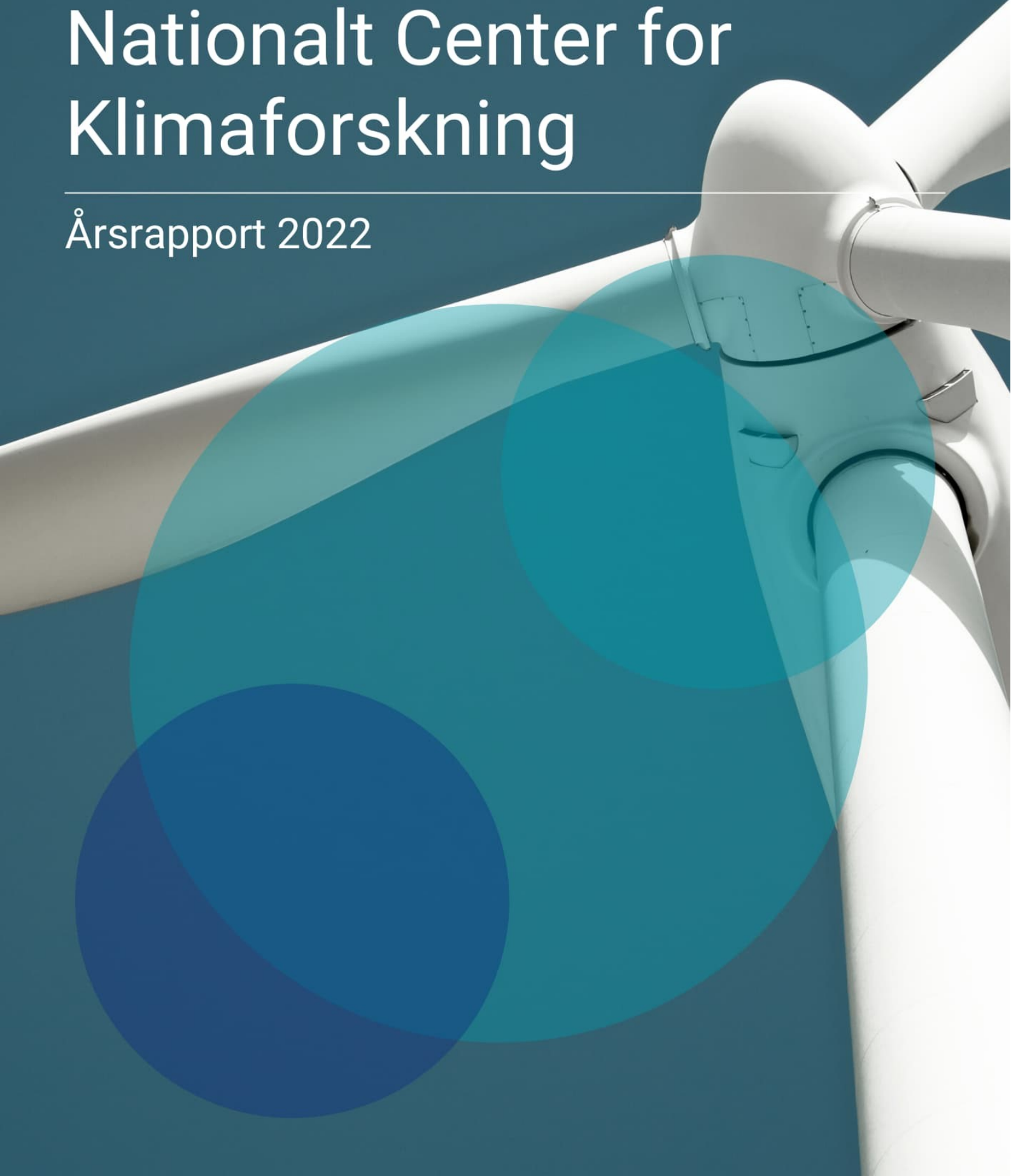




Danmarks
Meteorologiske
Institut

Nationalt Center for Klimaforskning

Årsrapport 2022



INDHOLD

Indledning	3
NCKF Forskningsprogram 2022	5
Forskningsresultater fra NCKF 2022	7
Tema 1 Understøttelse af den grønne omstilling	9
Tema 2 Understøttelse af klimatilpasning	12
Tema 3 Det polare klima og kryosfæren	16
Tema 4 Dekadisk klimavariabilitet og forudsigelighed i det Noratlantiske område	19
Samarbejdsaftaler og ph.d.-projekter i NCKF	21
Det rådgivende udvalg og det videnskabelige panel	22
NCKF Formidling og Rådgivning	24

INDLEDNING

Nationalt Center for Klimaforskning

Verdens klima er under forandring med potentielt store konsekvenser for mennesker og natur. Klimavidenskaben viser tydeligt, at verden står midt i klimaforandringer, der kræver omgående handling. For at handle effektivt og tilstrækkeligt, er der behov for et stærkt klimavidenskabeligt fundament. Både den grønne omstilling og samfundets evne til at tilpasse sig igangværende og kommende klimaforandringer kræver mere viden om, hvordan de klimatiske ændringer vil påvirke verden og rigsfællesskabet de næste 10, 50 og 100 år – og længere endnu. Denne viden er essentiel som grundlag for beslutningstagere både internationalt, nationalt og lokalt.

Nationalt Center for Klimaforskning (NCKF) ved DMI blev etableret januar 2020 med det formål at forske i og formidle om klimaforandringer og deres konsekvenser for mennesker og natur i rigsfællesskabet. DMI har siden 2020 modtaget en årlig bevilling på Finansloven gennem den såkaldte Forskningsreserve. NCKF understøtter derfor DMI's arbejde som regeringens klimavidenskabelige rådgiver, som angivet i klimaloven.

Nationalt Center for Klimaforskning (NCKF) – kort fortalt:

NCKF har siden 2020 modtaget finansiering fra årlige bevillinger på Finansloven via Forskningsreserven (herefter: NCKF-bevillingen).

NCKF understøtter DMI's rolle som klimavidenskabelig rådgiver jf. Klimalovens § 9. *"Danmarks Meteorologiske Institut er regeringens rådgiver i relation til den klimavidenskabelige udvikling."*

NCKF's forskning fokuserer særligt på klimaet i Danmark, Arktis og globalt.

NCKF modtager råd og anbefalinger fra et rådgivende udvalg og et videnskabeligt panel.

Det rådgivende udvalg guider NCKF ift. samfundets behov og består af repræsentanter fra relevante myndigheder, virksomheder og organisationer i hele rigsfællesskabet.

Det videnskabelige panel guider ift. faglig og videnskabelig retning og består af repræsentanter fra forskningsinstitutioner i og uden for rigsfællesskabet.

NCKF forsker og samler viden fra klimaforskning i rigsfællesskabet, og samarbejder med danske universiteter og myndigheder samt med en lang række vidensinstitutioner i hele verden gennem nationale og internationale forskningsprojekter, samarbejdsaftaler og fælles ph.d.-studerende.

Nationalt Center for Klimaforskning (NCKF) – organisering:

NCKF er forankret hos DMI som en afdeling, der samlet set består af ca. 55 klimaforskere, herunder 8 ph.d.-studerende delt med forskellige danske universiteter, samt et par generalister med fokus på formidling og rådgivning.

NCKF-bevillingen bidrager til finansieringen af forskningen i NCKF-afdelingen men finansierer også eksterne forskningssamarbejdsaftaler. NCKF-afdelingen finansieres derudover af en række nationale og internationale konkurrenceudsatte finansieringskilder.

NCKF-bevillingen finansierede i 2022 5 eksterne forskningssamarbejder på andre institutioner for ca. 5. mio. kr.

DMI har ansvar for økonomi og ressourcer og fastlægger årlige arbejdsprogrammer, hvor der planlægges konkrete aktiviteter, der understøtter langsigtede forskningsmål.

NCKF FORSKNINGSPROGRAM 2022

I denne årsrapport præsenteres NCKF's fire forskningstemaer og hovedresultaterne fra centrets arbejde i 2022. Forskningsporteføljen har fokus på klimaet i Danmark, Grønland, Færøerne og det globale klima. De fleste forskningsprojekter i NCKF har langsigtede mål, som strækker sig over flere år, og som derfor også rækker længere end til 2022.

Aftaletekst fra Forskningsreserven 2022

"Parterne er enige om at afsætte 40 mio. kr. til at videreføre og styrke Nationalt Center for Klimaforskning (NCKF) med henblik på at understøtte en effektiv grøn omstilling og klimatilpasningsindsats i hele Rigsfællesskabet, herunder i Arktis, samt gøre Danmark internationalt førende inden for klimaforskning. NCKF vil fortsætte og intensivere forskning i de mest kritiske forskningsområder, samle viden og knytte klimaforskning i Rigsfællesskabet sammen gennem forskningssamarbejder på tværs af universiteter, videninstitutioner, styrelser og beslutningstagere."

Kilde: Uddannelses- og Forskningsministeriet 2022,
<https://ufm.dk/lovstof/politiske-aftaler/endelig-aftale-et-gronnere-sundere-og-teknologisk-staerkere-danmark.pdf>

NCKF arbejder strategisk med at øge samfundsværdien af klimaforskningen og styrke anvendelsen heraf bredt i samfundet og hos beslutningstagerne. Derfor har der i 2022 været fokus på, at forskningen formidles og omsættes til relevant rådgivning til myndigheder og borgere, for at styrke anvendelsen af resultaterne i de fire forskningstemaer og formidle den nyeste viden om klimaforandringer. Disse aktiviteter beskrives i afsnittet om *Formidling og Rådgivning*.

Overblik over NCKF Forskningsprogram 2022

Naturvidenskabelig forskning kan kun sjældent udføres i korte, et-årige processer, hvorfor mange af resultaterne i NCKF's Årsrapport 2022 er delresultater af flerårige videnskabelige projekter. Projekterne inkluderer forskning som hovedsagelig udføres på DMI, men som hovedregel foregår alle projekter i helt eller delvist samarbejde med nationale og internationale partnere. Mange af disse forskningsprojekter vil fortsætter ind i de kommende år. Forskningsporteføljen ændres dog løbende for at tilpasse samfundets behov, videnskabelige nybrud og nye videnskabelige problemstillinger.

Forskningsprogrammet 2022 for NCKF har været bygget op om fire videnskabelige forskningstemaer, der henholdsvis omhandler grøn omstilling, klimatilpasning, Arktis, og klimaforandringer i de kommende år. De fire forskningstemaer indeholder individuelle arbejdsplaner, jf. Tabel 1.

<p>TEMA 1 Understøttelse af den grønne omstilling</p> <p>Med den grønne omstilling følger en forventet øget produktion af vedvarende energi. Dermed bliver energiproduktionen i endnu højere grad afhængig af vejret. Forskningen understøtter behovet for viden og data om nutidens og fremtidens vejr, som er grundlag for planlægning, effektivisering og udvikling i grønne teknologier til energiproduktionen.</p>	<p>1.1 Det regionale klima over Danmark, Europa og Arktis, herunder HARMONIE-Climate modellens vedligeholdelse og udvikling</p> <p>1.2 Vejret i Danmark før og nu, herunder DANRA - reanalyse af vejredata for Danmark time for time</p> <p>1.3 Vindprognoser til energiproduktion</p> <p>1.4 Optimering af grøn omstilling</p>
<p>TEMA 2 Understøttelse af klimatilpasning</p> <p>Forskningen understøtter effektiv klimatilpasning og planlægning gennem ny viden om klimaforandringer og fremtidens klima, der bl.a. kan bruges som grundlag for klimatilpasningsløsninger. Et særligt fokus er på de ekstreme vejrhændelser, der kan blive stigende udfordringer for samfundet fremover: ekstremregn, skybrud, stormfloder og oversvømmelser.</p>	<p>2.1 Sammenfaldende hændelser og oversvømmelser</p> <p>2.2 Grundlag for enkelte fænomener: Vandstand og stormflod; ekstremt regn i form af skybrud og højt grundvandsniveau; oversvømmelser på land; mv.</p> <p>2.3 Klimatilpasning i praksis i samarbejde med eksterne partnere</p>
<p>TEMA 3 Det polare klima og kryosfæren</p> <p>Klimaforandringerne på polerne har globale konsekvenser for fx havniveauetigninger, ændringer i havstrømme og vejrsystemer. Samtidig er Arktis det sted på kloden, hvor klimaforandringen sker hurtigst. Forskningen udbygger forståelse af de ændringer der er i gang, og hvilke ændringer de polare områder vil gennemgå fremover. Den nuværende viden om klimaet i Arktis anvendes også til at forstå klimaforandringerne i Antarktis.</p>	<p>3.1 Dynamikker og interaktioner i de højarktiske fjorde, havis og iskapper, herunder klimaet ved Inglefjeld Bredning</p> <p>3.2 Afsmeltning fra gletsjere og iskapper i Grønland og Antarktis mhp. Konsekvenserne for det globale havniveau</p> <p>3.3 Nutidens klima i det Arktiske Ocean og farvandet omkring Grønland - processer, trends og klimaindikatorer, herunder forudsigelser i isens opbrud</p>
<p>TEMA 4 Dekadisk klimavariabilitet og forudsigelighed i det Nordatlantiske område</p> <p>Forskningen laver forudsigelser af klimaet de kommende ti år, hvilket understøtter klimatilpasning og planlægning på kortere sigt. Det nordatlantiske område er centralt for dette arbejde, fordi ændringerne her vil påvirke vejr og klima i hele rigsfællesskabet. Et særligt fokus er på risikovurderinger for pludselige klimaskift (herunder såkaldte tipping points).</p>	<p>4.1 Forudsigelser og klimarisici, herunder den globale klimamodel, EC-Earth og forudsigelser de kommende 10 år og pludselige skift i klimaet (tipping points).</p> <p>4.2 Fremtidens klima i Arktis og Nordatlanten: opvarmning, afsmeltning og havstrømme, herunder den oceaniske cirkulation i Nordatlanten.</p>

Tabel 1: Overblik over forskningstemaer i NCKF 2022 samt arbejdsplaner.

FORSKNINGSRESULTATER FRA NCKF 2022

NCKF's samarbejde nationalt og internationalt er afgørende for at kunne bedrive klimaforskning af høj kvalitet. Samarbejder giver blandt andet adgang til data og modeller, som deles på tværs af landegrænser, institutioner og universiteter. Det gælder også internt på DMI, hvor værdikæden fra målinger af vejret over produktion af data til forskning er afgørende. Synergieffekter og vidensdeling er essentiel for at skabe merværdi af forskningsindsatsen, hvilket NCKF's finansieringsmodel understøtter.

Forskningsarbejdet i NCKF er metodisk forskelligartet; der udføres målinger, anvendes data fra satellitter, udvikles matematiske modeller og udføres beregninger, der bidrager til forståelsen af de klimafysiske processer og fremtidige klimaforandringer. De følgende beskrivelser fra hvert af de fire forskningstemaer giver et indblik i arbejdet, som udføres af klimaforskerne i NCKF.



TEMA 1

Understøttelse af den grønne omstilling

Den grønne omstilling betyder, at energiproduktionen i rigsfællesskabet bliver afhængig af vejret – fx af sol, vind, skyer og bølger. Vejret ændrer sig med klimaforandringerne, og den grønne energiproduktion kan muligvis også påvirke vejret, fx kan en vindmøllepark skygge vinden for en anden vindmøllepark.

Viden om interaktionen mellem klima og energiproduktion er essentiel i en effektiv grøn omstilling af samfundet. En robust energiforsyning kalder derfor på viden om nutidens og fremtidens vindforhold og solindstråling. Derudover er viden om potentialet for vandkraft i et ændret klima særligt relevant på Grønland.

Vejret i Danmark før og nu

NCKF har i 2022 færdiggjort størstedelen af den 30-års-reanalyse, som skal "genskabe" et præcist billede af vejret time for time i Danmark fra 1991 til nu. De første 21 år er indtil videre produceret og kun de resterende 9 år mangler. Beregningerne forventes at blive færdiggjort i 2023. Reanalysen (kaldet DANRA) kan bruges til bl.a. at planlægge placering af fremtidens infrastrukturer i form af vindmølleparker, og supplere med viden om det danske vejr og klima – også de steder hvor data ikke foreligger, eller hvor der ikke kan måles. Sidstnævnte gælder særligt vind i de højere luftlag, der har høj relevans for vindenergisektoren.

Vindprognoser til energiproduktion og optimering af grøn omstilling

Arbejdet med at inkludere vindmøllers effekt på de lokale vejr i både vejr- og klimamodeller er fortsat i 2022. Databasen med data om vindturbiner er blevet forbedret og modellens evne til at lave vejrudsigter omkring vindmølleparker er blevet testet. Dette arbejde forbedrer muligheden for at lave energiprognoser for Nordsøen og Østersøen og vurdere effekten af den gradvise stigning i antallet af vindmølleparker.

Det regionale klima over Danmark, Europa og Arktis

Den regionale klimamodel HARMONIE-Climate bliver i tæt samarbejde med internationale samarbejdspartnere optimeret og videreudviklet, så den leverer endnu mere pålidelige resultater til den internationale forskning om klimaforandringer til de koordinerede internationale eksperimenter – der både er videngrundlaget under FN's klimarapporter og DMI's Klimaatlas.

I 2022 har arbejdet eksempelvis fokuseret på at undersøge om særligt detaljerede beregninger med HARMONIE-Climate-modellen kan bruges til bedre at beskrive forekomsten af skybrud. I et varmere klima forventes flere ekstreme nedbørshændelser som skybrud i Danmark, og en forbedret modelbeskrivelse kan give os et mere præcist billede af de ændringer vi kan gå i møde fremover. Da ekstreme nedbørshændelser som et skybrud opstår hurtigt og meget lokalt, er det blevet afprøvet, om en version med opløsning på under 1 km bedre kan beskrive disse lokale hændelser. Resultatet af arbejdet er, at der kan dokumenteres en fordel ved at bruge en højere opløsning, men for disse specifikke eksperimenter er fordelene relativt lille, sammenlignet med de markant højere computerressurser, som beregningerne kræver. Analysearbejdet af sub-kilometer-beregningerne fortsætter, men har indtil videre bidraget til en videnskabelig artikel indsendt til Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, der i øjeblikket er under fagfællebedømmelse (Thomassen et al., "Spatial and temporal characteristics of extreme rainfall: Added benefits with sub-kilometre resolution climate model simulations?").





TEMA 2

Understøttelse af klimatilpasning

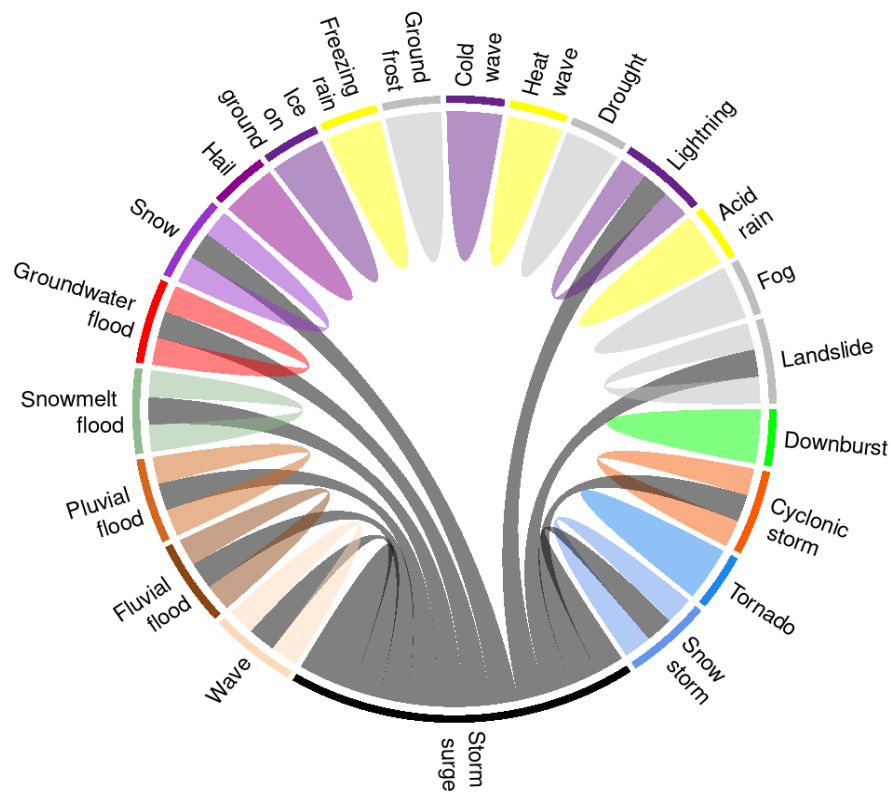
Når klimaet ændrer sig i fremtiden, kommer vand, og nogle gange manglen på samme, til at være en af de helt store udfordringer for rigsfællesskabet. Der er et stort behov for klimatilpasning, som kan håndtere fremtidens ekstremhændelser – særligt hvis mere end en vejrhændelse rammer samtidig. Med klimaforandringerne følger en stigende risiko for skybrud og kraftige byger, langvarige regnperioder om vinteren, stormfloder fra havet og sammenfaldende hændelser hvor en kombination af disse sker samtidigt. NCKF har forsket i og analyseret problemstillingerne med henblik på at kortlægge den nuværende og fremtidige risiko for både ekstreme og sammenfaldende vejrhændelser. På sigt, kan disse blandt andet udbygge datagrundlaget bag DMI's KlimaAtlas, og derigennem direkte understøtte de praktiske lokale løsninger i kommunerne.

Sammenfaldende hændelser og oversvømmelser

NCKF arbejder på at kortlægge hvilke hav- og vejr-situationer, der giver en risiko for sammenfaldende hændelser. Der har i 2022 været fokus på at forstå sammenhængen mellem oversvømmelser fra vandløb og stormflod ud fra historiske data. Det er blevet kortlagt, hvordan denne tilgang kan anvendes til andre koblede hændelser, som fx hedeølger og tørker.

Arbejdet med sammenfaldende hændelser er blevet udført af NCKF i samarbejde med DTU og DHI, og har blandt andet samlet et overblik over forskellige typer af (farlige) vejrhændelser i Danmark, der har risiko for at ske samtidigt. Overblikket viser potentielle kombinationer af disse vejrhændelser, dvs. de koblede hændelser som vi må forberede os på vil kunne ske i fremtiden og derfor er relevante at have fokus på i fremtidig klimatilpasning (se Figur 1).





Figur 1 Overblik over vejrhændelser i Danmark og mulige sammenfaldende hændelser. De grå linjer illustrerer de mulige kombinationer af hændelser der kan ske samtidigt.

Kilde: NCKF/DMI, DTU og DHI



Grundlag for enkelte fænomener: Vandstand, stormflod og ekstremnedbør

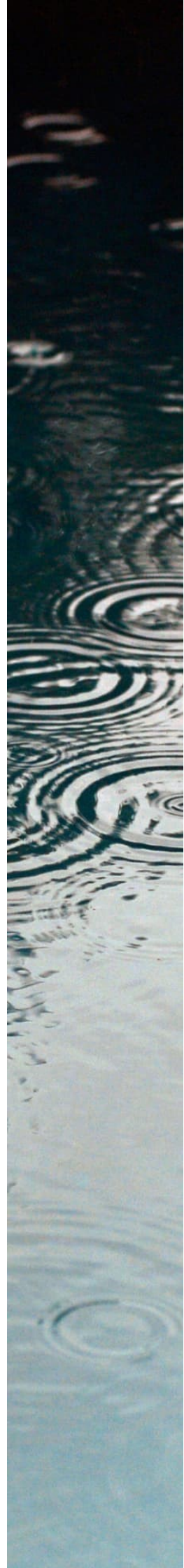
Arbejdet her har i 2022 fokuseret på ny viden om enkelte fænomener, som udgør klimatrusler for det danske samfund.

Det er blevet analyseret, hvordan satellitdata kan anvendes til at varsle for stormflod, og samtidig er historiske data om stormfloder blevet anvendt til at forbedre modellerne for højere vandstands niveauer. Videreførelsen af dette arbejde, vil give et udbygget datagrundlag fra både modeller og observationer af den historiske udvikling i stormfloderne i Danmark frem til i dag. Som et andet nyt datasæt, er NCKF ved at opbygge et arkiv over oversvømmelseshændelser i Danmark for perioden 1990-2021.

Med fokus på udfordringen med stigende ekstremnedbør, bliver DMI's radardata processeret og samlet i et tilgængeligt format, så det kan bruges aktivt i både nedbørs- og oversvømmelsesanalyser. Derudover er historiske nedbørdata blevet analyseret, og statistisk benyttet til at vurdere forskelle i skybrud på tværs af landet – hvilket kræver meget lang tidsserier, fordi skybrud er sjældne hændelser. Metoden er færdigudviklet, og viser markante forskelle i skybrudsforekomsten i Danmark. En artikel er indsendt til Water Resources Research og er i øjeblikket under fagfællebedømmelse (Schmith et al., "Regional variation of climatological cloudburst frequency estimated from historical observations of daily precipitation sums")

Klimatilpasning i praksis

NCKF har i slutningen af 2022 opstartet et projekt om klimaforandrings indflydelse på vindskader på bygninger, der er centreret omkring en ph.d.-stilling, der er medfinansieret af et Realdania-finansieret projekt med Københavns Universitet og Danmarks Tekniske Universitet som partnere.





TEMA 3

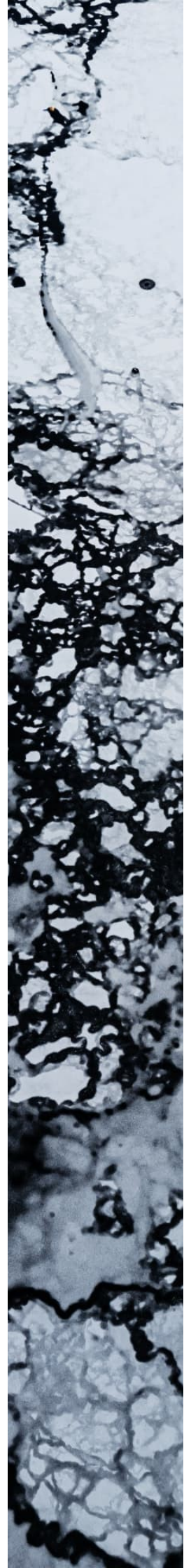
Det polare klima og kryosfæren

Klimaforandringer ses særligt tydeligt i Arktis og Antarktis, og ændringerne her har global betydning i forhold til eksempelvis de globale vejrsystemer, havcirkulation og ikke mindst havniveaustigninger. NCKF er internationalt førende inden for arktisk forskning med fokus på at forstå samspillet mellem indlandsisen, gletsjere, fjorde og havisen omkring Grønland og Arktis. På grund af den afgørende betydning for havniveauet, både globalt og specifikt i Danmark, arbejder NCKF i stigende grad også med analyser af isen på Antarktis. Arbejdet tager udgangspunkt i den opbyggede ekspertise omkring indlandsisen på Grønland, der 'overføres' til den anden side af kloden.

Dynamikker og interaktioner i de høj-arktiske fjorde, havis og iskapper

DMI's forskningsstation i Qaanaaq i Nordvestgrønland giver en unik mulighed for at kombinere observationsstudier fra både in-situ og satellit med modelstudier. I den dybe højarktiske fjord Inglefield Bredning mødes udløbsgletsjere fra indlandsisen, havis og varme havstrømme fra Atlanten i fjorden, hvilket giver et vigtigt indblik i dynamikkerne i et gradvist varmere Arktis.

I 2022 blev der for eksempel udført nye observationer med GPS-målere der blev lagt ud i den såkaldte is-mélange – området hvor isbjerge og mindre stykker af gletsjeris er frosset ind i havisen foran gletsjerens udløb. Sammen med satellitbilleder viste GPS-målingerne at is-mélangeren rykker sig i pludselige hurtige bevægelser, der kunne tyde på at være udløst af kælvninger fra tilstødende gletsjere. Ved disse pludselige strømninger bevægede isen sig flere hundredede meter på en time, mens hastigheden mellem strømningerne var under en meter i timen. Denne viden bidrager til at give bedre forståelse af is-mélangens samspil med gletsjere – en dynamik, der kan være afgørende for de igangværende og fremtidige havniveaustigninger.





Klimaforskning i Nordvestgrønland

NCKF foretager observationer i området omkring Qaanaaq i det nordvestlige Grønland, hvor DMI har en feltstation. Her udføres målinger i fx fjordsystemet, hvor havstrømme, havis og indlandsis mødes.

Ved udsætning og indhentning af måleudstyr på havisen, arbejder DMI tæt sammen med lokale fangere fra Qaanaaq. Arbejdet på havisen kræver lokalkendskab til fjord- og gletsjersystemet og al transport af både forskere og instrumenter, foregår via hundeslæder.

Afsmeltning fra gletsjere og iskapper i Grønland og Antarktis

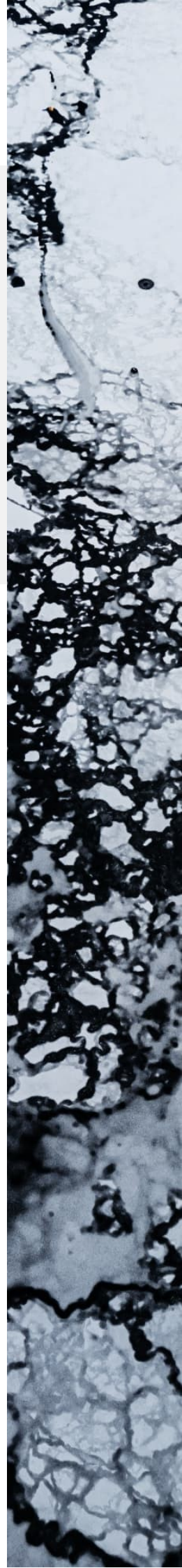
NCKF har som én blandt meget få klimaforskningsinstitutioner i verden inkluderet aktive iskapper i en global klimamodel. Arbejdet har i 2022 blandt andet indebåret en videreudvikling af det globale klimamodelsystem EC-Earth-PISM, der gør det muligt at inkludere iskappernes rolle (f.eks. isens afsmeltning og smeltevandstilførsel til havet) direkte i beregninger af det globale klimasystem. Modelsystemet er sat op for indlandsisen og de nye forbedringer er ved at blive testet.

I 2022 blev en videnskabelig artikel udgivet, der dokumenterer model-setup'et, og beskriver hvordan klimaet påvirkes, når den gradvist smeltende iskappe på Grønland inkluderes i beregninger af fremtidens globale klima (Madsen et al., *Climate Dynamics*, 2022: The role of an interactive Greenland ice sheet in the coupled climate-ice sheet model EC-Earth-PISM).

Nutidens klima i det Arktiske Ocean og omkring Grønland - processer, trends og klimaindikatorer

Isen i det arktiske ocean og det grønlandske hav er blevet analyseret ved hjælp af historiske klimadata, modeller, remote sensing og machine learning. Dette har forbedret forståelsen af det Arktiske Ocean og havisens egenskaber, hvilket danner grundlag for at udvikle klimaindikatorer for regionerne og muligheden for at kunne forudsige havisens udbredelse.

Baseret på satellitmålinger af overfladetemperaturer har NCKF publiceret et studie, der bekræfter en tendens kendt fra andre typer af temperaturmålinger: Opvarmning i Arktis går markant hurtigere end det globale gennemsnit. Studiet viser at overfladetemperaturen på det arktiske hav og havis er steget 4,5 °C fra 1982 til 2021 – fire gange mere end den globale opvarmning i den samme periode. Den stærkeste opvarmning findes i dele af Barentshavet, der er blevet ca. 10 °C varmere på de 40 år (Englyst et al., 2022, *Remote Sensing: "A combined sea and sea-ice surface temperature climate dataset of the Arctic, 1982–2021"*).





TEMA 4

Dekadisk klimavariabilitet og forudsigelighed i det Nordatlantiske område

Det er væsentligt, både rent videnskabeligt, men også i praksis for vores samfund, at forstå og kunne forudsige klimavariationer på 10-års skala: såkaldte dekadiske prognoser. Forudsigelse af sådanne variationer og samspillet mellem naturlige ændringer i vejret og den gradvise klimaforandring vil give mulighed for en mere målrettet planlægning og klimatilpasning på den korte bane. Samtidig kan studiet af processerne lede til risikovurderinger for pludselige klimaskift, kaldet tipping points. NCKF opbygger derfor viden, som gør os internationalt gældende inden for dekadisk klimaforudsigelighed og forskning i tipping points med et særligt fokus på Nordatlanten og Arktis.

Forudsigelser og klimarisici: EC-Earth, de kommende 10 år og tipping points

NCKF har formandskabet i det internationale konsortium bag den globale klimamodel, EC-Earth. NCKF's forskere bidrog derfor også til den videnskabelige artikel, der dokumenterer den senest udgave af modellen (Döscher et al. 2022, Geoscientific Model Development: "The EC-Earth3 Earth system model for the Coupled Model Intercomparison Project"). Modellen er et centralt værktøj for en række analyser i NCKF's arbejde, og i 2022 er der bl.a. udarbejdet nye metoder til med større sikkerhed at kunne forudsige forandringerne i klimaet de kommende 10 år med modellen.

En af måderne modellen er blevet forbedret på, er ved hjælp af nye parametriseringer, som bedre kan repræsentere effekten af nogle af de processer, der sker omkring den arktiske havis. Indtil nu har man haft det problem at simuleringerne har vist for lave overfladetemperaturer over den arktiske havis, sammenlignet med de observationer der er gjort. Med de nye parametriseringer kommer man tættere på at kunne bruge modellen til at simulere den observerede udvikling omkring havisen, særligt i det nordatlantisk-arktiske område hvor havisdækket er størst og dermed bedre forudsige, hvordan den udvikling kommer til at påvirke en række andre faktorer i klimaet.

Fremtidens klima i Arktis og Nordatlanten

Den oceaniske havcirkulation i Nordatlanten (AMOC) udgør et væsentligt muligt tipping point – pludseligt irreversibelt klimaskift – som vil have store regionale og globale konsekvenser (AMOC er populært kendt som Golfstrømmen). NCKF har derfor i 2022 arbejdet med både modelstudier og målinger, der skal gøre os klogere på havstrømmene. Detaljerede modelstudier har undersøgt både hvordan relativt koldt havvand bevæger sig fra det Nordatlantiske område og videre mod Nordvesteuropa og Arktis. De modelstudier er et vigtigt skridt på vejen i forståelsen af, hvordan havvandet i Nordatlanten kan informere os om variationer i det europæiske vejr i den nærmeste fremtid. NCKF har derudover undersøgt, hvordan observerede ændringer i afsmeltningen fra Grønlands indlandsis påvirker havcirkulationen og det regionale klima. Begge sæt af eksperimenter danner grundlag for analyser der rækker ind i 2023.

Atmosfæren over det nordatlantiske område er også blevet nærstuderet i 2022. I to relaterede studier (et publiceret og et indsendt i 2022) er den Nordatlantiske Oscillation (NAO) blevet undersøgt. NAO'en beskriver om den varme og fugtige luft bevæger sig i en nordlig eller sydlig bane over Europa. Såfremt man bliver i stand til at forudsige dette, vil det give mulighed for tilsvarende at sige noget om fx hvor milde eller kolde vintre der vil komme i Danmark i de kommende år. Desværre peger studiet på, at det helt fundamentalt er udfordrende at forudsige vejrsystemerne (Christiansen et al., 2022, *Journal of Climate: The Forced Response and Decadal Predictability of the North Atlantic Oscillation: Nonstationary and Fragile Skills*).



SAMARBEJDSAFTALER OG PH.D-PROJEKTER I NCKF

I løbet af 2022 har NCKF indgået en række ph.d.- og samarbejdsaftaler som en del af arbejdspakkerne. Samarbejdsaftaler betyder i denne sammenhæng, at NCKF finansierer arbejdstid for forskere på andre videninstitutioner, for at arbejde på et fælles projekt. Derudover er der en række uformelle samarbejdsaftaler og samarbejdspartnere i de individuelle forskningsprojekter. De finansierede samarbejdsaftaler og ph.d.-aftaler fremgår af tabellerne nedenfor.

Samarbejdsaftaler

Tema	Emne	Samarbejdspartner(e)	Varighed til dato
Tema 1	Vindenergiprognoser: Vindfarme i vejr- og klimamodeller	DTU Wind (DK)	2021-2022
Tema 2	Klimatrusler mod samfundet: Sammenfaldende hændelser	DTU Management (DK)	2022
Tema 3	Qaanaaq-observatoriet og økosystemer	Grønlands Naturinstitut (GL)	2021-2022
	Klimaindikatorer: Temperaturen af den Arktiske havis	DTU Space (DK)	2022
Tema 4	De Nordatlantiske Havstrømme	Havstovan (FO)	2021-2022

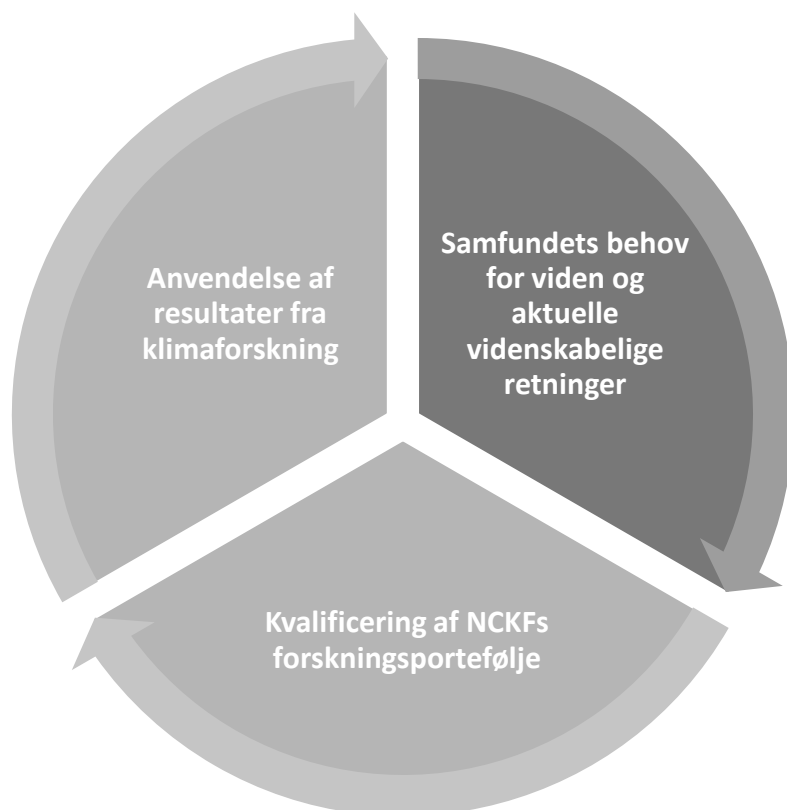
Ph.D.-projekter

Tema	Emne	Samarbejdspartner(e)	Varighed
Tema 2	Ekstremnedbør	DTU Sustain	2021-2024
	Vindskader på bygninger	Københavns Universitet og DTU (+ Realdania)	2022-2025
Tema 3	Overfladetemperaturen på Grønland	Københavns Universitet	2021-2024
	Havis-tidserier fra satellit	DTU Space	2021-2024
	Overflademassebalancen af Grønlands indlandsis	Aarhus Universitet	2021-2024
	Indlandsisen fra satellit	DTU Space og GEUS	2022-2025
Tema 4	Dekadisk klimavariabilitet og forudsigelighed	Syddansk Universitet	2021-2024

DET RÅDGIVENDE UDVALG OG DET VIDENSKABELIGE PANEL

For at løfte rollen som nationalt center guides NCKF's strategiske retning af både det rådgivende udvalg og det videnskabelige panel. De har til opgave at være NCKF's ambassadører og bidrage med råd og anbefalinger i forhold til samfundets vidensbehov og aktuelle videnskabelige retninger.

På baggrund af deres løbende sparring, råd og anbefalinger tilstræbes derfor en dynamisk proces for kontinuerlig vidensudvikling, hvor NCKF's forskningsportefølje tilpasses, så klimaforskningens resultater mest hensigtsmæssigt kan understøtte samfundets behov, og danne et solidt fundament bag politiske beslutninger i rigsfællesskabet, f.eks. i forhold til en effektiv grøn omstilling og klimatilpasning.



Det rådgivende udvalg

Udvalgets opgaver er, at:

- Rådgive om og perspektivere NCKF's strategiske retning og samfundsrelevans samt mulige nye forsknings- og anvendelsesområder
- Sikre internationalt udsyn og tydeliggøre regionale forbindelser, f.eks. nordatlantisk samarbejde
- Agere som ambassadører for NCKF og hjælpe til at udbrede kendskab til centret

Udvalget består af repræsentanter fra relevante danske, grønlandske og færøske myndigheder, virksomheder og organisationer. Udvalget vælger af sin midte en formand for to år ad gangen. Fra DMI deltager direktion og afdelingschef fra NCKF. NCKF og Udvalget rådgives af det videnskabelige panel, som deltager med repræsentanter på møderne. Udvalget kan indkalde faglige eksperter eller nedsætte ad hoc arbejdsgrupper efter behov.

Katrine Krogh Andersen, dekan for Natur- og Biovidenskabeligt fakultet på Københavns Universitet, har været udvalgets formand i 2022.

Det videnskabelige panel

Panelets opgaver er, at:

- Rådgive om relevant faglig og videnskabelige retning og prioritering
- Sikre fokus på alle dele af forskningens værdikæde, fra grundforskning, over modelopbygning, til udvikling, implementering og anvendelse
- Agere som faglige ambassadører og hjælpe til at skabe gunstige partnerskaber og samarbejder

Panelet består af repræsentanter fra den danske forskningsverden samt repræsentanter for Havstovan og Grønlands Naturinstitut. Panelet vælger fra sin midte en formand for to år ad gangen. Fra DMI deltager den videnskabelige leder af NCKF samt andre relevante forskere. Det er væsentligt for det rådgivende udvalgs virke, at medlemmerne af det videnskabelige panel har en betydelig indsigt i klimaforskning og relaterede emner.

Andreas Ahlstrøm, GEUS har været panelets formand i 2022.

FORMIDLING OG RÅDGIVNING

NCKF har i 2022 sat øget fokus på formidling og rådgivning af viden for at øge samfundsværdien af forskningen, så forskningsresultater og klimavidenskab formidles til borgere og anvendes i rådgivningen af myndigheder. Dette arbejde skal understøtte DMI's rolle som regeringens klimavidenskabelig rådgiver, som angivet i klimaloven § 9, og arbejdet med at samle viden gennem forskningssamarbejder på tværs af universiteter, videninstitutioner, styrelser og beslutningstagere, som angivet i aftaleteksten fra Forskningsreserven 2022.

Strategiske mål for NCKF's formidling og rådgivning

- Styrke synligheden og anvendelsen af forskningsresultaterne bredt i samfundet.
- Skabe de bedst mulige beslutningsgrundlag for beslutningstagere i forhold til klimaforandringer, grøn omstilling og klimatilpasning.
- Understøtte NCKF's opgave med at samle viden og knytte klimaforskning i Rigsfællesskabet sammen.

Som en del af indsatsen med formidling og rådgivning er der på DMI oprettet et tværfagligt team i 2022, som har sat fokus på samarbejde mellem klimavidenskab, kommunikation og rådgivning af beslutningstagere.

Opgaven er centreret om:

- Aktuel og proaktiv minister- og myndighedsbetjening
- Målrettet formidling om klimaforskningens resultater, cases og viden om konsekvenser af klimaforandringer
- Samarbejde med relevante institutioner, universiteter, styrelser og beslutningstagere, med et særligt fokus på tværfaglige klimaspørgsmål.

Minister- og myndighedsbetjening

DMI er som regeringens klimavidenskabelige rådgiver ansvarlig for at betjene klimaministeren og andre myndigheder med informationer og rådgivning om klimaforandringer, herunder etableret videnskabelige resultater f.eks. fra IPCC's rapporter. NCKF bidrager med viden om klimaforskningens resultater, aktuelle cases og viden om konsekvenser af klimaforandringer, som udgør beslutningsgrundlag for politiske beslutninger. Som en del af regeringens klimaprogram i 2022 såvel som i 2021 og 2020 har DMI bidraget med en status på den klimavidenskabelige udvikling med fokus på seneste IPCC-rapporter.

Det tværfaglige team har i 2022 sat fokus på nær kontakt og tæt dialog med Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet og proaktiv ministerbetjening. For at understøtte dette arbejde er der taget initiativ til et internt videnberedskab. Videnberedskabet samler viden fra NCKF, DMI og partnerskaber mm., som et systematiseret grundlag for især rådgivning. Fremadrettet skal videnberedskabet løbende opdateres og udbygges, så det i højere grad også kan understøtte formidling, kommunikation og presse.

Måltrettet formidling om klimaforandringer

NCKF udarbejder løbende nyhedshistorier om klimaforandringer i forbindelse med aktuelle begivenheder rundt omkring i verden, eller når der er nye forskningsresultater. Som eksempel blev sommerens tørke- og varmhændelser analyseret og forklaret i perspektiv til de igangværende klimaforandringer. Se eksempelvis:

- "Europa ramt af tørke"
(link: <https://www.dmi.dk/nyheder/2022/europa-ramt-af-torke/>)
- "10 spørgsmål til professoren – voldsom varme"
(link: <https://www.dmi.dk/nyheder/2022/10-sporqsmal-til-professoren-voldsom-varme/>)

Oplæg og formidlingsarrangementer om klimaforandringer er en høj prioritet, som et vigtig værktøj til at udbrede viden om klimaet. Derfor har NCKF holdt en lang række oplæg både for ministerier, styrelser og andre myndigheder som fx NATOs parlamentariske forsamling, i en drøftelse af klimaforandringernes indflydelse på forholdene i Arktis. Tilsvarende har NCKF bidraget til analyserne i rapporten *Dansk sikkerhed og forsvar frem mod 2035* i samarbejde med en lang række danske myndigheder og eksperter.

Bidrag til rapporten 'Dansk sikkerhed og forsvar frem mod 2035'

NCKF har i 2022 bidraget med viden om klimaforandringer globalt, i Arktis og omkring rigsfællesskabet til analysen af den udenrigs- og sikkerhedspolitiske situation frem mod 2035, som blev udarbejdet til den daværende regering under ledelse af Udenrigsministeriet.

På samme måde har DMI med udgangspunkt i NCKF's arbejde løbende bidraget med aktuel viden om klimaforandringer og videnskabelige resultater fra bl.a. IPCC's rapporter som beslutningsgrundlag for regeringens arbejde.

Samtidig har NCKF i anledning af DMI's 150 års jubilæum arrangeret klimaaftener i hele landet, hvor klimavidenskaben præsenteres sammen med konkrete tiltag i landets kommuner. Det første arrangement blev afholdt i 2022, men de øvrige måtte udskydes til starten af 2023 på grund af folketingsvalget i slutningen af året. Jubilæet har også givet anledning til en temaaften på Statens Museum for Kunst, hvor udvalgte kunstværker blev brugt bagtæppe for formidling om klimaforandringer.

DMI og NCKF var også tilstede ved Klimafolkemødet og ved Kulturnatten, og har leveret klimavidenskabelig inspiration til et bogprojekt med essays om fremtidens klima fra en række af landets førende forfattere.

Samarbejde og netværksdannelse

I 2022 har NCKF haft fokus på at kortlægge, initiere og pleje netværk og samarbejder både nationale og internationale, der understøtter koordineringen af klimaforskningen i rigsfællesskabet, og som bidrager til vidensudveksling og tværfaglige perspektiver. Der er etableret et netværksoverblik, så DMI enten kan indhente viden eller henvise til de rette eksperter og forskere, for at yde den bedst mulige rådgivning samt identificere potentielle samarbejdspartnere.

NCKF Symposium 2022

Hvert år afholder NCKF et videnskabeligt symposium med deltagelse af klimaforskere og faglige eksperter, med det formål at drøfte klimaforskning samt aktuelle videnskabelige retninger og prioriteter. Symposiumet er en platform for netværksdannelse, videndeling og opstart af nye samarbejder. NCKF's symposium blev afholdt i November 2022 under titlen: "CLIMATE RESEARCH – major scientific challenges". Mere end 100 klimaforskere og klimainteresserede deltog i mødet, og diskuterede blandt andet hvilke spørgsmål klimavidenskaben mangler svar på, og hvordan og i samarbejde med hvem vi kan komme nærmere nogle svar.