering af resultaterne fra analyse af vegetations-, kulstofisotop-, og biomarkører fra tidlig Jura-sedimenter fra Bornholm med henblik på evaluering af <i>recovery</i> efter masseuddøen ved Trias–Jura grænsen.

Øvrige aktiviteter:

Fortsættelse af Kontinentalsokkelprojektet med henblik på at vedligeholde og optimere Kongerigets krav på kontinentalsoklen udover 200 sømil gennem indsamling og processering af nye data og publicering af forskningsresultater.

Fortsat arbejde med at vurdere mulighederne for etablering af et geologisk slutdepot i ca. 500 meters dybde for Danmarks radioaktive affald.

Undersøgelse af fordele og ulemper ved ild som omkostningseffektiv naturpleje.

Indsamling og bearbejdning af historiske og recente data fra Draved Skov fra 1948 og frem, bl.a. med henblik på analyse af jordbunds- og vegetationsforandrings signalværdi til brug for klimatilpasning.

Fortsat arbejde med en mere nøjagtig beskrivelse af, hvordan strukturer af vegetation i forskellige arealanvendelser kontrollerer interceptionstab og tilførslen af vand til jordens umættede zone.

Vores vand

Temaet indeholder fire strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- Vi vil øge vores tværfaglige procesforståelse af vand- og stofkredsløbet for at understøtte stigende fokus på bæredygtig vandressourceforvaltning.
- Vi vil videreudvikle Den Nationale Vandressource Model målrettet nye forvaltningsbehov, hvor kvalitet og kvantitet af grundvand og overfladevand skal forvaltes integreret.
- Vi vil bidrage til udvikling af det faglige grundlag for en målrettet og differentieret regulering og indsats rettet mod en reduktion af næringsstoffetabet fra landbruget.
- Vi vil sikre yderligere viden om forekomsten af miljøfremmede stoffer i dansk grundvand samt øge forståelsen af de geologiske, hydrogeologiske, mikrobiologiske og miljøkemiske processer, der betinger stoffernes forekomst.

Strategisk mål:

Vi vil øge vores tværfaglige procesforståelse af vand- og stofkredsløbet for at understøtte stigende fokus på bæredygtig vandressourceforvaltning.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi etablere nye tværfaglige forskningsprojekter for herigennem at understøtte de krav, der stilles til en moderne vandressourceforvaltning – jf. fx Nitrat-, Grundvands- og Vandramme-direktiverne. Det tilstræbes i videst muligt omfang, at projekterne har en tværfaglig dimension, hvor det sikres, at GEUS' ekspertise om geologi, hydrogeologi, grundvandskemi og om stoffers skæbne i vandmiljøet bringes i spil sammen med samarbejdspartneres kompetencer inden for fx kunstig intelligens og anvende dette til optimeret forvaltning og vurdering af effekter på sundhed og miljø.

Derudover vil vi fortsætte driften af Varslingssystemet for Udvaskning af Pesticider (VAP) og om muligt udbygge systemet, så der kan testes endnu flere pesticider og nedbrydningsprodukter. Desuden vil vi fortsætte med at modernisere GEUS' del af grundvandsovervågningen, der udgør en integreret del af den samlede naturovervågning i Danmark.

Endelig vil vi fortsætte med at understøtte den gebyrfinansierede grundvandskortlægning med relevante aktiviteter som fx. beskrivelser af det faglige grundlag for opgaven, ad-hoc ekspertstøtte, *review* af resultater mv. samt bidrage med input til behov og varetagelse af opgaven på længere sigt.

Aktiviteter i 2021:

- Fortsat drift af mindst fem VAP-marker.
- Fortsat modernisering af dataudtræk til afrapportering af grundvandsovervågningen (GRUMO).
- Fortsat assistance til Miljøstyrelsens grundvandskortlægning med fokus på bl.a. udvikling af et levende redox-kort som brugerne kan opdatere igennem en web-portal, opstilling af kritiske parametre, herunder porøsitet, til beregning af boringsnære beskyttelsesområder for danske kalkmagasiner, kortlægning af begravede dale og videre samarbejde omkring de samlede fællesoffentlige hydrostratigrafiske modeller (FOHM) for Jylland, Fyn og Sjælland.
- Udbygning af EGD (EuroGeoSurveys' European Geological Data Infrastructure) med informationer om grundvandets kvantitet og kvalitet i lokal, regional og paneuropæisk skala, bl.a. med bidrag til et paneuropæisk 3D-kort med dybde og volumen af ferske grundvandsressourcer og et første europæisk (ferskvands-) vandbalance-estimat.
- Bidrag til opbygning af datasæt for isotopmålinger i vandløb med henblik på øget forståelse af transportveje på oplandsskala.
- Evaluering af det faglige udbytte af tilstandsvurdering af grundvandsforekomster i forhold til pesticidindhold og formidling af væsentligste resultater både nationalt og internationalt.
- Udvidelse af overvågning af det hydrologiske kredsløb til også at omfatte indholdet af de stabile isotoper ^{18}O og ^2H i nedbør og grundvand.
- Øget viden og forståelse af cirkulære vandteknologier som *managed aquifer recharge* (MAR) løsninger.
- Indsendelse af mindst to nye projektansøgninger med tværfagligt indhold.

Strategisk mål:

Vi vil videreudvikle Den Nationale Vandressource Model målrettet nye forvaltningsbehov, hvor kvalitet og kvantitet af grundvand og overfladevand skal forvaltes integreret.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi videreudvikle den Nationale Vandressource Model (DK-modellen) i forhold den terrænnære hydrologi, hvor øgede nedbørsmængder har skabt nye forvaltningsbehov. Modelresultater vil blive stillet til rådighed for forvaltningen.

Vi vil undersøge muligheden for et nyt projekt til en løbende opdatering af modellen med nye hydrostratigrafiske modeller udviklet for/af Miljøstyrelsen. Vi vil generelt arbejde for en stadig forbedring af det hydrogeologiske grundlag for modellen for at sikre, at den nationale forvaltning baseret på den Nationale Vandressource Model inkluderer seneste viden. Vi vil også afdække mulighederne for, at modellen kan videreudvikles og bidrage til en optimal udpegning af områder, der har størst potentiale med henblik på beskyttelse af overflade- og grundvandskvalitet.

Vi vil søge at etablere forskningsprojekter med bl.a. nationale styrelser, der kan give os ny faglig viden og sikre, at modellens videreudvikling sker målrettet nye behov i forvaltningen. Eksempler herpå er bedre regionalisering af modellen, der vil sikre mere robuste og rumligt konsistente beregninger på tværs af landet, samt forbedret beskrivelse af skiftende arealanvendelse, der understøtter forvaltningens behov for at se på scenarier af og kende effekter af ændret arealanvendelse.

Aktiviteter i 2021:

- Anvendelse af modelberegninger med DK-modellen til afklaring og udbedring af inkonsistens i nedbørstidsserier for perioden 1990-2019, med henblik på at bruge modellen til et forbedret og konsistent forvaltningsgrundlag.
- Videreudvikling af *machine learning*-metoder integreret med DK-modellen rettet mod en bedre beskrivelse af det terrænnære grundvand. Der kan med denne videreudvikling bl.a. udarbejdes kort over grundvandsstanden for lavbundslande, som er en væsentlig faktor i drivhusgasudledning afhængig af grundvandsstand. Arbejdet retter sig mod etablering af et administrationsgrundlag for udtagning af lavbundslande.
- Afslutning af udviklingsarbejde om anvendelse af rumlige mønstre af fordampning fra satellitdata til kalibrering og validering af DK-modellen.
- Udstilling af modelresultater til gavn og anvendelse for forvaltningen.

Strategisk mål:

Vi vil bidrage til udvikling af det faglige grundlag for en målrettet og differentieret regulering og indsats rettet mod en reduktion af næringsstoffabet fra landbruget.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi arbejde på en bedre forståelse og kvantificering af de rumlige og tidslige variationer af denitrifikation af nitrat under såvel den terrænnære transport, fra rodzone til hhv. dræn eller dybereliggende grundvand, i grundvandsmagasinerne samt i ånære lavbundsområder. En målrettet differentieret regulering kræver detaljeret viden om kvælstofs transportveje samt omsætning hele vejen fra markfladen og til grundvandsmagasiner samt overfladevandsrecipienter. I de øvre jordlag kan nitratomsætningen variere tidsligt, bl.a. afhængigt af jordens vandindhold. Vi vil derfor arbejde på en bedre forståelse af de tidslige variationer i nitratomsætningen. Denne viden vil vi øge gennem forskningsprojekter til karakterisering af redox-forhold, kvantificering af drænstrømning baseret på felt- og modelstudier samt udvikling af kortlægnings- og vurderingskoncepter for nitratsårbarhed.

Vi vil desuden fortsat søge at etablere forskningsprojekter, der kan øge det faglige grundlag for en differentieret regulering, herunder projekter der styrker vores viden inden for karakterisering og modellering af geologiske heterogenitet, stokastisk modellering samt kvantificering af transport og omsætning af nitrat under fremtidige klimaforhold.

Aktiviteter i 2021:

- Fortsættelse af geokemisk laboratoriearbejde i forbindelse med geologisk og geokemisk tolkning samt stokastisk modellering af geologiske strukturer og redox-forhold og udvikling af forslag til kortlægningskoncepter.
- Opsamling og afrunding af resultater i to EU-projekter om samarbejde og interessentinddragelse omkring drikkevandsbeskyttelse og landbrug.
- Deltagelse i europæisk samarbejde omkring sporstoffer og baggrundsværdier i grundvand.
- Felt og modelstudier til udvikling af forbedret metode til differentiering af kvælstofomsætningen i undergrunden baseret på en oplandstilgang herunder potentiel omsætning af kvælstof i zonen over/mellem drænrør.
- Udvikle informationsprodukter om transport og omsætning af nitrat og pesticider i europæiske grundvandsmagasiner, herunder transporttider til grundvandet og tilknyttede økosystemer, dybden til grundvandsspejlet og redox-grænsen. En række af disse informationer fra udvalgte EU-lande, herunder Danmark, vil blive udstillet på EGD1.

Strategisk mål:

Vi vil sikre yderligere viden om forekomsten af miljøfremmede stoffer i dansk grundvand samt øge forståelsen af de geologiske, hydrogeologiske, mikrobiologiske og miljøkemiske processer, der betinger stoffernes forekomst.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi etablere et forsøgslaboratorium med mulighed for at udføre *High Resolution Mass Spectrometry* (HRMS) analyse af vandprøver med relativt lavt indhold af miljøfremmede stoffer. Analysefaciliteten forventes etableret og indkørt i 2021, hvor også implementering af analysemetoden i Varslingssystemet for Udvaskning af Pesticider (VAP) vil blive påbegyndt. Vi vil også arbejde for, at metoden på sigt bliver en naturlig del af den generelle grundvandsovervågning (GRUMO), der administreres af Miljøstyrelsen. Samtidig med implementering af metoden indenfor VAP og GRUMO skal analysefaciliteten indgå som et aktiv i forbindelse med nye projektansøgninger – herunder ansøgninger med tværfagligt fokus, rettet mod en øget procesforståelse af vand- og stofkredsløbet.

Udover nye initiativer vil vi videreføre nuværende aktiviteter i eksisterende forskningsprojekter, herunder forsøge at udbygge allerede eksisterende internationalt samarbejde. Endelig vil vi fortsætte med at udbygge vores samarbejde med det miljømedicinske forskningsmiljø omkring positive og negative sundhedseffekter af varierende grundvandskvalitet i vandforsyningen og sammenhængen med de lokale geologiske forhold, herunder videreføre nuværende samarbejde i nationale og internationale forskningsprojekter.

Aktiviteter i 2021:

- Test af den nyetablerede HRMS-facilitet på vandprøver fra alle VAP-marker. Der udarbejdes forslag til, hvordan metoden kan implementeres mere permanent i VAP.
- Fortsat dialog med Miljøstyrelsen om perspektiver ved anvendelse HRMS-faciliteten i grundvandsovervågningsprogrammet.
- HRMS-analysefaciliteten indgår i to større ansøgninger på grundvandsområdet.
- Undersøgelse af 1,2,4-triazol udvaskning fra anvendelse af triazol-svampemidler i landbruget (sprøjtemidler og bejdsemidler) og fra biocidanvendelse i maling og træbeskyttelse, samt test af triazol-svampemidlernes selektion for resistens i potentielt patogene svampe.
- Undersøgelse af varigheden af forurening med forskellige andre pesticidrester, som er vidt udbredte i grundvandet. Arbejdet udføres i samarbejde med forsyningselskaber.
- Integration af data om nitrateksponering fra drikkevand i epidemiologisk analyse og opstart af udvikling af model til estimering af nitratinhold i private borer.

Øvrige aktiviteter:

Igangsættelse af projekt til udvikling af metoder til kvantificering af vandingsmængder via satellitdata for at analysere sammenspillet mellem vanding af afgrøder i landbruget og grundvandsressourcer.

Grøn omstilling

Temaet indeholder fem strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- Vi vil understøtte den grønne omstilling og bidrage til målet om en 70% reduktion af CO₂-udledningen i 2030 med ny viden om mulighederne for lagring af drivhusgassen CO₂.
- Vi vil understøtte den grønne omstilling med ny viden om undergrundens muligheder inden for geotermi samt for energilagring i form af varme, brint og andre brændstoffer.
- Vi vil medvirke til Grønlands grønne mål ved at kortlægge potentialet for vandkraft, der forøges i takt med klimaforandringerne.
- Vi vil tilvejebringe viden om mineralske råstoffer af relevans for den grønne omstilling.
- Vi vil, så længe der er behov for det, understøtte en stabil energiforsyning fra olie-gas i Danmark og Grønland.

Strategisk mål:

Vi vil understøtte den grønne omstilling og bidrage til målet om en 70% reduktion af CO₂-udledningen i 2030 med ny viden om mulighederne for lagring af drivhusgassen CO₂.

Perspektiv:

For at nå målet vil GEUS udføre forskningsaktiviteter med henblik på at vurdere mulighederne inden for fangst, lagring og anvendelse af CO₂ for at bidrage til at Danmark kan nå regeringens mål om 70% reduktion i udledningen af CO₂ i 2030. Forskningsaktiviteterne skal bidrage til at det geologisk-tekniske grundlag er til stede for effektiv og sikker deponering (permanent) og lagring (midlertidig) af CO₂.

Desuden skal aktiviteterne bidrage til at aktører i Danmark kan udarbejde og indsende en veldokumenteret ansøgning til EU's Innovation Fund om massiv støtte til etablering af CCS-anlæg i Danmark. Tidligere gennemførte kortlægningsprojekter har påvist en række velegnede strukturer i den danske undergrund, som forventes at kunne tilfredsstille EU's CCS-direktiv og Undergrundsloven. Forskningsindsatsen skal bidrage til at modne udvalgte strukturer og magasiner samt hæve det geologisk-tekniske niveau.

Aktiviteter i 2021:

- Fortsatte bestræbelser på at skaffe finansiering til indsamling af geologiske data fra Havnsø strukturen ved Kalundborg.
- Igangsættelse af Horizon 2020-projekt, hvor mulighederne for midlertidig lagring af CO₂ med henblik på fremtidig anvendelse (Power-to-X) undersøges i samarbejde med en europæisk arbejdsgruppe.
- Afsøgning af mulighederne for forskningsmidler fra Innovationsfonden og EUDP vedr. fangst, transport og permanent og midlertidig geologisk lagring samt anvendelse af CO₂.
- Hvis finansiel støtte opnås, igangsættes aktiviteter, der kan belyse lagringspotentialer i kalkgruppen, både i udtjente olie-gas felter i og i vandbærende kalkstrukturer. Desuden skal lagringsmulighederne undersøges i Øvre Jura sandsten i Centralgraven, hvor disse findes i moderate dybder som fx i Outer Rough-området.
- Såfremt EUDP-ansøgning imødekommes, igangsættes projekt, der skal udvikle eksisterende seismisk teknologi specifikt til monitorering af CO₂-plumens udbredelse i reservoiret over tid (4D inversion). Teknologien kan naturligvis også bruges til monitorering af udbredelse af andre gasser og kulbrinter. Projektet vil blive udført i samarbejde med firmaet Qeye.

Strategisk mål:

Vi vil understøtte den grønne omstilling med ny viden om undergrundens muligheder inden for geotermi samt for energilagring i form af varme, brint og andre brændstoffer.

Perspektiv:

Inden for overfladenær geotermi, grund og dyb varmelagring, fjernkøling og dyb geotermi (0,8–3 km) vil vi søge at etablere nye nationale og internationale forskningsprojekter, hvor GEUS kan bidrage med viden om geologiske og hydrogeologiske forhold om udnyttelse af grøn energi i undergrunden. Herudover vil vi fortsætte aktiviteterne i eksisterende forskningsprojekter omkring varmelagring og overfladenære geotermiske løsninger i byområder.

Vi vil forsøge at opnå støtte til at opdele undergrunden i geoprovinser, udvikle definition af geotermiske prospekter samt kortlægge og rangordne disse med henblik på, at de bedste prospekter testes først. GEUS' WebGIS-geotermi portal opdateres med geoprovinser, prospekter, nye data og viden i den udstrækning, finansiell støtte til aktiviteten opnås.

Inden for lagring af varme vil GEUS forsøge at opnå forskningsstøtte til vurdering af mulighederne for at kombinere dyb geotermi med sæsonlagring af procesvarme fra industri etc.

GEUS vil søge at opnå forskningsstøtte til vurdering og analyse af undergrundens reservoirers egenskaber og respons på lagring af forskellige energiformer såsom varmt vand, brint, metan, syntetiske brændsler og elektrofuels.

Aktiviteter i 2021:

- Igangsættelse af Horizon 2020-projekt om brintlagring (Power-to-X), hvis formål er at optimere mulighederne for lagring af energi i undergrunden. I projektet gennemføres en screening af områder i Europa, herunder Danmark, som vurderes egnet til lagring af brint i geologiske strukturer.
- Organisering af dataleverancer fra fælles europæisk projekt om overfladenær geotermi i byområder til EGD.
- Etablering af en GIS-plattform til udstilling af det tekniske potentiale for geologisk lagring af varme i udvalgte partnerlande i regi af europæisk projekt samt bidrag til færdiggørelse af *best practice guideline* for varmelagring i undergrunden og *roadmap* for implementering af fleksible energisystemer i Europa i form af *smart heat grids*, som inkluderer varmelagring.
- Såfremt EUDP-ansøgning imødekommes, igangsættes et projekt, der dels skal opdatere GEUS' WebGIS geotermi-portal med nye data, viden og konceptet om undergrundens geoprovinser og rangordning af geotermi prospekter. Desuden udvikles en beregningsmodel, som ud fra geologiske forudsætninger, varmepumpeteknologi og økonomiske forhold kan give et kvalificeret estimat af den varme mængde, der kan produceres et givent sted.

Strategisk mål: <i>Vi vil medvirke til Grønlands grønne mål ved at kortlægge potentialet for vandkraft, der forøges i takt med klimaforandringerne.</i>
Perspektiv: For at nå målet vil vi fortsætte det tætte samarbejde med ASIAQ om kortlægningen af den tilgængelige vandressource for vandkraft i Grønland og fastholde dialogen med de grønlandske interessenter, specielt Naalakkersuisut (Departementer vedr. Energi og Forskning) og Nukissiorfiit (Grønlands Energiforsyning). Vi vil fortsat støtte eventuelle markedsføringsaktiviteter fra Naalakkersuisuts side for at tiltrække investeringer i industriel udnyttelse af vandkraft i Grønland. Desuden vil vi arbejde på at nyttiggøre den omfattende dataindsamling, der sker i regi af vores glaciologiske overvågningsprogrammer og forskningsprojekter i forbindelse med vandkraftrelaterede projekter. Vi vil fortsat udnytte videnopbygning inden for glaciologiske metoder og numeriske modeller til at styrke myndighedsrådgivning og konsulentbistand inden for udnyttelsen af vandkraft i Grønland.
Aktiviteter i 2021: • Forhandlinger om kortlægning af vandressourcer til vandkraft Fase 4 fortsætter. • Fortsat kommunikation med Naalakkersuisut og Nukissiorfiit om planer for vandkraftværker og det eventuelle behov for forundersøgelser. • Fortsat opbygning af afstrømningsdataserier fra indlandsisen gennem overvågningsprogrammet PROMICE og projektansøgning til Horizon2020.

Strategisk mål:

Vi vil tilvejebringe viden om mineralske råstoffer af relevans for den grønne omstilling.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi fortsætte vores arbejde med at forstå og opbygge kvantitativ og kvalitativ viden om materialestrømme, som er vigtige for den grønne omstilling. Der vil være fokus på materialer til vedvarende energikilder og -lagring samt elektrificering af transportmidler og særligt behovet for forsyning af mineralske råstoffer til disse teknologier i en dansk og europæisk sammenhæng. Arbejdet vil omfatte analyser og scenarie-modeller for efterspørgsel og forsyning for relevante råstoffer.

Vi vil øge og tilgængeliggøre vores viden om råstoffer i nationalt perspektiv, bl.a. gennem forskning i hvordan råstoffer kan udvindes på nye måder og fra ny kilder, samt gennem bedre forståelse af de geologiske miljøer, hvori de optræder og dermed bidrage til mere ressourceeffektiv råstofudnyttelse.

Sekundære råstoffer vil i fremtiden være en vigtig ressourcekilde for en mere bæredygtig udnyttelse af mineralske ressourcer. Det er derfor afgørende, at der skabes en bedre forståelse af det cirkulære materialekredsløb og mulighederne for optimering af ressourceudnyttelse identificeres. GEUS vil bidrage med at kvantificere potentialerne i de sekundære kilder bl.a. ved at indgå i europæiske samarbejder og udarbejdning af paneuropæiske databaser i EU-regi.

Endelig vil GEUS arbejde for at øge opmærksomhed og viden om den geologiske opbygning af de danske havområder som baggrund for risikoevaluering for placering af potentielle vindmølleparker.

Aktiviteter i 2021:

- Undersøgelse af muligheder for ekstraktion af relevante råstoffer (eks. Li, Cu, Co) fra geotermiske anlæg.
- Formidling om behovet for specielle råstoffer i den grønne omstilling bl.a. gennem en udgivelse af Geoviden samt bidrag med viden gennem avisindlæg etc. overfor offentligheden.
- Kortlægning og karakterisering af forekomster af sekundære råstoffer (affaldsmaterialer) og deres mulige udnyttelse.
- Kortlægning af materialebehovet for accelereret grøn omstilling i dansk perspektiv påbegyndes med udgangspunkt i regeringens grønne handlingsplan.
- Udarbejdning af rapport om de sjældne jordartsmetaller med fokus på den globale værdikæde og udfordringerne med at sikre forsyning til fremtidens stærkt forøgede forbrug.
- Fortsættelse af samarbejdsprojekter med industrien om karakterisering og vurdering af metaller i slagter og flyveaske fra forbrændingsanlæg med henblik på ekstraktion af metaller og bedre nyttiggørelse af disse restprodukter.
- Analyse af forsyningssikkerhed, globale geologiske ressourcer og værdikæder for batteriråstofferne litium og kobolt.
- Etablering af samarbejde med Energinet og Energistyrelsen omkring udvælgelse af relevante geoparametre til risikovurderinger i forbindelse med placering af potentielle vindmølleparker i de danske havområder.
- Igangsættelse af projekt i Vietnam, hvor GEUS udfører marine undersøgelser og kortlægning af områder til placering af vindmøller.

Strategisk mål: <i>Vi vil, så længe der er behov for det, understøtte en stabil energiforsyning fra olie-gas i Danmark og Grønland.</i>
Perspektiv: For at nå målet vil vi fortsætte studier af undergrundens geologiske forhold i Danmark og Grønland for at kunne udføre en opdateret evaluering af olie/gas potentialet samt publicere vores viden herom efterhånden, som resultaterne bliver tilgængelige. Desuden vil vi udvikle og anvende nye efterforskningsmodeller, i det omfang dette efterspørges. Sammen med den grønlandske administration vil vi fortsætte vores kontakt med industrien for at afsøge mulighederne for olieefterforskning i Grønland. Der vil være fokus på at opretholde den høje publikationsrate vedrørende større tektoniske modeller af Nordatlantens udvikling for at forstå klimændringers vekselvirkning med strømningsmønstre ud fra de geologisk dokumenterede forhold, men også for at afsøge mulighederne for endnu uopdagede ressourcer på den grønlandske østkyst. Via vores store viden om Nordsøen og de grønlandske shelf-områder vil vi bidrage med viden om alternative udnyttelser af undergrunden.
Aktiviteter i 2021: • Fortsættelse af igangværende ressourceevaluering af olie/gas potentialet i Grønland. • Opprioritering af publicering om undergrundens geologiske forhold og af olie/gas potentialet i både Danmark og Grønland baseret på både nye og ældre endnu ikke publicerede resultater. • Deltagelse i større forskningscenteransøgninger med nordiske kolleger omkring den tektoniske udvikling af Nordatlanten. • Etablering af et kommercielt studie af Liverpool Land-højderyggen i Østgrønland, som model både for oliereservoir i opsprækket grundfjeld og som kontrollerende struktur for afsætning af vigtige metalmineraliseringer såsom kobber. • Afdækning af mulighederne for at skabe interesse for et studie af de devone-karbone aflejringer i Nordøstgrønland som analog til aflejringerne på den norske sokkel. • Afdækning af mulighederne for at skabe interesse for et nyt Grønlandsintegreret studie af kridtaflejringerne i Nordøstgrønland, hvor der tages afsæt i det afsluttede kridtstudie baseret på unikke grønlandske blotninger og tolkning af de seismiske data fra den grønlandske shelf. Studiet kan potentielt kaste nyt lys over de analoge aflejringer på den norske sokkel.

Øvrige aktiviteter:

Markedsføring af de afsluttede Perm-Trias projekt i Nordøstgrønland med henblik på mersalg til flere olieselskaber udover de, der allerede har købt produktet.

Gennemførelse af et forskningstogt ud for Sydøstgrønland for at vurdere hidtil mindre undersøgte sedimentbassiner.

Publicering af studier i forbindelse med CretSys og PetSys projekter.

Mineralske råstoffer til vækst

Temaet indeholder tre strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- Vi vil styrke datagrundlaget for mineralefterforskning i Grønland, udbygge den geologiske kortlægning samt tilgængeliggøre data og forskningsresultater om bl.a. dannelse af mineralerne.
- Vi vil bidrage til udvikling af et klassifikationssystem for råstofferne sand og grus for at optimere ressourceevalueringer og planlægning af en bæredygtig udvikling.
- Vi vil udbygge den forskningsbaserede viden og dataregistrering af geologiske råstoffer i Danmark med henblik på en bæredygtig udnyttelse af ressourcerne samt rådgivning af myndigheder og industri.

Strategisk mål:

Vi vil styrke datagrundlaget for mineralefterforskning i Grønland, udbygge den geologiske kortlægning samt tilgængeliggøre data og forskningsresultater om bl.a. dannelse af mineralerne.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi tilgængeliggøre den store samling af historiske data og viden for interessenter og egne forskere. Den omfattende mængde af prøver indsamlet i Grønland over et halvt århundrede suppleres med moderne analyser og levendegøres på Grønlandsportalen og gennem publikationer.

Gennem ny kortlægning vil vi indsamle og kompilere geodata til at oparbejde og udvide den eksisterende viden om Grønlands geologi. Dette vil ske gennem oparbejdelse af geologiske viden og etablering af nye geologiske modeller for væsentlige geologiske miljøer med det vigtige mål at fortsætte publikationsrækken af 1:100.000 geologiske kort.

Vi vil udvikle nye arbejdsmetoder, der effektiviserer og udvider dataindsamlingen – både under feltarbejde og det efterfølgende laboratoriearbejde, bl.a. ved at udvikle brugen af spektrale data til geologisk kortlægning og udbygning af og koordination med stereofototeknikken i fotogeologisk laboratorium. Desuden vil vi arbejde med udvikling af *split-stream* analyseteknik til samtidig analyse af isotopforhold og grundstofkoncentrationer i mineraler, samt udbygning af SEM-laboratoriets arbejdsområder inden for materiale og bjergartskarakterisering.

Det ovennævnte arbejde vil ske gennem samfinansiering/samarbejde med Naalakkersuisut, Departement for Mineralske Råstoffer, gennem finansiering søgt ved danske forskningsfonde, gennem EU-programmer (herunder *EIT Raw Materials KIC*), og gennem samarbejde med industrien.

Aktiviteter i 2021:

- Færdiggørelse, tryk og udgivelse af fire 1:100.000 kortblade over Karrat Group i Nordvestgrønland samt udgivelse af tilhørende kortbladsbeskrivelse, inklusiv et sømløst, digitalt kort.
- Færdiggørelse, tryk og udgivelse af seks 1:100.000 kortblade over Thule Supergroup, Nordgrønland, inklusiv et sømløst, digitalt kort.
- Fortsættelse af arbejdet med nye 1:100.000 kortblade i Nordøstgrønland (et nyt kort udgives i 2022). Herunder feltarbejde i Hudson Land området, Nordøstgrønland.
- Arbejdet vil bl.a. bidrage til vurdering af mineraliseringsmulighederne for kritiske råstoffer vigtige for den grønne omstilling – eks litium, tantal, tin, wolfram, kobber og antimon.
- Sammenstilling af stort datasæt fra Nordøstgrønland (>15.000 prøver) med data fra både industri og GEUS der offentliggøres som selvstændig datapakke og gøres tilgængelig på Grønlandsportalen.
- Modernisering af instrumenter til uorganiske analyser samt etablering af nye analysemetoder, der tillader samtidige sporelement- og isotopforholdsanalyser.
- Udgivelse af rapport for det økonomiske grundlag for en udnyttelse af gletsjer-genereret grus og sand.
- Etablering af samarbejdsforum mellem Departementet for Mineralske Råstoffer ved Naalakkersuisut og GEUS rettet mod planlægning af vores arbejde i Grønland.

Strategisk mål:

Vi vil bidrage til udvikling af et klassifikationssystem for råstofferne sand og grus for at optimere ressourceevalueringer og planlægning af en bæredygtig udvikling.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi udvikle en harmoniseret og international klassifikation af sand- og grusråstoffer i Danmark i samarbejde med forskningsinstitutioner, myndigheder og råstofindustri. GEUS vil arbejde for dette både nationalt og internationalt.

I Danmark er klassifikationen af sand- og grusråstoffer i dag opdelt i to systemer, som dækker henholdsvis landressourcer og marine ressourcer. De landbaserede ressourcer klassificeres efter mulige produkter så som perlesten mv., mens de marine ressourcer klassificeres efter råstoffernes sammensætning i ressourceområderne, fx grus, sand mv. Der er behov for et nyudviklet harmoniseret, nationalt klassifikationssystem, som samtidig er afstemt med internationale standarder.

GEUS vil indgå i internationalt arbejde om test af *United Nations Framework Classification* (UNFC-klassifikation) af sand-, grus- og karbonatressourcer, samt på det nationale plan tage initiativ til dialog mellem råstof erhverv, regioner og Miljøstyrelsen omkring etablering af et nationalt klassifikations-system.

En fælles sand- og grusråstofklassifikation er en nødvendighed for etablering af en national råstof-database på GEUS, som ligeledes er en forudsætning for en kommende national råstofstrategi.

Aktiviteter i 2021:

- Test af UNFC-klassifikation af udvalgte danske råstofressourcer. Arbejdet udføres i samarbejde med Miljøstyrelsen samt europæiske partnere.
- Udbygning af den marine råstofdatabase Marta, i samarbejde med Miljøstyrelsen med henblik på integration af eksisterende kornstørrelsesdata, mineralogiske data mm. og råstofkortlægninger fra perioden 2017–2019.
- Dialog med Miljøstyrelsen, Regioner og råstof erhverv omkring harmonisering af klassifikation af sand- og grusråstoffer. Der tages initiativ til workshop, hvor der skal formuleres konkrete tiltag.

Strategisk mål:

Vi vil udbygge den forskningsbaserede viden og dataregistrering af geologiske råstoffer i Danmark med henblik på en bæredygtig udnyttelse af ressourcerne samt rådgivning af myndigheder og industri.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi fortsat sætte fokus på forskningsbaseret rådgivning af myndigheder og råstof-industri, hvor især maringeologisk kortlægning er central, men hvor også viden om landbaserede råstoffer inddrages. Den hidtidige forvaltningsmæssige opdeling mellem land- og havbaserede råstoffer er en udfordring. GEUS vil arbejde for en national råstofdatabase ved GEUS, med henblik på tilvejebringelse af et samlet overblik over mængden og kvaliteten af de danske sand- og grusråstoffer.

Etablering af større infrastrukturprojekter, som fx energiøer, kræver et indgående kendskab til havbundsgeologien og storskalaforsyning med sandressourcer. På baggrund af den marine råstof-kortlægning vil GEUS i samarbejde med Miljøstyrelsen søge at skabe basis for en systematisk screening af potentielle byggeområder og etablering af sandressource-reservationsområder til forsyning af fremtidige infrastrukturprojekter i Nordsøen.

Der er et stigende behov for at kunne kortlægge og kvantificere forskellige typer af marine råstof-ressourcer med stor nøjagtighed. For at imødekomme dette vil GEUS videreudvikle sit arbejde med 3D kortlægning af havbunden.

I arbejdet for en forbedret kortlægningsnøjagtighed er der behov for etablering af konkrete målbare inddelinger af niveauer for kortlægning, som skal implementeres i Martadatabasen.

Aktiviteter i 2021:

- Tolkning af seismiske data indsamlet i Nordsøen i 2019 samt vibrationsboringer udført i 2020.
- Fase 1 råstofkortlægning af udvalgte områder i Nordsøen med henblik på udpegning af områder til mere detaljeret råstofkortlægning.
- Dialog med Miljøstyrelsen, Regioner og råstof erhverv om etablering af national råstofdatabase på GEUS.

Øvrige aktiviteter:

Fortsat engagement i EU-baseret forskningssamarbejde inden for mineralske råstoffer og deres rolle i den cirkulære økonomi, bl.a. gennem engagement i *EIT Raw Materials KIC*, Horizon 2020 og det efterfølgende Horizon Europe.

Værdiskabende data

Temaet indeholder fire strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- Vi vil fortsat understøtte forskning og forvaltning i Danmark og Grønland, hvor geologiske data indgår, og øge mængden, kvaliteten og tilgængeligheden af data.
- Vi vil skabe grundlag for en effektiv forvaltning til støtte for interessenters aktiviteter i den danske undergrund, som til stadighed udfordres med nye formål.
- Vi vil videreudvikle vores viden om og kompetencer inden for nye teknologier for at kunne håndtere store datamængder til løsning af komplekse opgaver bedre.
- Vi vil videreudvikle GEUS' ledende rolle som dataformidler i *EuroGeoSurvey*-samarbejdet for at sikre etablering af udviklende partnerskaber i EU.

Strategisk mål:

Vi vil fortsat understøtte forskning og forvaltning i Danmark og Grønland, hvor geologiske data indgår, og øge mængden, kvaliteten og tilgængeligheden af data.

Perspektiv:

Som nationalt geologisk datacenter er det GEUS' rolle at lagre og tilgængeliggøre data om den danske og grønlandske undergrund. GEUS stræber mod, at data i så høj grad som muligt skal digitaliseres og være lettilgængelige for interessenter via vores digitale platforme. Ikke alle data er dog på nu-værende tidspunkt frikøbt, så vi vil fortsætte arbejdet i strategiperioden med at søge midler til at gøre alle data frit tilgængelige og dermed understøtte KEFM's Udviklingsstrategi og Datastrategi samt den Fællesoffentlige Digitaliseringsstrategi. Vi vil desuden forsætte bestræbelserne på at finde finansiering til renovering af Jupiter-databasen baseret på den grundige analyse, der foreligger efter for-projektet i 2018 og 2019.

For at nå målet vil vi desuden arbejde målrettet for at få samlet flere relevante data fra GEUS' forskningsaktiviteter og fra eksterne interessenter i de centrale databaser, hvorfra de vil blive udstillet igennem web-grænseflader, som vi løbende udvikler rettet mod brugernes nye og ændrede behov. Vi vil desuden højne datakvaliteten igennem implementering af procedurer, værktøjer og målrettet kvalitetssikringsarbejde.

Aktiviteter i 2021:

- Videreudvikling af udstillingen af data fra Jupiter så denne også omfatter sediment- og luftkemi fra borer, overfladeprøver og analyser foretaget på disse samt luftkemi fra anlæg.
- Udbygning af vores INSPIRE-engagement med nye datasæt og øget *compliance*.
- Etablering af et system til udstilling af fællesoffentlige JUPITER-data via dynamiske *read-only REST-services*.
- Udarbejdelse af opdateret udgave af det geologiske kort fra Grønland i 1:500.000. Samtidig stilles dette til rådighed på Grønlandsportalen, også til fri download.

Strategisk mål:

Vi vil skabe grundlag for en effektiv forvaltning til støtte for interessenters aktiviteter i den danske undergrund, som til stadighed udfordres med nye formål.

Perspektiv:

Stigende interesse for udnyttelse af undergrunden til nye formål som geotermi, lagring af energi, deponering af radioaktivt materiale og lagring af CO₂ samt stigende fokus på bæredygtig vand-ressourceforvaltning og grundvandsbeskyttelse øger behovet for værktøjer til en effektiv forvaltning af undergrunden. I flere europæiske lande er der således i disse år igangsat initiativer for at udvikle nationale, digitale geologiske tredimensionale modeller af undergrunden, som kan understøtte forvaltningen af ressourcerne. GEUS ønsker at understøtte en tilsvarende udvikling i Danmark.

For at nå målet vil vi fortsat arbejde for at skabe grundlag for udvikling af en digital 3D geologisk model for Danmark samt videreudvikle GEUS' 3D-database til at blive en egentlig national database. Vi vil desuden arbejde målrettet med integration af denne database med data fra eksisterende, men af historiske årsager adskilte databaser, og med at gøre disse tilgængelige i nye brugerrettede former på tværs af traditionelle branche-skæl. Dette kan understøtte myndighedernes arbejde og fungere som et afsæt for entreprenører og rådgivere til planlægning af deres arbejde i den danske undergrund.

Aktiviteter i 2021:

- Samarbejde med Miljøstyrelsen om udstilling af deres samlede hydrostratigrafiske modeller for Jylland, Sjælland og Fyn i GEUS' 3D database.
- Udarbejdelse af metodikker til visualisering af 3D-data fra Grønland på diverse platforme.
- Fortsat samarbejde med KEFM og andre om muligheder for finansiering til etablering af en detaljeret national digital 3D geologisk model for Danmark.

Strategisk mål:

Vi vil videreudvikle vores viden om og kompetencer inden for nye teknologier for at kunne håndtere store datamængder til løsning af komplekse opgaver bedre.

Perspektiv:

Der er stigende efterspørgsel efter mere detaljerede geologiske og hydrologiske modeller i forbindelse med løsning af en lang række samfundsopgaver. For at imødegå dette vil GEUS etablere nye – og videreføre eksisterende – projekter, der bidrager til kvantificering og modellering af geologisk heterogenitet med fokus på bl.a. usikkerhed af tolkninger og stokastisk modellering, integration af mange datatyper samt den komplekse sammenhæng mellem geofysiske måledata og litologiske enheder.

Vi vil desuden videreføre arbejdet med etablering af systemer til automatiseret modtagelse og formidling af dynamiske data opsamlet fra sensorer, fx realtidsmålinger af vandspejl, salinitet (ledningsevne) og nitrat i borer. Vi vil desuden tage nye effektive værktøjer såsom *machine learning* og kunstig intelligens i brug til forbedring af modeller, og til at sikre datakontrol, identificere fejl og etablere sammenhænge i store, komplekse datamængder.

Aktiviteter i 2021:

- Opstart af arbejde med estimering af usikkerheder i geologisk modellering i regi af et Geocenter Danmark projekt samt arbejde med stokastisk simulering af lagflader ud fra tolkningspunkter med usikkerhed i et DFF-projekt, hvor der også vil blive arbejdet med resistivitet-litologi relationer.
- Automatisering af koblingen mellem opsamlingssystemet til sensordata og Jupiter-databasen, og opdatering af online-visning af pejletidsserier fra borer, der har sensorer installeret.
- Integration af *machine learning* algoritmer til automatisk kvalitetsvurderinger af pejlinger i Jupiter-databasen.
- Opstart af arbejdsgruppe (MRS-lab) til koordinering af *multiscale remote sensing* initiativer på tværs af GEUS og afsøgning af nye teknologiske muligheder.
- Udvikling af dansk og europæisk overvågningsnetværk af vandspejlsmålinger til realtids-overvågning af ændringer i vandspejl og til kalibrering af grundvandsmodeller.

Strategisk mål:

Vi vil videreudvikle GEUS' ledende rolle som dataformidler i EuroGeoSurvey-samarbejdet for at sikre etablering af udviklende partnerskaber i EU.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi konsolidere vores rolle som toneangivende i projekter inden for udvikling af informationssystemer og harmonisering af data på europæisk plan. Vi vil søge at få EGDl-plattformen, og dermed GEUS, centralt placeret i et eventuelt *Horizon Europe Partnership* for en geologisk service for Europa (EP-GSE) eller en anden potentiel efterfølger for det igangværende samarbejdsprojekt på tværs af de europæiske geologiske undersøgelser (GeoERA). Vi vil derudover forstærke samarbejdet med andre geologiske undersøgelser om videreudvikling af GEUS' 3D modeldatabase for at gøre denne så generelt anvendelig som muligt.

Vi vil desuden forsætte vores aktive virke i forskningsinfrastrukturen EPOS (*European Plate Observing System*), hvor vi sammen med vores britiske og franske søsterorganisationer (*British Geological Survey* samt *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*) vil sikre, at systemet overgår til et stabilt driftsmiljø med henblik på at kunne supportere samarbejdet med disse institutioner i de kommende år. Vi vil også bruge vores centrale placering i henholdsvis EPOS og EGDl til at øge synergien mellem de to systemer.

Aktiviteter i 2021:

- Fortsat arbejde mod at EGDl også fremover bliver EGS' dataformidlingsplatform, og at GEUS bevarer den koordinerende rolle i dette.
- Fortsat arbejde mod øget indflydelse i *EMODnet* – både som teknisk koordinator for *EMODnet Geology* og som teknologisk ekspertise i *EMODnet* generelt.
- Forbedret visualiseringen af skalaspecifikke GIS-data i EGDl-plattformen, så brugerne oplever dynamiske data og legender ved forskellige skalaer.

Øvrige aktiviteter:

GEUS vil i 2021 fortsætte arbejdet med den systematiske geologiske kortlægning (jordartskartering) af Danmark.

Fortsat drift af GEUS' boreprøvelaboratorium som årligt modtager og beskriver 10.000–15.000 prøver via lovpligtig indberetning af boreprøver fra vand- og råstofboringer.

Fortsat drift af GEUS' borearkiv som via lovpligtig indberetning modtager og indlæser tekniske oplysninger om vand- og råstofboringer samt anden ikke-lovpligtig indberetning.

Fremtidens GEUS

Temaet indeholder fire strategiske mål med beskrivelse af langsigtet perspektiv samt aktiviteter i 2021:

Strategiske mål:

- GEUS skal til stadighed udvikle sig som en dynamisk organisation, hvor medarbejdere og ledere trives.
- Vi skal fortsætte og udbygge det tværfaglige samarbejde og sikre et værdiskabende samspil mellem de administrative funktioner og den faglige produktion.
- Vi vil sikre, at GEUS gennem videreudvikling af såvel ledere som medarbejdere er rustet til fremtidens opgaver og de krav, der stilles af samfundet.
- Vi skal udvikle vores speciallaboratorier med fokus på at understøtte de fremtidige behov.

Strategisk mål:

GEUS skal til stadighed udvikle sig som en dynamisk organisation, hvor medarbejdere og ledere trives.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi have fokus på implementering af GEUS' strategi i hverdagen, hvilket bl.a. understøttes gennem fleksible og dynamiske arbejdsformer, som danner rammen om et højt fagligt niveau, kreativitet, engagement og samarbejde. Projektarbejdsformen i GEUS suppleres således med tværgående kampagner, som opsamler faglige tiltag på ændringer i omverdenen, som GEUS bør forholde sig til. Samtidig vil vi have fokus på en løbende tilpasning af strategiens indhold, så samfundets udvikling og internationale tendenser imødekommes. Medarbejdernes viden vil være en vigtig kilde til at afdække behovet for løbende tilpasninger, og efter omstændighederne vil det kunne have den effekt, at et nyt strategisk tema indarbejdes i strategien.

GEUS skal være en synlig, attraktiv og udviklende arbejdsplads og en professionelt ledet virksomhed. Det kræver en organisation i bevægelse, som hurtigt opfanger, tolker og reagerer hensigtsmæssigt på signaler i omverdenen. Derfor skal der arbejdes aktivt med forandringsledelse og strategisk kompetenceudvikling. Dette kræver, at der løbende tages stilling til både GEUS' organisering og kompetenceniveau i forhold til strategiske indsatsområder som grøn omstilling mv.

Aktiviteter i 2021:

- Implementering af HR-strategi.
- Gennemførelse af involverende værdiprocess.
- Opfølgning på aktiviteter i regi af *HR in Excellence*.
- Udarbejdelse af koncept for *preboarding*, *onboarding* og *offboarding*.
- Implementering af ny stillingsstruktur.
- Gennemførelse af organisatoriske ændringer i administrationen

Strategisk mål:

Vi skal fortsætte og udbygge det tværfaglige samarbejde og sikre et værdiskabende samspil mellem de administrative funktioner og den faglige produktion.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi have fokus på administrative systemer og processer samt fremadrettet organisering med det formål at øge de samlede administrative funktioners værdi for den faglige produktion. Inden for den samlede periode vil der indledningsvist være stærkt fokus på at konsolidere implementeringen af de nye administrative systemer, der blev taget i brug i 2020. Der vil være fokus på at realisere forudsatte gevinster af implementeringen via reorganisering og udvikling af administrative funktioner og opgaver, sådan at disse optimeres til de nye systemer og i højere grad leverer understøttende service og *controlling* til den faglige produktion. Samtidig vil strategi, aktiviteter og økonomi over perioden blive sammentænkt gennem nye processer. Der vil også være behov for et fokus på en række fællesstatslige og koncernfælles enheder, som GEUS vil blive en del af eller anvende på nye måder i de kommende år. Det vil være et fokuspunkt at sørge for en gnidningsfri tilslutning til nye enheder og for, at anvendelsen af enhederne/institutionerne sker sådan, at GEUS drager fordel heraf.

Der vil ligeledes være fokus på at opnå et optimalt samarbejde mellem Afdelingen for Presse og Kommunikation og resten af GEUS, så den eksterne kommunikation gennemføres professionelt og med størst mulig nytteværdi. Der bliver desuden arbejdet med den interne kommunikation, så medarbejderne har de rette informationer på de rette tidspunkter samt for at understøtte samarbejde på tværs af organisationen.

Aktiviteter i 2021:

- Afklaring med hensyn til nyt budgetsystem og af hvorvidt systemet er klar til brug i GEUS til Grundbudget 22.
- Konsolidering af et samlet koncept for ledelsesinformation (LIS) - systemunderstøttet af *PowerBI* - i en v2.0, og fast anvendelse af konceptet i økonomistyringen.
- Konsolidering af Afdeling for Økonomi og kontraktjura med ændrede funktionsopdelinger, der passer til nyt økonomikoncept.
- Implementering af nyt koncept for kontraktstyring, og nyt system til understøttelse af samme – *House of Control* – er taget i brug i organisationen.
- Igangsættelse af overgang til Statens IT som følge af Kgl. Resolution.
- Gennemførelse af og deltagelse i overgang til *Facility Management* i regi af Bygningsstyrelsen.

Strategisk mål:

Vi vil sikre, at GEUS gennem videreudvikling af såvel ledere som medarbejdere er rustet til fremtidens opgaver og de krav, der stilles af samfundet.

Perspektiv:

For at nå målet vil vi arbejde med strategisk kompetenceudvikling af ledere og medarbejdere med udgangspunkt i centrale strategiske indsatsområder som grøn omstilling, digitalisering, nye laboratorier, ny økonomimodel, nye administrative systemer mv.

Kernen i strategisk kompetenceudvikling i GEUS er vedligeholdelse og udvikling af faglig viden på grundlag af fastsatte principper beskrevet i en HR-strategi sammenholdt med udviklingen i samfundet og de ændringer, disse måtte medføre for opgavevaretagelsen i GEUS. Dette skal være med til at sikre et vedvarende fokus på kompetenceudvikling i organisationen og rammesætte den nødvendige dialog mellem medarbejder og chef og på tværs i ledergruppen. Udviklingen i samfundet og de krav, der stilles til ledelse af medarbejdere, betyder også, at udvikling af lederne er en vigtig faktor, både med hensyn til det personlige lederskab og med hensyn til ledergruppen som en helhed med fælles principper og værdier for ledelse – strategisk, fagligt og personalemæssigt.

Aktiviteter i 2021:

- Implementering af nyt digitaliseret MUS- og LUS-koncept.
- Gennemførelse af lederseminar med fokus på ledelse og GEUS' ledelsesgrundlag.
- Udarbejdelse af fælles grundlag for værdier for ledelse.
- Udarbejdelse af revideret værdibaseret personalepolitik.
- Opdatering af Intranettet.
- Implementering af Overenskomstforhandlinger 2021.
- Serviceeftersyn af projektmodellen og klarlæggelse af projektuddannelse.
- Gennemgang og beskrivelse af driftsmæssige processer, herunder GDPR.

Strategisk mål:

Vi skal udvikle vores speciallaboratorier med fokus på at understøtte de fremtidige behov.

Perspektiv:

For at nå målet gennemføres opstartsprojektet for anvendelse af Unilab-midlerne (midler til modernisering af laboratorierne) i tæt samarbejde med Bygningsstyrelsen. Der vil blive gennemført en proces, der involverer relevante chefer, forskere og laboratorieteknikere med henblik på udarbejdelse af kravspecifikation for moderniseringen af GEUS' laboratorier. Kravspecifikationen vil blive udarbejdet med henblik på at kunne opfylde såvel nuværende som kommende behov gennem en fleksibel indretning af laboratorierne. Arbejdet med kravspecifikationen vil udmønte sig i, at der udarbejdes et byggeprogram, og dette skal danne grundlag for udarbejdelse af et udbud af selve ombygningsarbejdet.

Aktiviteter i 2021:

- Med udgangspunkt i byggeprogrammet skal der vælges entrepriseform for Unilab-projektet, hvorefter der i samarbejde med brugerorganisationen skal udarbejdes en kravspecifikation for ombygningen, kravspecifikationen skal munde ud i udarbejdelse af udbudsmateriale for projektet.
- Gennemførelse af udbud.

Øvrige aktiviteter:

I første halvdel af 2021 skal der være udpeget en ny placering for GEUS' udrustning og magasin, og arbejdet med at flytte Totals kernelager skal være tilendebragt senest 1. oktober 2021. Det forventes, at GEUS er fuldt fraflyttet Valhøjs Allé og Fjeldhammervej med udgangen af 2021.

Bidrag til konsolidering af indkøbsenheden i koncernen.

Aflevering til Rigsarkivet (ældre seismogrammer, papirarkivalier mv.).

Kampagner i 2021

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 2021 vil to nye kampagner blive iværksat:

Virtual Research Environment:

Kampagnen sigter mod at etablere et virtuelt forskningsmiljø for geologiske modeller og 3D digitaliserede feltlokaliteter i et onlinesystem, der vil styrke tværfaglig forskning, innovation og samarbejde på tværs af institutioner og geografiske placeringer. Målet er, at brugere kan udforske digitaliserede feltlokaliteter og rumlige 3D geologiske modeller med disciplinspecifikke værktøjer, såsom dataanalyser, simuleringer og visualiseringer. Dette giver mulighed for at dele geovidenskabelig information og forskningsresultater på en ny og innovativ måde, fx kan geologien nærstuderes og videreformidles i både forskningsmæssig og samfundsmæssig sammenhæng. Der vil fx blive arbejdet med en egentlig 3D geologiske model for hele Danmark.

Building Paleoclimate Synergies:

Denne kampagne sigter mod at øge forståelsen for de klimaforandringer, vi ser i dag gennem øget viden om klimaændringer tidligere i den geologiske historie. Kampagnen vil udbygge samarbejdet i den allerede etablerede Palæoklimagrube på GEUS, så tværfagligt samarbejde indenfor forskellige aspekter af GEUS' palæoklimaforskning i endnu højere grad kan konkretiseres, knyttes sammen og styrkes. Det endelige formål med kampagnen er at sikre det faglige grundlag, så GEUS kan udarbejde og deltage i ansøgninger om eksterne forskningsmidler indenfor emnet.

Kvantitative indikatorer

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

	Indikatorer	Mål (antal)			
		2020	2021	2022	2023
Langsigtet videnopbygning	Videnskabelige artikler i internationale tidsskrifter med peer-review - førsteforfatterskaber	80	80	85	85
	Videnskabelige artikler i internationale tidsskrifter med peer-review - medforfatterskaber	90	90	95	95
	Videnskabelige artikler i egne serier	25	30	35	40
Forsker-uddannelse	Forsknings- og samarbejdsprofessorer	8	10	12	14
	Ph.d.-grader med GEUS-vejleder	10	10	8	8
	Igangværende ph.d.-studerende med GEUS-vejleder pr. 1. november	50	50	45	45
	Vejledning af masterstuderende	45	40	35	30

Forkortelser

AMAP	Arctic Monitoring and Assessment Programme
CliC	Climate and Cryosphere
COPE	Committee on Publication Ethics
CV	Curriculum Vitae
DK-model	Nationale Vandressource Model
EGDI	European Geological Data Infrastructure
EGS	EuroGeoSurveys, The Geological Surveys of Europe
EMODnet	The European Marine Observation and Data Network
EIT	European Institute of Innovation & Technology
EPOS	European Plate Observing System
EP-GSE	European Partnership for a Geological Service for Europe
ESA	European Space Agency
FOHM	Miljøstyrelsens fælles offentlige hydrologiske modeller
GC-net	Greenland Climate Network
GEM	Greenland Ecosystem Monitoring
GeoERA	Netværksorganisation med en række forskningsprojekter, der udføres i samarbejde mellem en lang række europæiske geologiske undersøgelser
GEUS	De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
GRUMO	Den landsdækkende grundvandsovervågning (i NOVANA – det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen)
HRMS	High Resolution Mass Spectrometry
Horizon Europe	EU's forsknings- og innovationsprogram 2021-2027
Horizon 2020	EU's forsknings- og innovationsprogram 2014-2020
IASC NAG	International Arctic Science Committee Network of Arctic Glaciology
INTAROS	Pan-Arctic Observation System
IODP	International Ocean Discovery Program
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KEFM	Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet
MAR	Managed aquifer recharge
MRS	Multiscale remote sensing
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OASPA	Open Access Scholarly Publishers Association
PAGES ACME	Working Group on Arctic cryosphere changes and coastal marine ecosystems
PROMICE	Program for Overvågning af Grønlands Indlandsis
SGD	Submarine grundvandsudstrømninger
UNFC	United Nations Framework Classification System
VAP	Varslingssystemet for Udvaskning af Pesticider
WCRP	World Climate Research Programme