

Kortlægning af Klimaforskning i Danmark

Forskning: Analyse og Evaluering 2/2009

Udarbejdet af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling,
Koordinationsenhed for Forskning i Klimatilpasning og Klima- og Energiministeriet



Ministeriet for Videnskab
Teknologi og Udvikling



Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning



KLIMA- OG
ENERGIMINISTERIET

Kortlægning af Klimaforskning i Danmark

Udgivet af:

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling

Bredgade 43

1260 København K

Telefon: 3392 9700

E-mail: vtu@vtu.dk

Publikationen udleveres gratis, så længe lager haves, ved henvendelse til:

Schultz Grafisk

Herstedvang 10-12

2620 Albertslund

Tlf. 4363 2300

Fax. 4363 1969

Hjemmeside: www.schultz.dk

E-mail: schultz@schultz-grafisk.dk

I samarbejde med:

Koordineringsenhed for Forskning i Klimatilpasning

Etableret under regeringens strategi for tilpasning

til klimaændringer i Danmark

Hjemmeside: www.klima.au.dk/kft

E-mail: kft@dmu.dk

Publikationen kan også hentes på

Videnskabsministeriets hjemmeside: www.vtu.dk

Oplag: 1000

Tryk: Datagraf A/S

Og

Klima- og Energiministeriet

Stormgade 2-6

1470 København K

E-mail: kemin@kemin.dk

ISBN (trykt): 978-87-923-7261-1

ISBN (internet): 978-87-923-7262-8

Marts 2009

Fotos: Peter Bondo Christensen: Forside og side 13

Knud Erik Nielsen: side 34

Forord

Klimaforskningen spiller en central rolle både i forståelsen af klimaudfordringen og i udviklingen af de nødvendige løsninger til gavn for både miljøet, samfundet og erhvervslivet.

Med denne kortlægning af dansk klimaforskning er der for første gang skabt et samlet overblik over klimaforskningen i både den private og den offentlige sektor i Danmark, herunder også over tilpasningsområdet.

Det er glædeligt, at dansk klimaforskning på mange områder er i international topklasse, og der er tale om et forskningsfelt med et stort udviklingspotentiale.

Det er vores håb, at denne kortlægning vil udgøre et solidt analytisk udgangspunkt for videreudviklingen af klimaforskningen i Danmark, og at kortlægningen vil komme både forskningsmiljøerne, samfundet og erhvervslivet til gavn.

Kortlægningen er udarbejdet i et frugtbart samarbejde med Koordinationsenhed for Forskning i Klimatilpasning under Aarhus Universitet, og på grundlag af mange værdifulde bidrag fra forskningsmiljøerne i både den private og den offentlige sektor.

Klimakortlægningen vil indgå i regeringens videre indsats på klimaområdet og i opfølgningen af regeringens klimatilpasningsstrategi.

God læselyst



Helge Sander
Minister for Videnskab, Teknologi og Udvikling



Connie Hedegaard
Klima- og Energiminister

Indhold

FORORD	3
RESUMÉ	5
1 BAGGRUND	7
1.1 Definition af klimaforskning	8
1.2 Den anvendte metode	9
1.3 Rapportens struktur	12
2 KLIMAFORSKNING I DEN OFFENTLIGE SEKTOR	13
2.1 Omfang	14
2.2 Forskningsprofil	18
2.3 Karakteristik af klimaforskerne	22
3 PRIVAT KLIMAFORSKNING I DANMARK	25
3.1 Omfang	26
3.2 Forskningsprofil	28
3.3 Karakteristik af klimaforskerne	32
4 DANSK KLIMAFORSKNING I ET INTERNATIONALT PERSPEKTIV	34
5 FORSKNING I KLIMATILPASNING	41
5.1 Omfang og forskningsprofil	42
5.2 Forskningskompetencer i de enkelte sektorer	46
5.3 Forskningsprojekter relateret til de enkelte sektorer	48
Bilag 1 – Oversigt over bibliometriske emnekategorier	51

Resumé



Kortlægningen af dansk klimaforskning tegner et billede af et relativt lille forskningsfelt med en stærk international position. Målt på forskerårsværk svarer omfanget af klimaforskningen i den offentlige sektor til omkring halvdelen procent af de samlede offentlige forskerårsværk. Hvad angår den private sektor, så svarer FoU-aktiviteten på klimaområdet til 3 % af de samlede private FoU-udgifter i Danmark. I et internationalt perspektiv har dansk klimaforskning en høj publikationsaktivitet sammenlignet med verden og har derudover en høj gennemslagskraft målt på antal modtagne citationer.

I den offentlige sektor, hvilket i rapporten også inkluderer Godkendt Teknologisk Serviceinstitutter, er der identificeret 929 forskere på klimaområdet. 520 af disse har deltaget i kortlægningen. Kortlægningen viser, at forskerne kun har brugt en mindre del af deres årsværk på klimaforskning, og der er således kun samlet set udført 160 årsværk på klimaområdet det seneste år. Dette tal må dog betragtes som et konservativt estimat af forskningsfeltets størrelse i den offentlige sektor. En tredjedel af de samlede forskerårsværk udføres af kvinder. Aarhus Universitet har flest forskerårsværk, efterfulgt af Danmarks Meteorologiske Institut, Danmarks Tekniske Universitet og Københavns Universitet. Målt på fagfællebedømte videnskabelige forfatterskaber er Københavns Universitet den dominerende institution med 32 % af alle klimaforfatterskaber. Den offentlige klimaforskning er overvejende

naturvidenskabelig og har hovedfokus på den fysisk videnskabelige baggrund for klimaforandringerne samt på reduktion af drivhusgasser. Over halvdelen af forskerne bruger under 25 % af deres årsværk på klimaforskning. Der er således en stor andel af forskerne, som bruger en relativt lille del af deres årsværk på klimaforskning. Inden for klimaforskningen er der endvidere en overvægt af lektorer, seniorforskere og docenter i forhold til postdocs og ph.d.-studerende.

I den private sektor er der i alt identificeret 60 virksomheder, som har FoU-aktiviteter på klimaområdet i Danmark. De udførte samlet set 1.348 klimarelaterede FoU-årsværk i 2007. Heraf er de 38 % forskerårsværk, mens resten udføres af teknikere og andet FoU-personale. Erhvervslivets samlede klimarelaterede FoU-udgifter udgør 727 mio. kr. i 2007. Hovedparten af FoU-årsværkene i den private sektor udføres i hovedstadsområdet, og hovedparten af FoU-udgifterne kan henføres til virksomheder med mere end 200 ansatte. 22 % af de samlede årsværk udføres af kvinder. De offentlige forskningsråd medvirkede i 2007 til finansieringen af FoU-udgifter på 35 % af virksomhederne, og står samlet set for 8 % af de private FoU-udgifter til klimaforskning. De hyppigste FoU-samarbejdspartnere for virksomhederne er de danske universiteter efterfulgt af virksomhedernes egne kunder og underleverandører. Det primære forsknings- og udviklingsfokus for virksomhederne er reduktion af drivhusgasser efterfulgt

af klimaforandringernes effekter på menneskelige og naturlige systemer.

I international sammenhæng har Danmark en placering som det 19. mest publicerende land, og målt per indbygger ligger Danmark på en femteplads. Danmarks publikationsaktivitet har generelt været stigende gennem perioden fra 2003 til 2007. På fagområder med danske forskningsaktiviteter citeres forskningen generelt enten på niveau med verdensgennemsnittet eller markant over. Dansk iskerneforskning og palæoklimatisk forskning er særlig synlig i international sammenhæng. De hyppigste samarbejdslande for danske klimaforskere er USA, efterfulgt af Tyskland og Storbritannien, samt Norge og Sverige.

På klimatilpasningsområdet, som udgør en mindre del af den samlede klimaforskning, er der i alt identificeret 256

forskere i den offentlige sektor, der har klimatilpasning som et af flere fokusområder. Af disse har 79 – svarende til 19 årsværk – deres primære fokus inden for tilpasningsforskningen. De største institutioner på området er Aarhus Universitet, Danmarks Tekniske Universitet og Københavns Universitet. Hovedparten af klimatilpasningsforskningen ligger inden for de natur- og samfundsvidenskabelige områder. Som i den øvrige klimaforskning er der på tilpasningsområdet en overvægt af lektorer, docenter, og seniorforskere i forhold til postdocs og ph.d.-studerende. Emnemæssigt ligger hovedvægten inden for tilpasningskapacitet og proaktiv tilpasning, mens de primære sektorområder der fokuseres på, er natur og naturbeskyttelse, byggeri og anlæg samt land- og skovbrug.



KAPITEL 1 – BAGGRUND



Denne kortlægning udspringer af et fælles behov hos Videnskabsministeriet, Koordinationsenhed for Forskning i Klimatilpasning (KFT) og Klima- og Energiministeriet for et samlet overblik over dansk klimaforskning og de potentialer, som feltet indeholder i dag.

Fra regeringens side er der med udsigt til FN's klimakonference, COP15, i København i 2009 en klar forventning om, at dansk klimaforskning i de kommende år vil være genstand for stor samfundsmæssig, politisk og erhvervsmæssig bevågenhed. Klimaforskningen vil med al sandsynlighed komme til at spille en central rolle både i forståelsen af klimaudfordringen og i udviklingen af de nødvendige løsninger til gavn for både miljøet, samfundet og erhvervslivet. Det betyder samtidig, at der i den kommende tid skal tages beslutninger blandt mange aktører om den fremadrettede udvikling af dansk klimaforskning og om anvendelsen af dens resultater. Fra Videnskabsministeriet og Klima- og Energiministeriets side er det ambitionen, at denne kortlægning kan bidrage som et aktivt og faktisk grundlag for disse overvejelser.

I marts 2008 offentliggjorde Regeringen sin strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark. Blandt initiativerne i strategien er bl.a. nedsættelse af et tværgående Koordinationsforum for Klimatilpasning med Klima- og Energiministeriet som formand, som skal sikre en koordineret klimatilpasningsindsats på tværs af sektorer og myndigheder, etablering af et

Videncenter for Klimatilpasning og etablering af en Koordineringsenhed for Forskning i Klimatilpasning (KFT).

Regeringens klimatilpasningsstrategi påpeger nødvendigheden af, at Danmark – på tværs af samfundets sektorer – tilpasser sig til et ændret klima. På baggrund af tidligere undersøgelser påpeger strategien et behov for en styrket samordning, koordinering og videndeling på klimatilpasningsområdet, hvilket koordinationsforum, videncenter og KFT skal medvirke til at sikre. KFT's primære opgave er i denne sammenhæng at styrke videndeling og samarbejde imellem de danske forskningsmiljøer og fremme dansk deltagelse i det internationale forskningssamarbejde på klimatilpasningsområdet. Det er forventningen, at en kortlægning af dansk klimaforskning, suppleret med en konkret fokusering på klimatilpasning vil bidrage til at øge videndelingen på tværs af forskningsmiljøer og sektorer, som klimatilpasningsstrategien konkret efterlyser.

Den samlede kortlægning er resultatet af et frugtbart samarbejde mellem Videnskabsministeriet, KFT og Klima- og Energiministeriet. Kortlægningen er den første af sin slags, der tilvejebringer et samlet overblik over klimaforskningen i Danmark i både den private og den offentlige sektor, ligesom den beskriver den danske klimaforskning i et internationalt perspektiv. Den sidste kortlægning af dansk klimaforskning i den offentlige sektor blev gennemført af Miljøstyrelsen i 2003¹.

¹ "Kortlægning af dansk forskning på klimaområdet og forslag til styrkelse af indsatsområder" Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Center for Økonomisk Analyse, Miljørapport Nr. 763, 2003.

1.1 Definition af klimaforskning

Der findes ingen entydig definition af ”klimaforskning” som forskningsfelt. Klimaforskningen kan med rette siges at indeholde delmængder inden for områder som miljø, energi, transport, økonomi, politologi, antropologi, mv. Det har været ambitionen med denne kortlægning at inkludere de delmængder af andre forskningsområder, som eksplicit gennemføres med begrundelse i klimaområdet. I lyset heraf er den aktuelle kortlægning baseret på overlappet mellem to definitioner: Intergovernmental Panel on Climate Change’s (IPCC) definition af klimaområdet og OECD’s indkredsning af forsknings- og udviklingsarbejde. Definitionen af klimaforskning består således af to dele: ”klima” og ”forskning og udvikling”. De to dele beskrives særskilt i det følgende.

Kortlægningen af dansk klimaforskning tager udgangspunkt i forsknings- og udviklingsarbejde inden for de fem fokusområder, der ligger under IPCC’s tre arbejdsgrupper². Definitionen inkluderer således forskning og udviklingsarbejde inden for ét eller flere af følgende områder:

1. Den fysiske videnskabelige baggrund – dvs. de fysiske aspekter af klimasystemet og klimaforandringerne.
2. Sårbarhed – dvs. den grad hvormed systemer (naturlige såvel som menneskelige/samfundsmæssige systemer) er følsomme overfor og ude af stand til at dæmme op for de negative effekter af klimaforandringer.
3. Effekter – dvs. effekterne af klimaforandringer på naturlige og menneskelige/samfundsmæssige systemer.
4. Tilpasning – dvs. tilpasninger inden for naturlige og menneskelige/samfundsmæssige systemer der begrænser skadevirkninger eller udnytter muligheder af faktiske eller forventede klimatiske stimuli og effekterne heraf.
5. Reduktion af drivhusgasser – dvs. menneskelige/samfundsmæssige tiltag, som reducerer den menneskelige påvirkning af klimasystemet. Det inkluderer tiltag for reduktion af drivhusgasemissioner og kilderne hertil, samt tiltag der forøger fjernelsen af drivhusgas.

I kortlægningen anvendes OECD’s definition på forskning og udvikling (FoU), som den er formuleret i Frascatimanualen³:

- FoU omfatter skabende arbejde foretaget på et systematisk grundlag for at øge den eksisterende viden, samt udnyttelsen af denne viden til at udtænke nye anvendelsesområder.

² <http://www.ipcc.ch/about/how-the-ipcc-is-organized.htm>.

³ Frascati Manual, OECD 2002.



- Fælles for al FoU-aktivitet er, at det skal indeholde et væsentligt nyheds-element.
- FoU-begrebet omfatter forskning og eksperimentel udvikling inden for teknik, naturvidenskab, sundhed, jordbrugs- og veterinærområdet samt inden for kendskabet til mennesket, kulturen og samfundet. Dette betyder, at også forskning og udvikling i forbindelse med administration, økonomisk planlægning, systemanalyser, salg og afsætning er indeholdt.

I forbindelse med genstandsfeltet for denne kortlægning er der således valgt en bred og inkluderende definition på klimaforskning, som findes i overlappet mellem de to definitioner.

1.2 Den anvendte metode

Kortlægningen sammenfatter tre nye undersøgelser af klimaforskning i Danmark samt en række baggrundsoplysninger fra den eksisterende forskningsstatistik. I forbindelse med kortlægningen er følgende nye undersøgelser gennemført:

1. En spørgeskemaundersøgelse blandt 929 klimaforskere i den offentlige sektor og på Godkendt Teknologisk Service (GTS)-institutter – herefter samlet benævnt ”den offentlige sektor”
2. En spørgeskemaundersøgelse blandt 627 virksomheder i Danmark
3. En bibliometrisk undersøgelse af 58.592 videnskabelige publikationer inden for klimaforskning.

De tre undersøgelser er gennemført uafhængigt af hinanden, men de er alle baseret på definitionen af klimaforskning som beskrevet i afsnit 1.1 herover. De enkelte undersøgelser beskrives nærmere i det følgende. For en uddybende beskrivelse af de enkelte undersøgelser henvises til bilagsrapporten. Afslutningsvist diskuteres styrker og svagheder ved de tre undersøgelser.

1.2.1 Spørgeskemaundersøgelse af klimaforskning i den offentlige sektor

Kortlægningen af klimaforskningsaktiviteter i den offentlige sektor er baseret på en spørgeskemaundersøgelse gennemført i perioden oktober-december 2008 blandt offentlige forskningsinstitutioner og GTS'er i Danmark. Undersøgelsen er gennemført af Koordineringsenhed for Forskning i Klimatilpasning i samarbejde med Forsknings- og Innovationsstyrelsen. Det forskningsfaglige rådgiverpanel, som er tilknyttet KFT, og som består af repræsentanter fra de centrale institutioner på klimaområdet, har endvidere bidraget til at kvalificere undersøgelsen, bl.a. ved at bidrage til identifikation af respondenter.

Forud for undersøgelsen blev centrale nøglepersoner på de pågældende institutioner anmodet om at identificere forskere på klimaområdet. Dette skete



ved en direkte henvendelse til klimaforskere på de enkelte institutioner (bl.a. ved træk fra institutionernes klimahjemmesider), samt ved henvendelse til institutionens klimasekretariat og/eller ledelse/rektorat. Endelig har det forskningsfaglige rådgiverpanel, som er tilknyttet KFT, og som består af repræsentanter fra centrale institutioner på klimaområdet, bistået med identifikation af respondenter på egne institutioner i samarbejde med KFT-sekretariatets medarbejdere. De identificerede forskere modtog efterfølgende to elektroniske spørgeskemaer: Ét rettet mod forskernes individuelle forskningsfaglighed og ét rettet mod de projekter, som forskerne har eller har haft projektledelsesansvar for i perioden 2003 og frem. Et ”projekt” har i denne sammenhæng været defineret som en FoU-indsats over et afgrænset tidsrum med en tilknyttet formaliseret budgetlinje.

I hele undersøgelsesperioden var det muligt for nye respondenter at tilmelde sig undersøgelsen og for deltagende forskere at anbefale kolleger til deltagelse i undersøgelsen. KFT-sekretariatet har ved undersøgelsens start fremsendt information om undersøgelsen til de offentlige institutioner til brug for en intern annoncering af undersøgelsen.

I alt 929 klimaforskere modtog på den baggrund en personlig invitation til at besvare spørgeskemaerne, heraf besvarede 520 forskere (56 %) skemaet om deres individuelle forskningsfaglighed og i alt 263 forskningsprojekter blev indrap-

porteret. Undersøgelsens resultat bygger derfor på to grundlæggende præmisser:

- 1) Institutionens samlede tilbagemelding på anmodningerne om at indmelde forskere til undersøgelsen
- 2) Den enkelte forskers vurdering af egen og eventuelle projekters placering i forhold til de stillede spørgsmål.

1.2.2 Spørgeskemaundersøgelse af klimaforskning i den private sektor

Kortlægningen af klimaforskning i den private sektor er baseret på en spørgeskemaundersøgelse blandt 627 virksomheder i Danmark gennemført i perioden 24. november 2008 til 9. januar 2009. Undersøgelsen er gennemført af Danmarks Statistik på opdrag fra Forsknings- og Innovationsstyrelsen og fokuserer på virksomhedernes klimarelaterede FoU-aktiviteter i 2007.

Udgangspopulation for undersøgelsen var 581 virksomheder identificeret af Økonomi- og Erhvervsministeriet i forbindelse med en tidligere undersøgelse af klimaområdet⁴. Danmarks Statistik supplerede populationen med yderligere 46 virksomheder fra den eksisterende forskningsstatistik over forskningsaktive virksomheder på energiområdet.

De 627 virksomheder blev i første omgang kontaktede telefonisk med henblik

⁴ ”Danske Styrkepositioner på Klimaområdet”, Økonomi og Erhvervsministeriet, august 2008



på at identificere de virksomheder, der indledningsvist var relevante for undersøgelsen. For disse virksomheder identificeredes en kontaktperson i virksomheden med overblik over virksomhedens FoU-aktiviteter til brug for den videre undersøgelse.

Blandt de 627 virksomheder kom Danmarks Statistik i kontakt med 593. 306 virksomheder tilkendegav, at de indledningsvist var relevante, at inddrage i undersøgelsen. De identificerede kontaktpersoner i disse virksomheder modtog efterfølgende et elektronisk spørgeskema.

60 ud af de 306 virksomheder indmeldte FoU-aktiviteter på klimaområdet i 2007, mens 207 tilkendegav ikke at have klimarelaterede FoU-aktiviteter. 39 virksomheder kunne ikke kontaktes telefonisk og deltog således ikke i undersøgelsen.

1.2.3 Den bibliometriske undersøgelse

Den bibliometriske undersøgelse af klimaforskning i Danmark er baseret på 58.592 videnskabelige publikationer på klimaområdet, som er identificeret i den tværvidevidenskabelige database ”Web of Science” for perioden 2003-2007. Undersøgelsen er gennemført af Danmarks Biblioteksskole på opdrag af Forsknings- og Innovationsstyrelsen. Undersøgelsen er gennemført fra november 2008 til januar 2009. Den bibliometriske under-

søgelse dækker således kun fagfællebedømte artikler og i begrænset omfang konferencebidrag, mens eksempelvis bøger og rapporter udarbejdet i forbindelse med myndighedsbetjening ikke er inkluderet.

Publikationerne er identificeret gennem en søgestrategi baseret på ord og fraser relateret til klimaområdet. Søgestrategien er baseret på Forsknings- og Innovationsstyrelsens definition af klimaforskning (se afsnit 1.1), Klimakrisen af Walker & King (2008) og diverse rapporter fra IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Gennem stikprøver i det samlede søgesæt er ”støj” som eksempelvis ”indendørsklima” ekskluderet.

Søgestrategien resulterede i et søgesæt på 58.592 publikationer inden for klimaforskning på verdensplan, heraf 980 publikationer med mindst én dansk medforfatter. Det er disse publikationer, der danner udgangspunkt for den bibliometriske analyse.

1.2.4 Styrker og svagheder ved de tre delundersøgelser

De tre undersøgelser bygger jf. ovenstående på forskellige metoder og tager dermed udgangspunkt i hver deres datagrundlag. Spørgeskemaundersøgelsen af forskere og forskningsprojekter i den offentlige sektor kommer bredt ud i forskningsmiljøerne, men bygger på den enkelte forskers vurdering af egen involvering i

klimaområdet og hukommelse af de gennemførte forskningsprojekter. I spørgeskemaundersøgelsen blandt virksomhederne er populationen grundigt undersøgt, men hviler på at den rigtige population er identificeret i udgangspunktet. Bibliometrien tegner et nuanceret billede af den videnskabelige publikations- og citationsaktivitet på klimaområdet, men afhænger af databasens begrænsede dækningsgrad og medtager kun fagfællebedømte publikationer.

De tre undersøgelser bygger således på forskellige metoder og har forskellige styrker og svagheder. Undersøgelserne bidrager imidlertid hver især med forskellige perspektiver på klimaforskningen i Danmark. Sammenligning af undersøgelsesresultater på tværs af de tre undersøgelser kan dog kun foretages på baggrund af en samtidig vurdering af deres forudsætninger.

1.3 Rapportens struktur

Foruden dette baggrundskapitel er kortlægningen opdelt i fire kapitler, der beskæftiger sig med forskellige aspekter af klimaforskningen. Kapitel 2 og 3 omhandler omfanget, profilen og organiseringen af klimaforskningen i henholdsvis den offentlige og den private sektor. I det fjerde kapitel indplaceres dansk klimaforskning i en international sammenhæng. Det femte kapitel er udarbejdet af KFT og fokuserer på den del af klimaforskningen, der omhandler klimatilpasning.

Kapitel 2 – Klimaforskning i den offentlige sektor



Dette kapitel sætter fokus på klimaforskningen i den offentlige sektor og på Godkendt Teknologisk Serviceinstitutter (GTS). Kapitlet bygger på resultaterne fra en spørgeskemaundersøgelse gennemført blandt klimaforskere i Danmark samt en bibliometrisk undersøgelse af publikationsaktiviteten på klimaområdet. De to undersøgelser er beskrevet nærmere i Kapitel 1.

Kapitlet indeholder indledningsvis en beskrivelse af omfanget af klimaforskningen i Danmark. Dernæst beskrives profilen af den danske klimaforskning. Det sidste afsnit indeholder en karakteristik af de forskere, som arbejder på klimaforskningsområdet i den offentlige sektor.

I kapitlet estimeres omfanget af klimaforskningen til 160 årsværk. Målt på forskerårsværk er Aarhus Universitet, Danmarks Tekniske Universitet, Danmarks Meteorologiske Institut og Københavns Universitet de største institutioner på området. Målt på videnskabelige publikationer har Københavns Universitet den største andel af klimaforfatterskaber med 32 % i perioden 2003-2007, efterfulgt af Aarhus Universitet og Danmarks Tekniske Universitet. 163 af de indmeldte forskningsprojekter var aktive på klimaområdet i 2007 med et samlet årsbudget på 262 mio. kr. Kapitlet viser endvidere, at hovedvægten i den danske klimaforskning i den offentlige

sektor ligger inden for anvendt forskning og grundforskning frem for udviklingsarbejde. De vigtigste fokusområder er den fysisk videnskabelige baggrund for klimaforandringerne, reduktion af drivhusgasser samt effekterne af klimaforandringerne. Forskningen er overvejende naturvidenskabelig og dækker et bredt spektrum af hoveddisciplinerne inden for klimaforskningen. Københavns Universitet, Aarhus Universitet og Danmarks Tekniske Universitet har alle brede forskningsprofiler på klimaområdet, mens fx GEUS og Danmarks Meteorologiske Institut er mere specialiserede inden for et mindre antal klimarelaterede emneområder. Kapitlet viser desuden, at seniorniveauet er i overtal blandt klimaforskerne i forhold til ph.d.-studerende og postdocs, og at forskerne kun anvender en mindre del af deres samlede årsværk på forskning relateret til klimaområdet. Endelig viser kapitlet, at knapt en tredjedel af forskerårsværkene udføres af kvinder. Dette er en mindre andel end i den øvrige offentlige sektor, men en større andel end i den private klimaforskning.

2.1 Omfang

For at skabe et generelt overblik over omfanget af klimaforskningen i den offentlige sektor i Danmark, indledes afsnittet med en beskrivelse af antallet af klimaforskere, årsværk og publikationer fordelt på institutioner. Dernæst beskrives



omfanget af de klimaforskningsprojekter, der var i gang i 2007.

Tabel 2.1 indeholder en oversigt over antallet af forskere, årsværk og projekter samt det samlede årsbudget for de aktive forskningsprojekter på klimaområdet i 2007. I modsætning til undersøgelsen af klimaforskningen i den private sektor inkluderer denne undersøgelse kun forskerårsværk og ikke teknikere og andet FoU-personale.

Tabel 2.1. Antal forskere, årsværk og projekter på klimaforskningsområdet i 2007/2008

Forskere, årsværk og projekter	
Antal identificerede klimaforskere	929 forskere
Antal klimaforskere, der har deltaget i kortlægningen	520 forskere
Antal identificerede årsværk på klimaområdet	160 årsværk
Antal aktive projekter	163 projekter
De aktive projekters samlede årlige budgetsum	262 mio. kr.

Perioden er 2007/2008, idet respondenterne er blevet spurgt til, hvor meget af deres arbejdstid de har brugt på klimaforskning de sidste 12 måneder.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008.

Som tabel 2.1 viser, har kortlægningen identificeret i alt 160 forskerårsværk på klimaforskningsområdet i 2007/2008. Årsværksopgørelsen inkluderer Godkendt

Teknologisk Serviceinstitutter, men de udgør kun en relativt lille andel af de samlede årsværk. Da det kun er 520 af de i alt 929 identificerede klimaforskere, der har deltaget i undersøgelsen, må antallet af årsværk formodes reelt at være større. Antallet af identificerede årsværk på klimaforskningsområdet er dog på niveau med tidligere årsværksestimater for området i form af Miljøstyrelsens kortlægning fra 2003 og FoU-statistikken 2006⁵.

Miljøstyrelsen gennemførte i 2003 en Kortlægning af Klimaforskning i Danmark for perioden 1998-2001. Undersøgelsen viste, at der var 256 forskerårsværk på klimaområdet i 2001. Det er dog vigtigt at understrege, at Miljøstyrelsens kortlægning bygger på en anden definition af klimaforskning samt en anden opgørelsesmetode, hvilket gør det vanskeligt at sammenligne de to undersøgelser direkte. Der er dog ikke noget, der indikerer, at antallet af forskerårsværk på klimaforskningsområdet har været i vækst i perioden.

Klimaforskning var også ét af de udvalgte strategiområder i FoU-statistikken for 2006. Statistikken viser, at der i 2006 var 207 FoU-årsværk inden for klimaområdet – altså medregnet både videnskabeligt og teknisk personale. Det er dog også her vigtigt at understrege, at resultatet fra FoU-statistikken skal tolkes varsomt, da de forskellige strategiområder er overlappende. Derudover bygger strategiområdet ”Klima” på en anden

⁵”Kortlægning af dansk forskning på klimaområdet og forslag til styrkelse af indsatsområder” Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Center for Økonomisk Analyse, Miljørapport Nr. 763, 2003.

definition end den, der er valgt i denne kortlægning⁶.

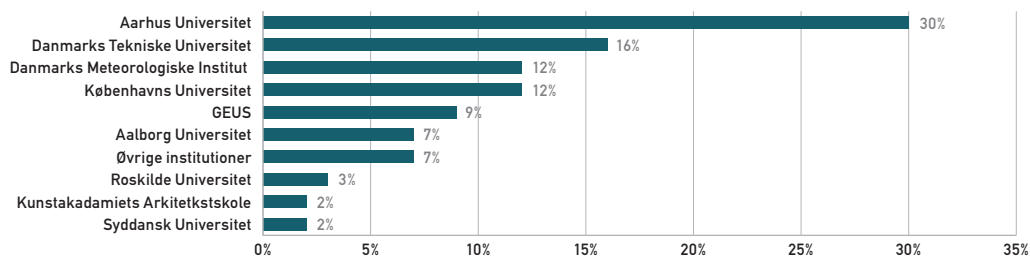
Selvom klimaforskningsområdet muligvis er større end det, som resultatet af kortlægningen viser, er der dog stadig tale om et relativt lille forskningsfelt. Forskerårsværkene på klimaområdet udgør ca. halvanden procent af de samlede forskerårsværk i den offentlige sektor.

Figur 2.1 herunder viser, at 30 % af forskerårsværkene på klimaområdet udføres på Aarhus Universitet. Dernæst kommer Danmarks Tekniske Universitet med 16 % samt Danmarks Meteorologiske Institut og Københavns Universitet, som begge har 12 % af årsværkene. Syddansk Universitet er med 2 % den

institution i figuren, som har indmeldt færrest årsværk. De øvrige institutioner udgør 7 % og omfatter 13 institutioner, som har under tre forskerårsværk på klimaområdet. Fordelingen viser overordnet, at klimaforskningen er spredt på relativt mange institutioner med få årsværk.

Figur 2.1 bygger på en spørgeskemaundersøgelse gennemført blandt klimaforskerne. Et andet mål for de danske institutioners andel af klimaforskningen i Danmark er institutionernes andel af videnskabelige forfatterskaber inden for klimaområdet. En sådan bibliometrisk opgørelse er baseret på fagfællebedømte videnskabelige artikler. I fortolkningen af resultaterne er det derfor vigtigt at

Figur 2.1. Klimaårsværk i 2007/2008 fordelt på institutioner med over tre årsværk på klimaforskningsområdet



Figuren bygger på i alt 160 forskerårsværk. Kategorien "Øvrige institutioner" dækker følgende institutioner: Vejdirektoratet, Nationalmuseet, Teknologisk Institut, Arkitektskolen Aarhus, Dansk Institut for Internationale Studier, DHI, Det Økonomiske Råd, Statens Serum Institut, Anvendt Kommunal Forskning, Statens Museum for Kunst, Agrotech, Dansk Brand- og Sikrings-teknisk Institut og Naturhistorisk Museum i Aarhus.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008.

⁶ Dansk Center for Forskningsanalyse, 2006

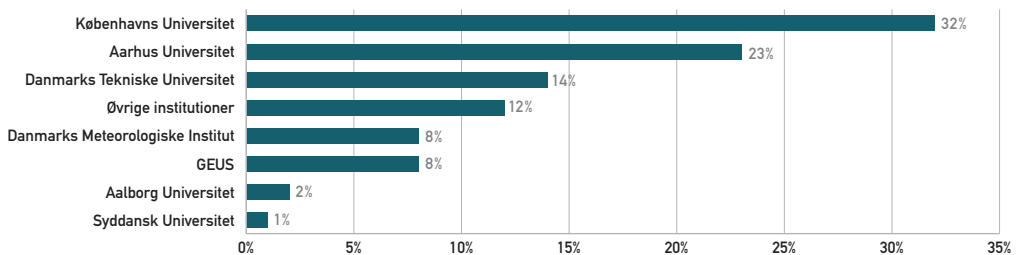
holde sig for øje, at videnskabelige publikationer kun udgør en del af den produktion, som finder sted på institutionerne. Rapporter, bogudgivelser mv. dækkes således ikke i den bibliometriske undersøgelse.

Figur 2.2 viser, at Københavns Universitet er den institution med flest forfatterskaber inden for dansk klimaforskning i perioden 2003 – 2007 blandt de publikationsformer, som indgår i opgørelsen. Københavns Universitets andel af forfatterskaberne udgør 32 %, mens Aarhus Universitets andel udgør 23 %. Herefter er der et spring ned til Danmarks Meteorologiske Institut og GEUS med hver en andel på 8 % af forfatterskaberne. I forbindelse med spørgeskemaunders-

søgelsen blandt institutionerne blev respondenterne bedt om at indrapportere en række nøgledata for forskningsprojekter, som var i gang i perioden 2003-2008. Et ”projekt” har i denne sammenhæng været defineret som en forskningsindsats over et afgrænset tidsrum med en tilknyttet formaliseret budgetlinje. Nedenstående resultater bygger på disse indrapporteringer.

Kortlægningen har identificeret i alt 263 forskningsprojekter på klimaområdet i perioden 2003-2008. I det følgende, vil der kun blive fokuseret på de 163 projekter, som var aktive i 2007. Dvs. de projekter som blev påbegyndt, var i gang eller blev afsluttet i 2007.

Figur 2.2. Institutioners andele af fagfællebedømte danske forfatterskaber i perioden 2003-2007

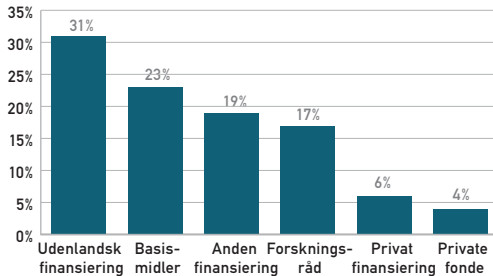


Figuren viser danske institutioners andele af forfatterskaber inden for klimaforskning. Kategorien ”øvrige institutioner” indeholder institutioner med en andel på under 1 % af forfatterskaberne.

Kilde: Bibliometrisk undersøgelse gennemført af Danmarks Biblioteksskole, 2008.



Figur 2.3. Den samlede årlige budgetsum for aktive klimaforskningsprojekter i 2007 fordelt på finansieringskilder



Den samlede årlige budgetsum for aktive projekter i 2007 var 262 mio. kr. Den samlede budgetsum for 2007 er beregnet ved at tage det enkelte projektets samlede budgetsum og dividere med antal år i projektperioden. Herefter er alle de årlige projektbudgetter lagt sammen for de projekter, som var aktive i 2007. Kategorien "Anden finansiering" dækker fx over midler fra ministerier, Nordisk Ministerråd mv.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

De 163 klimaforskningsprojekter der var aktive i 2007 havde en samlet årlig budgetsum på 262 mio. kr. Figuren herover viser, at 31 % af midlerne til projekterne finansieres fra udlandet, mens universiteternes basismidler med 23 % er den næststørste finansieringskilde. Endelig viser figuren, at de danske forskningsråd finansierer 17 % af midlerne.

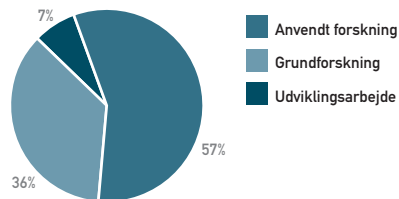
2.2 Forskningsprofil

Dette afsnit beskriver profilen af dansk klimaforskning. Afsnittet sætter indledningsvis fokus på hvordan dansk klimaforskning fordeler sig blandt IPCC's

fokusområder og blandt de videnskabelige hovedområder. Dernæst følger en beskrivelse af de danske institutioners klimaforskningsprofil.

Figur 2.4 viser den samlede årlige budgetsum for de 163 projekter, som var aktive i 2007 fordelt på forskningsart.

Figur 2.4. Samlet årligt projektbudget for klimaforskningsprojekter i 2007 fordelt på forskningsart



Den samlede årlige budgetsum for aktive projekter i 2007 var 262 mio. kr. Den samlede budgetsum for 2007 er beregnet ved at tage det enkelte projektets samlede budgetsum og dividere med antal år i projektperioden. Herefter er alle de årlige projektbudgetter lagt sammen for de projekter, som var aktive i 2007.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Figuren viser, at anvendt forskning tegner sig for 57 % af de samlede projektmidler i 2007. Anvendt forskning omfatter originale undersøgelser med det formål at tilvejebringe ny viden, der primært retter sig mod bestemt anvendelse eller mål.

36 % af de samlede årlige budgetmidler blev i 2007 brugt på grundforskning, dvs. til teoretisk eller eksperimentelt arbejde med det formål at tilvejebringe ny viden om baggrunden bag fænomener og obser-

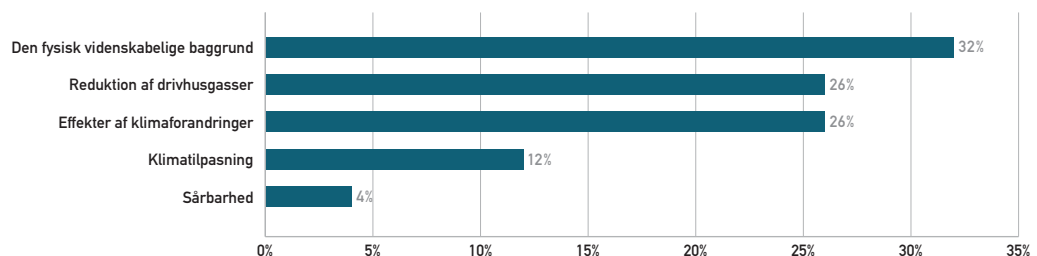
vationer, der ikke sigter mod en bestemt brug eller anvendelse. Endelig anvendes 7 % af budgetmidlerne på projekter inden for udviklingsarbejde, som indbefatter systematisk arbejde, der på baggrund af viden fra forskning og praktisk erfaring er rettet mod produktionen af nye produkter, materialer og instrumenter mv.

Figur 2.5 viser, hvordan antallet af årsværk fordeler sig på IPCC's fem fokusområder. Figuren er udarbejdet på baggrund af den enkelte forskers højst prioriterede fokusområde.

Figur 2.5 viser, at 32 %, svarende til 52 forskerårsværk, ligger inden for den fysisk videnskabelige baggrund, som

omfatter forskning i de fysiske aspekter af klimasystemet og klimaforandringerne. Herefter følger reduktion af drivhusgasser og effekter af klimaforandringerne, med hver 26 % af forskerårsværkene. Som beskrevet i Kapitel 1 inkluderer reduktion af drivhusgasser tiltag, som reducerer den menneskelige påvirkning af klimasystemet og kilderne hertil. Det inkluderer også tiltag, der forøger fjernelsen af drivhusgas, mens effekterne af klimaforandringer dækker over effekterne af klimaforandringerne på naturlige og menneskelige/samfundsmæssige systemer. Klimatilpasning og sårbarhed er de to af IPCC's fokusområder, hvor der er færrest årsværk.

Figur 2.5. Klimaårsværk i 2007/2008 fordelt på IPCC's fem fokusområder



Figuren bygger på i alt 160 årsværk. Figuren er udarbejdet ved at tage den enkelte forskers årsværk og uddele denne på forskerens første prioritet. Der er således ikke taget højde for at forskeren bruger en del af sin tid på de fokusområder, som han/hun har angivet som 2., 3., 4. eller 5. prioritet i spørgeskemaet. IPCC's fem fokusområder er defineret i Kapitel 1.
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008



Tekstboks 2.1 Eksempler på forskning inden for hvert af IPCC's fem fokusområder

DEN FYSISK VIDENSKABELIGE BAGGRUND

Indmeldte forskningsprojekter med hovedfokus på den fysiske videnskabelige baggrund inkluderer eksempelvis emner som forbedrede modelsimulationer af regionale klimaforandringer, Arktis' rolle i det globale klimasystem eller studier af den hydrologiske cyklus i Nordsøen.

REDUKTION AF DRIVHUSGASSER

Indmeldte forskningsprojekter med hovedfokus på reduktion af drivhusgasser omhandler eksempelvis emner som lys og energi i bygninger, indfangning og lagring af kuldioxid eller produktionsmetoder for bioenergi.

EFFEKTER AF KLIMAFORANDRINGER

Indmeldte forskningsprojekter med hovedfokus på effekterne af klimaforandringerne inkluderer eksempelvis emner som historiske studier af pukkelhvaler, udvikling af tørkevarslingssystemer eller forandringer i tundra-økosystemer.

KLIMATILPASNING

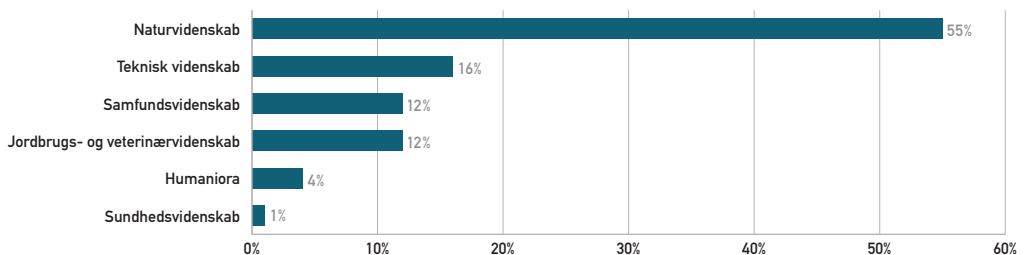
Indmeldte forskningsprojekter med hovedfokus på klimatilpasning inkluderer eksempelvis emner som optimering af spildvandssystemer, beslutningsstøttesystemer for tilpasningstiltag og dimensionering af afløbssystemer.

SÅRBARHED

Indmeldte forskningsprojekter med hovedfokus på sårbarhed inkluderer eksempelvis emner som bygnings sårbarhed overfor klimatiske ændringer, afgrødeproduktionens sårbarhed samt sårbarhed i forhold til forhøjede CO₂ koncentrationer i atmosfæren.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Figur 2.6. Klimaårsværk 2007/2008 fordelt på videnskabelige hovedområder



Figuren bygger på i alt 160 årsværk. Figuren er udarbejdet ved at tage den enkelte forskers årsværk og uddele denne på forskerens første prioritet. Der er således ikke taget højde for, at forskeren bruger en del af sin tid på de videnskabelige hovedområder, som han/hun har angivet som fx 2. eller 3. prioritet.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

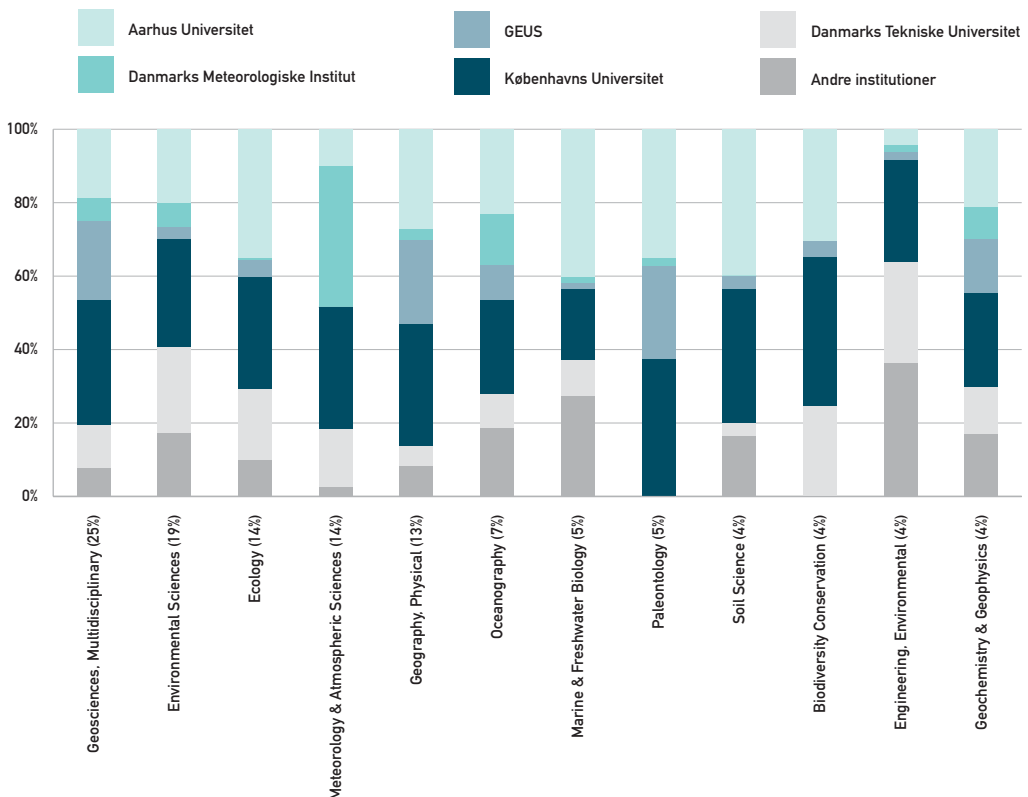


Figur 2.6 viser, at klimaforskningen primært finder sted inden for det naturvidenskabelige område. 55 % af årsværkene ligger inden for dette hovedområde. Herefter følger de tekniske videnskaber med en andel på 16 %. 12 % af klimaforskningen ligger inden for samfundsvidenskab, mens andre 12 % ligger inden for jordbrugs- og veterinærvidenskab. Humaniora og sundhedsvidenskab er de

to videnskabelige hovedområder, hvor der udføres mindst klimaforskning.

Et yderligere perspektiv på den danske klimaforskningsprofil er de enkelte institutioners emnemæssige hovedfokus. Figur 2.7 indeholder en oversigt over institutioners andele af de danske fagfællebedømte publikationer inden for udvalgte emnekategorier.

Figur 2.7. Danske institutioners andel af forfatterskaberne inden for udvalgte emnekategorier 2003-2007



Emnekategoriernes andel af den samlede danske publikationsmængde på klimaområdet er angivet i parentes. Fællesforfatterskaber tæller med for hver institution. De enkelte emnekategorier er nærmere beskrevet i Bilag 1. Kilde: Særkørsel, Danmarks Biblioteksskole, 2008.

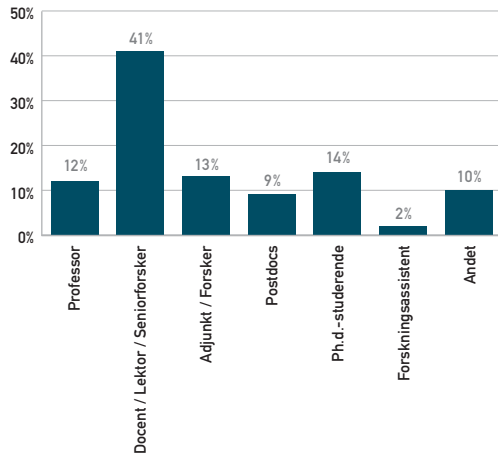
Figur 2.7 viser de 12 emnekategorier, hvor Danmark publicerer mest. Figuren viser derudover de danske institutioners procentvise andel af produktionen inden for hver emnekategori. Kun de fem mest publicerende institutioner er medtaget i figuren. De enkelte emnekategorier er beskrevet i Bilag 1.

Figuren viser, at Københavns Universitets klimaforskningsprofil er den bredest dækkende blandt de udvalgte institutioner tæt fulgt af Aarhus Universitet og derefter Danmark Tekniske Universitet. GEUS er primært til stede inden for emnekategorierne *Geosciences (Multidisciplinary, Geography (Physical) og Paleontology* mens Danmarks Meteorologiske Instituts klimaforskningsprofil primært viser aktivitet inden for emnekategorierne *Meteorology & Atmospheric Sciences og Oceanography*.

2.3 Karakteristik af klimaforskerne

I dette afsnit sættes der fokus på klimaforskerne. Afsnittet indledes med oversigt over, hvordan klimaforskerne fordeler sig på stillingskategori og køn. Dernæst beskrives det, hvor meget af deres årsværk de enkelte forskere brugte på klimaforskning i 2007/2008.

Figur 2.8. Klimaårsværk fordelt på stillingskategori 2007/2008



Figuren bygger på i alt 160 årsværk. Kategorien "Andet" dækker fx over forskningsledelse og medarbejdere uden for stillingsstrukturen.

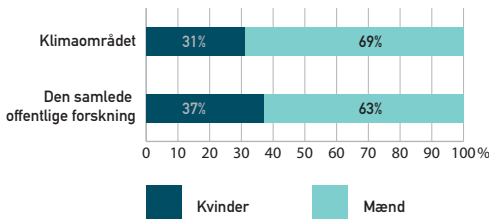
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008.

Som det fremgår af figuren, kan 12 % af de 160 årsværk tilknyttes professorer, mens 41 % udføres af lektorer, docenter og seniorforskere. Denne gruppe er således den største målt på årsværk. 13 % af årsværkene kan henføres til adjunkter og forskere, mens henholdsvis 9 % og 14 % udføres af postdocs og ph.d.-studerende. Forskningsassistenter udgør kun 2 % af de samlede årsværk.

Figur 2.9 viser forskerårsværkene fordelt på køn på henholdsvis klimaområdet og forskning inden for den samlede offentlige sektor.



Figur 2.9. Forskerårsværkene på klimaområdet og i den samlede offentlige sektor fordelt på køn i 2007/2008



Figuren bygger på i alt 160 årsværk på klimaområdet. Kønsfordelingen i den øvrige offentlige sektor bygger på FoU-statistikken 2006.

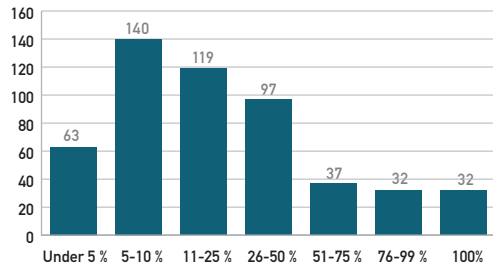
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008 samt Dansk Center Forskningsanalyse, 2006

Figuren viser kønsfordelingen af forskerårsværkene på klimaforskningsområdet i sammenligning med den samlede offentlige sektor. Ud af de 160 forskerårsværk på klimaområdet udføres de 31 % af kvinder. Dette er seks procentpoint mindre end i den samlede offentlige sektor, hvor 37 % af de samlede FoU-årsværk udføres af kvinder. Den offentlige klimaforskning ligger derimod ni procentpoint højere end i den private sektor. Her udføres 22 % af FoU-årsværkene af kvinder (se Kapitel 3).

Hvis man vægter i forhold til repræsentationen af de videnskabelige hovedområder på klimafeltet (se figur 2.6), er andelen af kvinder inden for klimaforskning dog højere end forventet. Givet den generelle kønsfordeling på de videnskabelige hovedområder skulle man forvente, at kun 29 % af årsværkene blev udført af kvinder, mens andelen reelt er 31 %.

Figur 2.10 herunder indeholder en oversigt over, hvor stor en andel af sit samlede årsværk den enkelte forsker brugte på klimaforskning i 2007/2008.

Figur 2.10. Andel af den enkelte forskers FoU-årsværk brugt på klimaforskning 2007/2008



Figuren bygger på i alt 520 forskere.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Figuren viser, at en stor andel af klimaforskerne bruger en relativt lille del af deres årsværk på klimaforskning. 63 af de 520 forskere brugte således under 5 % af deres årsværk på klimaforskning, mens 419 forskere brugte under halvdelen af deres årsværk på klimaforskning, hvilket svarer til 81 % af forskerne. 32 forskere brugte hele deres årsværk på klimaforskning svarende til 6 %. Det er dog i den forbindelse vigtigt at understrege, at en del af den enkelte forskers årsværk bruges på andet end forskning, herunder undervisning mv.

Figuren viser således, at en stor andel af klimaforskerne bruger relativt lidt af deres tid på klimaforskning. For at sætte det i perspektiv så betyder det fx, at der i alt er 85 professorer, der arbejder med

klimaforskning, mens der kun er i alt 19 professorårsværk på klimaområdet. Det samme billede gør sig gældende i for de øvrige stillingskategorier, herunder også for stillingskategorierne docent, lektor og seniorforskere. Her er der 230 forskere, der arbejder med klimaområdet, men hvis man lægger den tid de bruger sammen, så bruges der reelt kun 66 årsværk på forskning inden for området.

Kapitel 3 – Privat klimaforskning i Danmark



I dette kapitel beskrives omfanget af dansk klimaforskning i den private sektor. Kapitlet er baseret på en spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik blandt virksomheder i Danmark. Undersøgelsen er nærmere beskrevet i Kapitel 1. I kapitlet beskrives omfanget af klimaforskningen i den private sektor, klimaforskningens profil og virksomhedernes vigtigste samarbejdspartnere. Endelig redegøres for sammensætningen af FoU-personalet på klimaområdet i den private sektor.

Kapitlet viser, at der samlet set er 1.351 klimarelaterede FoU-årsværk på klimaområdet i den private sektor, mens de samlede FoU-udgifter udgør 727 mio. kr. i 2007. Klimaområdet udgør således 3 % af de samlede private FoU-udgifter i Danmark⁷. Det er hovedsageligt de større virksomheder, som har klimarelaterede FoU-aktiviteter, og forskningen finansieres primært af virksomhederne selv, gennem udenlandsk finansiering eller gennem de danske forskningsråd. Hovedparten af virksomhedernes FoU-udgifter ligger inden for udviklingsarbejde, mens hovedparten af FoU-årsværkene udføres i hovedstadsområdet. Forskere udgør lidt over en tredjedel af virksomhedernes FoU-årsværk, mens teknikere udgør lidt over halvdelen. 22 % af virksomhedernes klimarelaterede FoU-årsværk udføres af kvinder.

Den mest fremtrædende branche inden for klimaforskningen er rådgivende ingeniørvirksomheder, og den primære

produktgruppe er el-, gas-, varme- og vandforsyning. Generelt er energiprodukter og tunge industriprodukter fremherskende produktgrupper inden for klimaforskningen i den private sektor. Fokus for virksomhedernes FoU-aktiviteter er reduktion af drivhusgasser og sekundært effekterne af klimaforandringerne. Hovedparten af virksomhederne deltager i formaliseret FoU-samarbejde på klimaområdet. Her er universiteter og højere læreanstalter den vigtigste samarbejdspartner både nationalt og internationalt.

3.1 Omfang

Dette afsnit beskriver omfanget af klimaforskningen i Danmark i den private sektor, herunder FoU-udgifter og årsværk, vigtigste finansieringskilder og den geografiske fordeling af FoU-aktiviteterne. I modsætning til undersøgelsen af den offentlige sektor inkluderer denne undersøgelse både forskere, teknikere og andet FoU-personale.

Som det fremgår af tabel 3.1, er der identificeret 1.351 FoU-årsværk på klimaområdet i 2007 i den private sektor, mens de samlede FoU-udgifter beløber sig til 727 mio. kr. Klimaområdet udgør således 3 % af de samlede private FoU-udgifter i Danmark. Tabellen viser endvidere, at rådgivende ingeniørvirksomheder udfører 64 % af årsværkene, mens fremstillingsindustrien står for 31 %. Inden for Energi og byggeanlæg udføres kun 3 % af årsværkene, men har en andel på 24 % af FoU-

⁷ Dansk Center for Forskningsanalyse, 2006



Tabel 3.1. Klimarelaterede FoU-årsværk og udgifter fordelt på brancher 2007

Branche	FoU-årsværk	Fordeling	FoU-udgifter (Mio. kr.)	Fordeling
Rådgivende ingeniørvirksomhed	860	64%	272	37%
Fremstilling	424	31%	257	35%
Energi og bygge-anlæg	40	3%	177	24%
Handel og transport	17	1%	14	2%
Øvrige brancher	10	1%	7	1%
I alt	1.351	100%	727	100%

Fordelingen af de klimarelaterede FoU-udgifter giver i alt 99 %, hvilket skyldes afrundinger.
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008.

udgifterne. Dette kan muligvis skyldes, at denne branche er mere investeringstung.

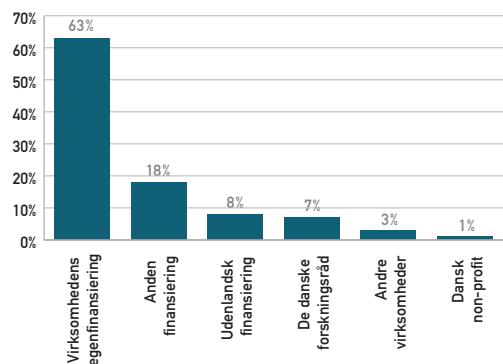
Tabellen viser endvidere, at de rådgivende ingeniørvirksomheder og fremstillingsindustrien er de mest forskningsaktive brancher på klimaområdet målt på både udgifter og årsværk.

Undersøgelsen viser desuden, at 75 % af de klimarelaterede FoU-udgifter kan henføres til virksomheder med mere end 200 ansatte.

Figur 3.1 viser, at virksomhederne egenfinansierer størstedelen (63 %) af de klimarelaterede FoU-udgifter, mens 8 % af FoU-udgifterne finansieres fra udlandet. 7 % af de klimarelaterede FoU-udgifter finansieres af de danske forskningsråd og 3 % finansieres af andre virksomheder. Herudover finansieres 18 % af andre kilder, herunder forskningsmidler fra brancheorganisationer, ministerier og styrelser mv.

Undersøgelsen viser desuden, at 35 % af de virksomheder, der indgår i kortlægningen har modtaget finansiering til klimaforskning fra de danske forskningsråd i 2007.

Figur 3.1. Virksomhedernes klimarelaterede FoU-udgifter fordelt på finansieringskilder 2007



De samlede FoU-udgifter er i alt 727 mio. kr. i 2007. Kategorien "Anden finansiering" inkluderer forskningsmidler fra brancheorganisationer samt ministerier og styrelser, herunder EUDP, EFP, PSO, m.v.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008.



Tabel 3.2. Virksomhedernes klimarelaterede FoU-årsværk fordelt på geografiske hovedområder 2007

Geografisk hovedområde	FoU årsværk	Fordeling	Antal virksomheder	Fordeling
Hovedstadsområdet	895	66%	26	43%
Jylland	416	31%	26	43%
Øvrige del af øerne	26	2%	6	10%
Fyn	11	1%	2	3%
I alt	1.348	100%	60	100%

Fordelingen af antallet af virksomheder giver i alt 99 %, hvilket skyldes afrundinger.
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008.

Tabel 3.2 viser fordelingen af FoU-årsværk og antallet af forskningsaktive virksomheder fordelt på geografiske hovedområder.

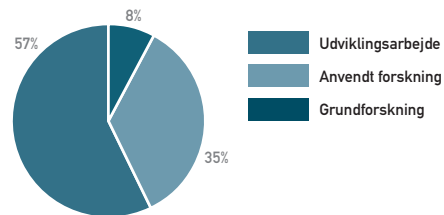
Som det kan ses, udføres 66 % af de klimarelaterede FoU-årsværk i hovedstadsområdet efterfulgt af Jylland med 31 %. Fyn og Øvrige dele af øerne står for de resterende 3 % af FoU-årsværkene.

Bemærk at FoU-årsværkene i hovedstadsområdet og i Jylland begge er fordelt på 26 virksomheder. Der udføres dermed mere end dobbelt så mange FoU-årsværk per virksomhed i hovedstadsområdet som i Jylland.

3.2 Forskningsprofil

Dette afsnit beskriver den faglige profil af klimaforskningen i den private sektor, herunder forskningsart, orientering mod produktgrupper, strategiske fokusområder og de vigtigste samarbejdspartnere.

Figur 3.2. Virksomhedernes klimarelaterede FoU-udgifter fordelt på forskningsart 2007



De samlede FoU-udgifter er i alt 727 mio. kr. i 2007.
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008. Forskningsarterne er fra Frascatimanualen, OECD 2002.

Figur 3.2 viser, at hovedparten (57 %) af virksomhedernes klimarelaterede FoU-udgifter er rettet mod udviklingsarbejde. Udviklingsarbejde defineres i denne sammenhæng som systematisk arbejde baseret på viden opnået gennem forskning og praktisk erfaring. Formålet er at skabe materialer, varer, tjenesteydelser, processer, systemer eller andre aktiviteter, der har et væsentligt nyhedselement for markedet.

Anvendt forskning står for 35 % af FoU-udgifterne. Anvendt forskning er eksperimenterende eller teoretisk arbejde med det formål at opnå ny viden og forståelse. Arbejdet er dog primært rettet mod bestemte anvendelsesområder som energi, IKT eller transport.

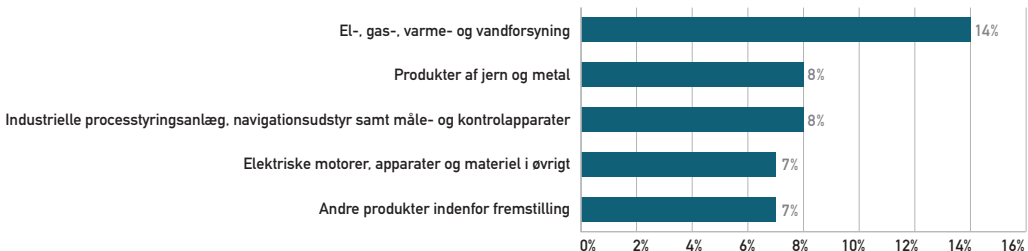
De resterende 8 % af virksomhedernes FoU-udgifter anvendes til grundforskning – dvs. eksperimenterende eller teoretisk arbejde med det primære formål at opnå ny viden og forståelse uden nogen bestemt anvendelse i sigte.

Hvor udviklingsarbejdet er den dominerende forskningsart i den private sektor, er kun 7 % af projektudgifterne rettet

mod udviklingsarbejde i den offentlige sektor. Derimod rettes en større andel af midlerne (36 %) mod grundforskning i den offentlige sektor. Anvendt forskning spiller ligeledes en større rolle i den offentlige sektor sammenlignet med den private. Mere end halvdelen (57 %) af de offentlige projektudgifter er således rettet mod anvendt klimaforskning.

Figur 3.3 herunder viser de klimarelaterede FoU-udgifter fordelt på de fem største produktgrupper.

Figur 3.3. Virksomhedernes klimarelaterede FoU-udgifter fordelt på de fem største produktgrupper 2007



Produktgrupperne er ikke gensidigt ekskluderende, og de samme FoU-udgifter kan derfor rette sig mod mere end én produktgruppe. FoU-udgifternes fordeling præsenteres derfor i relative andele.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008. Klassifikationen i produktgrupper er fra Frascatimanualen, OECD 2002



Virksomhedernes klimarelaterede FoU-udgifter fordeler sig overordnet blandt et bredt spektrum af produktgrupper. Ingen produktgrupper har en andel af FoU-udgifterne på mere end 14 %. Generelt er energiprodukter og tunge industriprodukter fremherskende.

El-, gas-, varme- og vandforsyning er den største enkeltgruppe med en andel af de samlede FoU-udgifter på 14 %. Herefter følger jern- og industrielle processtyringsanlæg, navigationsudstyr samt måle- og kontrolapparater begge med en andel af FoU-udgifterne på 8 %.

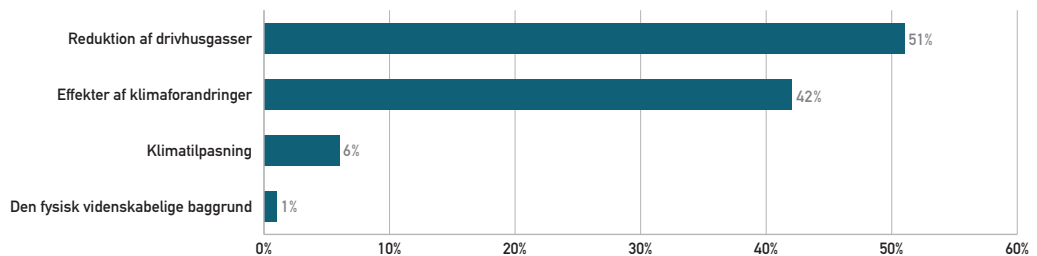
Kategorien produkter af jern og metal indeholder jern- og stålværker, fremstilling af rør, forarbejdning af jern og stål, produktion af andre jernle-

geringer, fremstilling af ikke-jernholdige metaller og støbning af metalprodukter.

De sidste to produktgrupper i top fem – begge med en andel på 7 % af de samlede FoU-udgifter – er elektroniske motorer, apparater og materiel i øvrigt samt andre produkter inden for fremstilling.

Den førstnævnte af disse inkluderer fremstilling af elektriske motorer, generatorer, transformatorer, vindmøller, elektriske fordelings- og kontroltavler samt relæer, akkumulatorer og tørelementer, elektronisk udstyr til motorer og køretøjer og elektronisk udstyr i øvrigt. Kategorien ”andre produkter inden for fremstilling” omfatter fremstilling af smykker, guld- og sølvvarer, musikinstrumenter, sportsrekvisitter og legetøj samt genbrug af affaldsprodukter.

Figur 3.4. Virksomhedernes klimarelaterede FoU-årsværk fordelt på IPCC's fokusområder 2007



Figuren bygger på i alt 1.351 årsværk. Figuren er udarbejdet ved at tage den enkelte virksomheds FoU-årsværk og uddele dette på virksomhedens førstprioritet. Der er således ikke taget højde for, at virksomheden bruger en del af sine årsværk på de fokusområder, som er angivet som 2., 3., 4. eller 5. prioritet i spørgeskemaet. IPCC's fem fokusområder er defineret i Kapitel 1. ”Sårbarhed” er ikke medtaget, da ingen virksomheder har denne kategori som førstprioritet.
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008.

Figur 3.4 viser, at reduktion af drivhusgasser er det største primære fokusområde for virksomhederne med en andel af FoU-årsværkene på 51 %. Som beskrevet i Kapitel 1 inkluderer dette tiltag, der reducerer drivhusgasemissioner og kilderne hertil, samt tiltag der forøger fjernelsen af drivhusgas. Effekterne af klimaforandringer på naturlige og menneskelige/samfundsmæssige systemer er det næststørste primære fokusområde med 42 % af FoU-årsværkene.

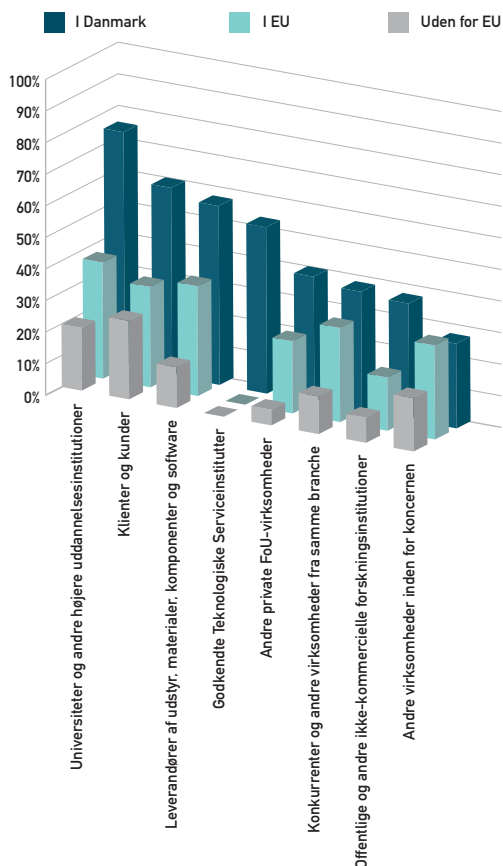
De resterende 7 % af de klimarelaterede FoU-årsværk udgøres af fokusområderne tilpasning og den fysisk videnskabelige baggrund. Ingen af de adspurgte virksomheder har angivet fokusområdet ”sårbarhed” som primært fokus for deres FoU-aktiviteter.

Både i den private og den offentlige sektor er reduktion af drivhusgasser et centralt fokusområde. Sårbarhed er ligeledes det lavest prioriterede område i både den offentlige og den private sektor. Den største forskel mellem de to sektorer er i forhold til den fysisk videnskabelige baggrund, som i den offentlige sektor er det dominerende område, mens det i den private sektor har lav prioritet.

Figur 3.5 viser andelen af virksomheder fordelt på FoU-samarbejdspartnere samt disses geografiske placering.

Samlet set deltog 50 af de 60 virksomheder (83 %) i formaliseret FoU-samarbejde på klimaområdet i løbet af 2007. Som det kan

Figur 3.5. Andel virksomheder fordelt på samarbejdspartnere og geografisk placering 2007



Figuren bygger på svar fra 50 virksomheder.
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008.

ses på figur 3.5, samarbejdede 75 % af disse virksomheder med danske universiteter og højere uddannelsesinstitutioner i 2007. Disse er dermed den hyppigst optrædende samarbejdspartner blandt

virksomhederne, efterfulgt af kunder og klienter (60 %), underleverandører (57 %) og Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter (53 %) – alle inden for Danmarks grænser.

Inden for EU samarbejder virksomhederne primært med universiteter og højere uddannelsesinstitutioner (37 %), leverandører af udstyr, materialer, komponenter og software (35 %) og klienter og kunder (32 %).

Uden for EU samarbejder de danske virksomheder primært med klienter og kunder (25 %), universiteter og højere uddannelsesinstitutioner (20 %) og andre virksomheder inden for koncernen (17 %).

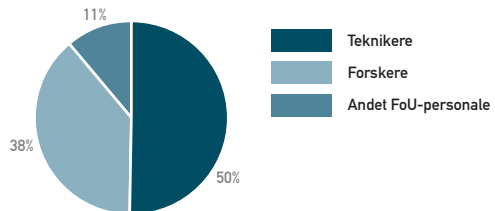
3.3 Karakteristik af klimaforskerne

Dette afsnit beskriver sammensætningen af FoU-personalet i den private sektor, herunder personalekategorier og kønsfordeling.

Figuren 3.6 herunder viser virksomhedernes FoU-årsværk på klimaområdet fordelt på personalekategorier.

Teknikere udgør den største personalekategori (50 %) blandt virksomhedernes FoU-personale. Teknikere er FoU-personale, som med deres tekniske viden og erfaring støtter forskerne i deres arbejde. Det kan eksempelvis være maskinmestre, laboranter mv.

Figur 3.6. Virksomhedernes klimarelaterede FoU-årsværk fordelt på personalekategorier 2007



FoU-årsværkene sumerer til 1.351. De tre andele sumerer til 99 % grundet afrunding.

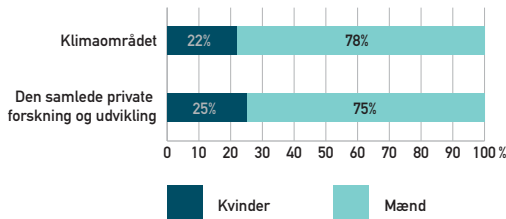
Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008. Klassificeringen i personalekategorier er fra Frascatimanualen, OECD 2002.

Forskere udgør 38 % og defineres i denne sammenhæng som specialister, der beskæftiger sig med at udvikle og skabe ny viden, produkter, processer, metoder eller systemer samt med at planlægge og lede disse FoU-projekter. Det er således vigtigt at understrege, at der i denne definition fx ikke ligger noget krav om, at en forsker har en ph.d.-grad.

De resterende 11 % af FoU-personalet er hverken forskere eller teknikere, men hjælpepersonale, der yder direkte service i forbindelse med FoU-projekter, herunder faglærte og ufaglærte håndværkere, sekretærer, kontorpersonele og maskinoperatører. Denne personalegruppe omfatter også personale beskæftiget med økonomiske, administrative og personalemæssige forhold i det omfang, at deres aktiviteter er en direkte service til klimarelateret forskning og udvikling.



Figur 3.7. Virksomhedernes klimarelaterede FoU-årsværk fordelt på køn i 2007



Figuren bygger på i alt 1.351 FoU-årsværk på klimaområdet. Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af Danmarks Statistik, 2008. Tallene for den øvrige private forskning stammer fra den private FoU-statistik fra 2005.

Som det kan ses, udføres 22 % af virksomhedernes FoU-årsværk af kvinder og 78 % af mænd. Figuren viser, at der kun er en relativ lille forskel på fordelingen på klimaområdet sammenlignet med den samlede private FoU. Som beskrevet i Kapitel 2 udgør de kvindelige årsværk 31 % i den offentlige sektor – en forskel på ni procentpoint. Som det er tilfældet for den offentlige sektor, kan klimaforskningens natur- og teknisk videnskabelige profil være årsagen til, at en mindre andel af årsværkene udføres af kvinder end i den private sektor i almindelighed.

Kapitel 4 – Dansk klimaforskning i et internationalt perspektiv >





Dette kapitel sætter fokus på den danske klimaforskning i et internationalt perspektiv. Kapitlet er baseret på en bibliometrisk undersøgelse, som er yderligere beskrevet i Kapitel 1.

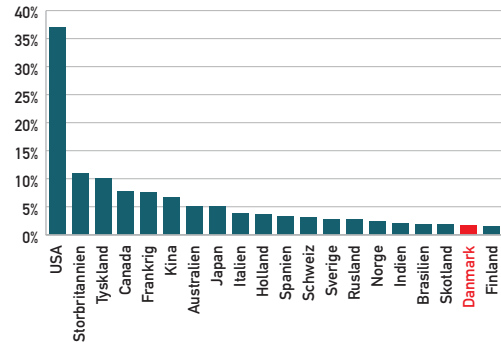
Kapitlet indeholder indledningsvis en beskrivelse af, hvordan den danske klimaforskning klarer sig sammenlignet med andre lande. Dernæst beskrives omfanget af samarbejde mellem danske og udenlandske klimaforskere.

Kapitlet viser, at Danmark er et af de mest produktive lande i verden på klimaforskningsområdet målt på antallet af videnskabelige publikationer per 1.000 indbygger. På de emneområder hvor dansk klimaforskning er mest aktiv, ligger produktiviteten generelt over verdensgennemsnittet. Det samme mønster gør sig gældende i forhold til gennemslagskraften i dansk klimaforskning. Generelt citeres dansk klimaforskning på niveau med eller markant over verdensgennemsnittet inden for de områder, hvor dansk klimaforskning er mest aktiv. Dansk klimaforskning er internationalt forankret, og danske klimaforskere samarbejder med et bredt spektrum af lande i og uden for Europa. Generelt er de vigtigste samarbejdslande også blandt de mest produktive lande på klimaområdet i verden.

Figur 4.1 viser, hvordan Danmark placerer sig blandt de 20 mest produktive lande i verden på klimaområdet.

Figuren viser, at USA er dominerede og medvirker i over 37 % af publikationerne, efterfulgt af Storbritannien, Tyskland,

Figur 4.1. Andel af forfatterskaber for de 20 lande i verden med flest forfatterskaber på klimaområdet 2003-2007



Figuren bygger på 58.592 publikationer fra Web of Science, december 2008.

Kilde: Bibliometrisk undersøgelse, Danmarks Biblioteksskole, 2008

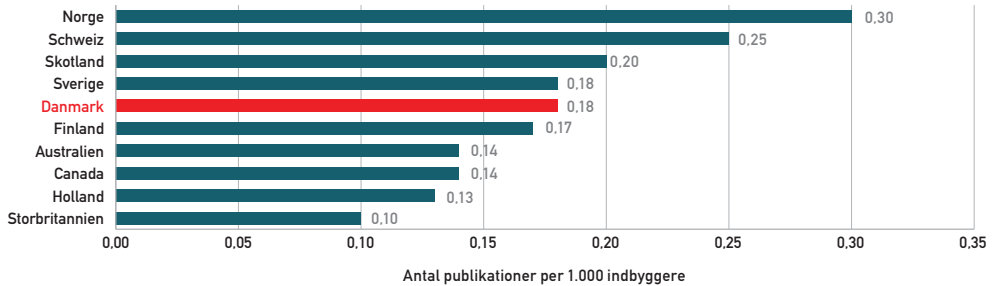
Canada og Frankrig. Danmark har med 980 publikationer en andel på 1,7 % af verdensproduktionen. Det placerer Danmark som det 19. mest produktive ud af de mere end 180 lande, der indgår i undersøgelsen.

At Danmark klarer sig godt internationalt på klimaområdet fremgår også af figur 4.2, som viser landenes produktivitet i forhold til indbyggertal.

Figuren viser, at når landenes produktion sættes i relation til befolkningsstørrelse, ligger Danmark på femtepladsen over de mest produktive lande i verden på klimaområdet, kun overgået af Norge, Schweiz, Skotland og Sverige. Den danske produktion har endvidere været stigende i perioden 2003 til 2007, dog med et lille fald i 2005.



Figur 4.2. Antal klimapublikationer per 1.000 indbyggere 2003-2007



Figuren bygger på 58.592 publikationer fra Web of Science, december 2008
Kilde: Bibliometrisk undersøgelse, Danmarks Biblioteksskole, 2008

I det følgende ses nærmere på den danske publikationsprofil sammenlignet med verden.

Udgangspunktet for figur 4.3 er Web of Science's emnekategorier (Se Bilag 1). Figuren viser de 23 hyppigst forekommende kategorier på verdensplan.

Danmarks profil er angivet som procenttal i parentes efter kategorinavnet. Det ses, at produktiviteten er størst indenfor emnekategorierne Geosciences (Multidisciplinary) (25 %), Environmental Sciences (19 %), Meteorology & Atmospheric Sciences (14 %), Ecology (14 %) samt Geography (Physical) (13 %).

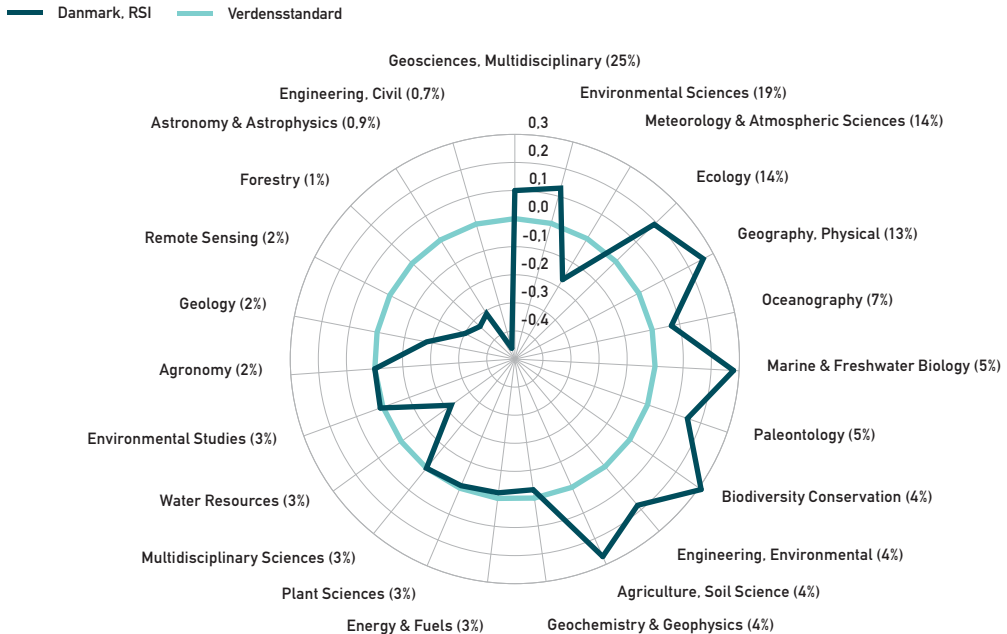
Via det Relative SpecialiseringsIndeks (RSI) kan det undersøges, inden for hvilke områder Danmark har et særligt fokus i forhold til det internationale gennemsnit. Indekset tager verdens profil som udgangspunkt (den lyseblå linje i figuren), og viser Danmarks afvigelser i forhold til

denne (den mørkeblå linje). RSI lig med 0,3 betyder en relativ aktivitet som forventet set i forhold til emneområdet størrelse for Danmark og Verden, og dermed Danmarks relative andel af emneområdet. RSI på ca. 0,3 i emnekategorien Biodiversity Conservation betyder, at Danmark publicerer ca. 30 % flere publikationer end forventet indenfor denne kategori sammenlignet med verden, og at Danmark i Water Resources med et RSI på ca. – 0,2 producerer ca. 20 % færre publikationer i forhold til Verden.

Det ses, at Danmark i særlig grad fokuserer på følgende emneområder i klimaforskningen: Biodiversity Conservation, Marine & Freshwater Biology, Soil Science, Geography (Physical), Ecology samt Engineering (Environmental). Til gengæld er der i den danske forskning et relativt mindre fokus på følgende områder: Engineering (Civil), Astronomy & Astrophysics, Forestry, Remote Sensing, Water Resources, Geology samt



Figur 4.3. Den danske publikationsprofil for klimaforskning 2003-2007



Figuren inkluderer de 23 mest forekommende kategorier internationalt (kategorier med 1 % eller flere publikationer, svarende til ca. 75 % af alle publikationer). Danmarks profil over disse kategorier er angivet i parentes. Danmarks publikationsprofil (mørkeblå linje) er angivet i forhold til verdensgennemsnittet (= 0,0, lyseblå cirkel) i kategorierne, og er beregnet relativt i forhold til dokumenttyper. En produktion på over 0,0 angiver, at Danmark har flere forfatterskaber end forventet i forhold til verden i denne kategori. De enkelte emnekategorier er beskrevet nærmere i Bilag 1.
Kilde: Bibliometrisk undersøgelse, Danmarks Biblioteksskole, 2008

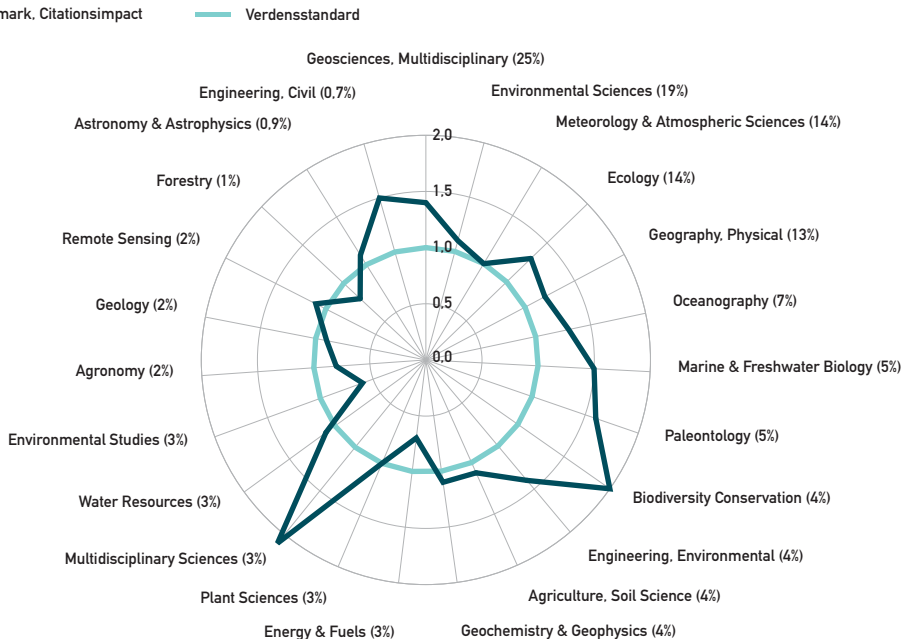
Meteorology & Atmospheric Sciences. Der er her værd at bemærke, at Meteorology & Atmospheric Sciences, der er et af de tunge områder i Danmarks profil med 14 % af publikationerne, har et ret lavt specialiseringsindeks. Det vil sige, at der på verdensplan er et endnu større videnskabeligt fokus på dette område

end i Danmark, selvom det er et af de tre største områder herhjemme. De to største områder, Geosciences (Multidisciplinary) og Environmental Sciences, ligger dog over verdensprofilen.

I det følgende ses nærmere på den danske citationsprofil sammenlignet med verden.



Figur 4.4. Citationsprofil for dansk klimaforskning for perioden 2003-2007



Figuren inkluderer de 23 mest forekommende kategorier internationalt (kategorier med 1 % eller flere publikationer, svarende til ca. 75 % af alle publikationer). Danmarks profil over disse kategorier er angivet i parentes. Danmarks Citationsimpact (mørkeblå linje) er angivet i forhold til verdensgennemsnittet (= 1,0, lyseblå cirkel) i kategorierne, og er beregnet relativt i forhold til dokumenttyper. En citationsimpact på over 1,0 angiver, at Danmark modtager flere citationer end forventet i forhold til verden i denne kategori. De enkelte emnekategorier er beskrevet nærmere i Bilag 1.
Kilde: Bibliometrisk undersøgelse, Danmarks Biblioteksskole, 2008

Udgangspunktet er, som i analysen af Danmarks publikationsprofil ovenfor, de 23 kategorier i klimaforskningen, hvor produktionen er størst på verdensplan. Verdensgennemsnittet for antal modtagne citationer per publikation er beregnet for hver kategori. Et tilsvarende gennemsnit er beregnet for de danske publikationer indenfor samme kategorier, som derfor kan sammenlignes med verdensgennemsnittet.

Verdensgennemsnittet er sat til 1,0 (lyseblå linje), og den danske gennemslagskraft er vist relativt til denne (mørkeblå linje). En værdi på 2,0 for en given kategori kan således fortolkes som, at den danske forskning på dette område har modtaget dobbelt så mange citationer som forventet i forhold til verdensgennemsnittet. En værdi tæt på 1,0 angiver, at en kategori er på linje med verdensgennemsnittet.

Overordnet set har den danske klimaforskning en høj gennemslagskraft målt på antal modtagne citationer. De mest produktive områder er enten på niveau med verden eller ligger væsentligt over. Samtidig udgør de områder, der ligger under verdensgennemsnittet, kun en mindre del af dansk klimaforskning. Danmark ligger således på niveau med eller over verdensgennemsnittet i 17 ud af de 23 emnekategorier. Særligt Biodiversity Conservation og Multidisciplinary Sciences har høj gennemslagskraft; omkring det dobbelte af det forventede. Det er endvidere værd at bemærke, at den mest produktive danske kategori, Geosciences (Multidisciplinary) med 25 % af publikationerne, ligger pænt over verdensgennemsnittet med ca. 40 % flere modtagne citationer end forventet.

Der er endvidere gennemført en koblingsanalyse i forbindelse med den bibliometriske undersøgelse. Koblingsanalysen udføres på de danske publikationer for at identificere forskningsspecialer ud fra publikationernes indbyrdes relationer. Analysen skal ses som et supplement til både publikations- og citationsanalyserne, og deres afhængighed af Web of Science's emnekategorier på tidsskriftsniveau. En koblingsanalyse er i stand til at gruppere publikationer på baggrund af publikationernes egne litteraturlister. Herved kan man skabe emnegrupper, som går på tværs af de til tider arbitrære tidsskriftsbaserede grupper defineret i Web of Science. For eksempel er det muligt at nedbryde Multidisciplinary Science

sådan, at man kan undersøge, hvad disse dokumenter i realiteten beskæftiger sig med.

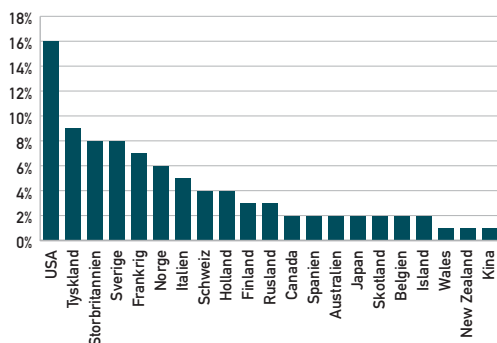
Koblingsanalysen identificerer en række sammenhængende, centrale og specifikke danske klimaforskningsspecialer. Det fremgår og bekræftes af koblingsanalysen, at Danmark har en række centrale og specifikke sammenhængende forskningsspecialer indenfor klimaforskning. Måske mest interessant så bekræfter koblingsanalysen, at palæoklimatisk-forskning og iskerneforskning er centrale danske klimaforskningsspecialer, og at de samtidig har stor international gennemslagskraft. Disse forskningsspecialer udgør en væsentlig andel af publikations- og citationsaktiviteten indenfor Geosciences (Multidisciplinary) og Multidisciplinary Sciences. Dermed supplerer koblingsanalysen publikations- og citationsanalyserne ved at synliggøre dansk klimaforskningsspecialer indenfor fx Geosciences (Multidisciplinary).

Af den bibliometriske undersøgelse fremgår det, at klimaforskning i høj grad er et internationalt forskningsområde. I det nedenstående analyseres graden af samarbejde mellem danske og udenlandske forskere. Blandt de 980 publikationer der indgår i undersøgelsen, har de 200 publikationer kun én forfatter, mens resten har to eller flere forfattere. Der er gennemsnitligt 3,9 forfattere per publikation. Disse kan både være andre danske medforfattere eller udenlandske samarbejdspartnere.

Figur 4.5 viser de lande, som Danmark samarbejder mest med indenfor klimaforskning.

bejdslande for dansk klimaforskning også blandt de mest produktive lande i verden.

Figur 4.5. Fællesforfatterskaber mellem danske og udenlandske klimaforskere i perioden 2003-2007



Kilde: Bibliometrisk undersøgelse, Danmarks Biblioteksskole, 2008

Den største samarbejdspartner er USA, efterfulgt af Tyskland, Storbritannien, Sverige, Frankrig og Norge. Danmark samarbejder således med en bred vifte af lande indenfor klimaforskningen. Det billede der tegner sig i figur 4.5 herover bakkes i nogen grad op, hvis vi ser på de hyppigste samarbejdspartnere blandt de 163 klimaforskningsprojekter, som var aktive i 2007. Ud af de 163 projekter var 107 rent danske projekter svarende til 66 %, mens de resterende 56 projekter, svarende til 34 %, var projekter, som blev gennemført i samarbejde med en eller flere udenlandske partnere. De hyppigst forekommende samarbejdslande var Storbritannien, Tyskland, Frankrig, Norge og Sverige. Generelt er de hyppigste samar-

Kapitel 5 – Forskning i klimatilpasning



I dette kapitel uddybes kortlægningen af dansk klimaforskning i forhold til forskning i klimatilpasning i den offentlige sektor. Det sker på baggrund af Regeringens strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark, der blandt andet påpeger behovet for en koordineret forskningsindsats til at understøtte vidensbehovet inden for og på tværs af de elleve samfundssektorer, som strategien er rettet mod. Den forskningskoordinerende indsats på dette område faciliteres af Koordineringsenhed for Forskning i Klimatilpasning (KFT), der er ét af initiativerne i regeringens klimatilpasningsstrategi. Dette kapitel er udarbejdet af KFT, og kapitlet bygger på samme spørgeskemaundersøgelse, som danner grundlag for Kapitel 2 om klimaforskning i den offentlige sektor. Undersøgelsen er beskrevet i Kapitel 1.

I alt 256 ud af 520 deltagende klimaforskere (49 %) har i undersøgelsen angivet klimatilpasning som ét fokus blandt flere for deres forskning, mens 103 ud af i alt 263 forskningsprojekter (39 %) i varierende grad er rettet mod klimatilpasningsområdet.

Forskning i klimatilpasning er dermed et relativt lille område af den samlede klimaforskning. Blandt de forskere, der har prioriteret klimatilpasning, har flest fokus på tilpasningskapacitet og færrest på autonom tilpasning. Forskerkompetencerne findes primært inden for det naturvidenskabelige og det samfundsvidenskabelige hovedområde, men der er et markant potentiale også inden for teknisk viden-

skab, jordbrugs og veterinærvidenskab samt humaniora. De fleste forskere orienterer sig i forhold til sektorerne Natur og naturbeskyttelse, Land og skovbrug samt Byggeri og anlæg. Det samme mønster ses for den antalmæssige opgørelse over projekter, der er blevet prioriteret i forhold til klimatilpasning. Anvendes projekternes budgetter i opgørelsen ses dog, at projekter, der har overvejende fokus på klimatilpasning, primært findes inden for Land- og skovbrug, Byggeri og anlæg samt Planlægning (arealanvendelse).

Kortlægningen af klimatilpasningsforskningen præsenteres i det efterfølgende med et særligt fokus på det potentiale, der er til stede for en koordineret forskningsindsats på klimatilpasningsområdet. Der er med andre ord fokus på den kapacitet, der vil kunne bidrage til klimatilpasningsforskningen og dermed indgå i en forskningskoordinerende indsats. Af samme grund indgår samtlige forskere og projekter, der har angivet klimatilpasning som et større eller mindre fokusområde for deres klimaforskning.

5.1. Omfang og forskningsprofil

Dette afsnit beskriver omfanget af den nuværende offentlige forskning inden for klimatilpasning.

Tabel 5.1 viser antallet af forskere, der har angivet klimatilpasning som ét af flere fokusområder fordelt på offentlige forskningsinstitutioner.



Tabel 5.1. Antal forskere og årsværk inden for fokusområdet klimatilpasning 2007/2008

Institution	Forskere med klimatilpasning som ét af flere fokusområder		Forskere med klimatilpasning som primært fokusområde	
	Antal forskere	Antal forskerårsværk	Antal forskere	Antal forskerårsværk
Aarhus Universitet	77	18	19	5
Danmark Tekniske Universitet	45	13	17	4
Københavns Universitet	30	12	11	3
Aalborg Universitet	22	5	9	2
GEUS	9	4	0	0
Kunstakademiets Arkitektskole	15	4	6	0,5
Danmarks Meteorologiske Institut	6	3	0	0
Roskilde Universitet	10	2	3	0,5
Andre	42	8	14	4
Total	256	69	79	19

De angivne årsværk er opgjort som forskernes samlede klimaforskning. De kan derfor ikke henføres direkte til den del af deres forskning, der vedrører tilpasning. Følgende er samlet i opgørelsen under "Andre", da det samlede antal årsværk på institutionen er opgivet i undersøgelsen til mindre end to årsværk: Anvendt Kommunalforskning, Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut, DHI, DIIS, De Økonomiske Råds Sekretariat, Naturhistorisk Museum i Aarhus, Nationalmuseet, Syddansk Universitet, Statens Serum Institut, Teknologisk Institut, Vejdirektoratet og Arkitektskolen i Aarhus.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Det ses af tabellen, at antallet af forskere hvis primære forskningsfokus ligger inden for klimatilpasningsområdet, udgør omkring en tredjedel af alle forskere, der har prioriteret klimatilpasning på de angivne institutioner. Dette svarer til 79 forskere og 19 årsværk i alt. Resten (i alt 177 forskere svarende til 50 årsværk) har et andet fokusområde som førsteprioritet og har dermed prioriteret klimatilpasning som et sekundært fokusområde eller lavere.

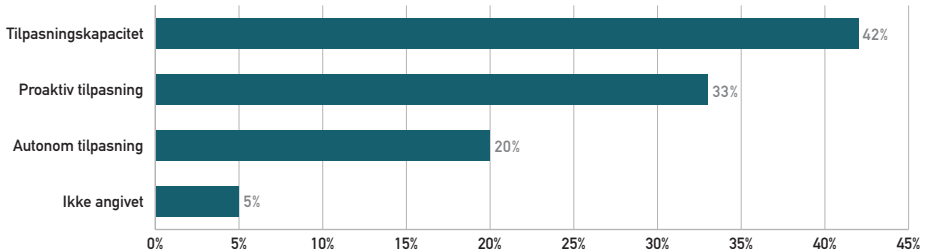
Målt på antallet af forskere har flest et fokus på klimatilpasning på Aarhus Universitet, Danmarks Tekniske Univer-

sitet og Københavns Universitet. Opgøres forskerne efter stillingskategori, fremgår det, at der i lighed med den generelle klimaforskning (se Kapitel 2) er en tendens til, at det er relativt få ph.d.-studerende og postdocs, der beskæftiger sig med klimatilpasningsforskning i forhold til professorer, docenter, lektorer og seniorforskere.

Figur 5.1 viser fordelingen af forskerne på de tre fokusområder inden for klimatilpasning. Figuren viser, at forskerne primært har fokus på tilpasningskapacitet. Dette fokusområde omfatter et systems



Figur 5.1. Andel af klimaforskere med klimatilpasning som ét af flere fokusområder fordelt på primært klimatilpasningsfokus 2007/2008



Figuren bygger på i alt 256 forskere.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

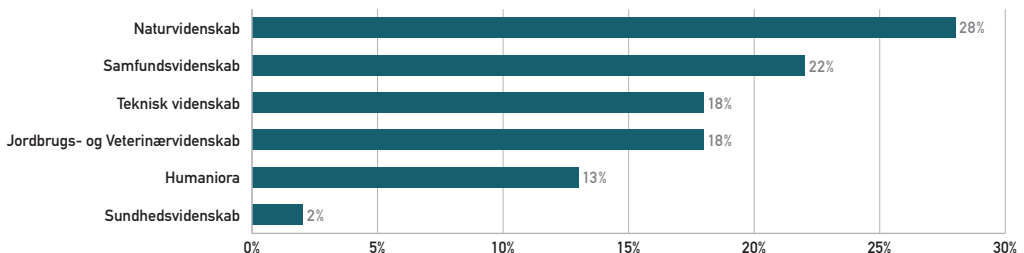
evne (naturlige såvel som menneskelige/samfundsmæssige) til at tilpasse sig klimaændringer, begrænse potentielle skadevirkninger, udnytte fordelagtige muligheder eller håndtere konsekvenserne. Herefter kommer proaktiv tilpasning, herunder tilpasning der finder sted før effekterne af klimaforandringer observeres. Færrest forskere har fokus på autonom tilpasning: Dvs. tilpasning, der ikke udgør en bevidst respons til klimatiske stimuli, men som i naturlige systemer udløses af økologiske ændringer og i menneskelige/samfundsmæssige

systemer af ændringer i markedsforhold eller velfærd. Denne tendens genfindes også inden for de forskningsprojekter, der retter sig mod klimatilpasning.

Figuren herunder viser andelen af forskere på klimatilpasningsområdet fordelt på videnskabelige hovedområder.

Figuren viser, at størstedelen af forskerne på klimatilpasningsområdet (28 %) findes inden for det naturvidenskabelige område efterfulgt af Samfundsvidenskab (22 %). Herefter følger Teknisk videnskab og

Figur 5.2. Andel af klimaforskere med klimatilpasning som ét af flere fokusområder fordelt på videnskabelige hovedområder 2007/2008



Figuren bygger på i alt 256 forskere.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008



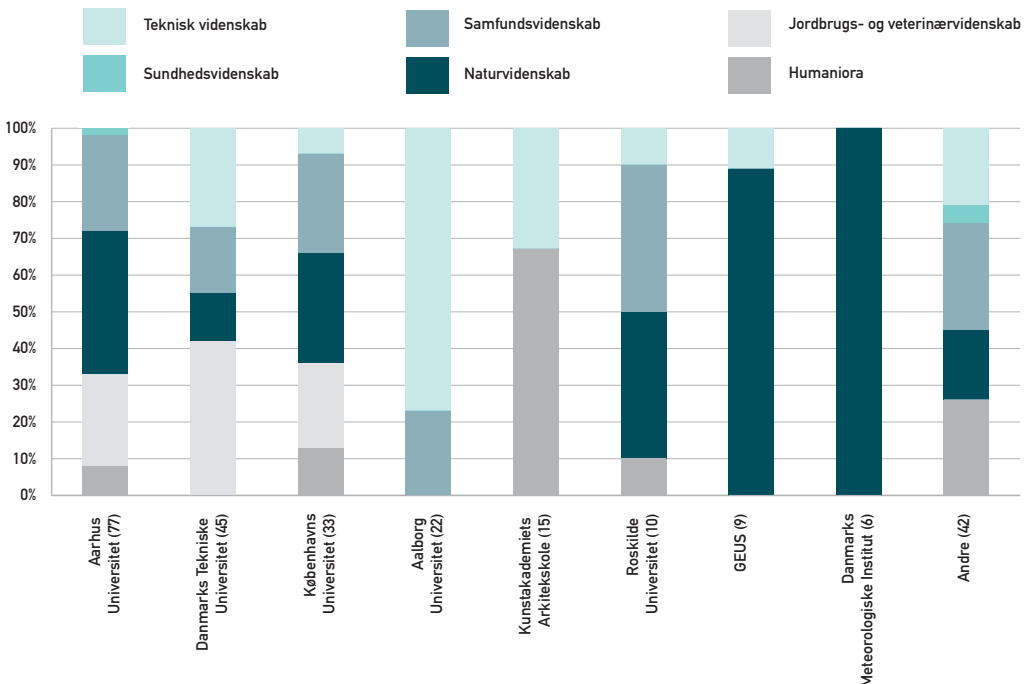
Jordbrugs- og veterinærvidenskab, begge med en andel på 18 % af forskerne. Sidst finder vi Sundhedsvidenskab med 2 %. Sundhedsvidenskabens placering kan være et udtryk for, at forskerne inden for dette område ikke traditionelt opfatter deres forsknings som tilpasningsforskning.

Figur 5.3 viser den relative fordeling af forskerne inden for de seks videnskabelige hovedområder.

Overordnet viser figuren, at de offentlige forskningsinstitutioner generelt kan opdeles i ”generalister” og ”specialister”,

hvor Aarhus Universitet, Københavns Universitet, Danmarks Tekniske Universitet og Roskilde Universitet dækker tilpasningsområdet bredt, mens GEUS, Danmarks Meteorologiske Institut, Kunstakademiets Arkitektskole og de øvrige institutioner har en mere specialiseret profil inden for klimatilpasningsforskningen. Området er i lighed med klimaforskningen generelt domineret af de natur- og teknisk-videnskabelige fagdiscipliner.

Figur 5.3. Klimaforskernes relative fordeling inden for de videnskabelige hovedområder 2007/2008



Figuren bygger på i alt 256 forskere. Antallet af forskere på hver institution er anført i parentes.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008.



Tabel 5.2 herunder viser fordelingen af de tilpasningsrelaterede forskningsprojekter og projektbudgetter blandt de offentlige forskningsinstitutioner.

Tabel 5.2. Antal forskningsprojekter og projektbudgetter relateret til klimatilpasningsområdet fordelt på institutioner for perioden 2003-2008.

Institution	Projekter med tilpasning som forskningsfokus		Projekter med tilpasning som det primære forskningsfokus	
	Antal projekter	Samlet årlig budgetsum (mio. kr.)	Antal projekter	Samlet årlige budgetsum (mio. kr.)
Danmark Tekniske Universitet	30	45	16	33
Københavns Universitet	12	33	7	29
Aarhus Universitet	23	21	8	7
Aalborg Universitet	4	11	0	0
GEUS	2	5	0	0
Danmarks Meteorologiske Institut	9	5	0	0
DHI	2	4	1	4
Roskilde Universitet	7	3	1	0,5
Øvrige institutioner	14	8	5	3
Total	103	135	38	76,5

Kun institutioner med et samlet årligt projektbudget på mere end 3 mio. kr. er medtaget. Projekter er henført til de institutioner, der har projektlederskabet (er koordinerende) for de enkelte forskningsprojekter.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Spørgeskemaundersøgelsen identificerede 103 forskningsprojekter inden for tilpasningsområdet ud af i alt 263 indmeldte projekter. Heraf havde 38 projekter klimatilpasning som projektets primære fokus.

Det ses, at universiteterne skiller sig ud som de vigtigste institutioner for forskningsprojekter inden for klimatilpasning. En nærmere analyse af de enkelte projekter viser i øvrigt, at forskningsprojekterne i høj grad gennemføres som

samarbejder imellem forskningsinstitutionerne nationalt og internationalt.

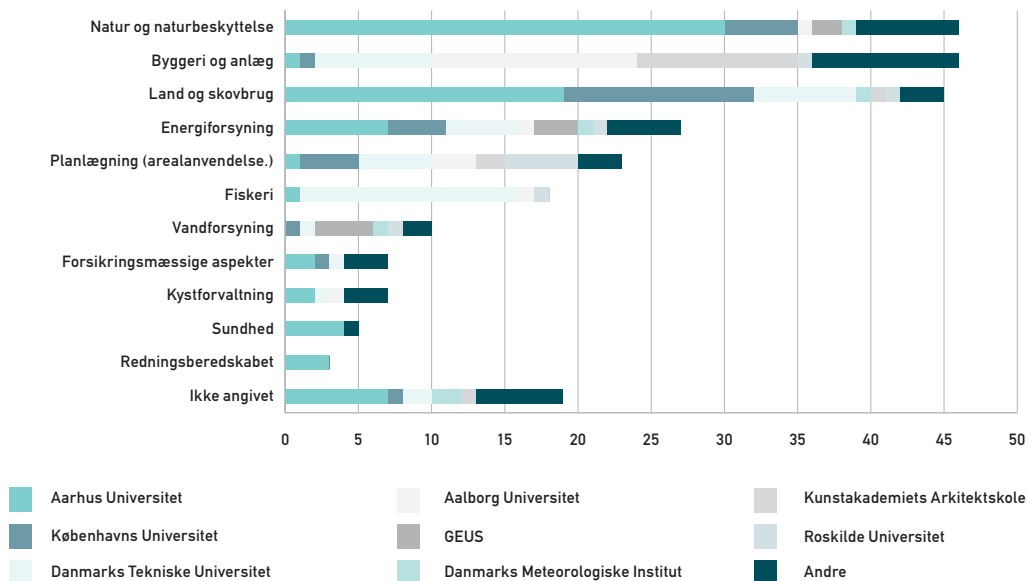
5.2. Forskningskompetencer i de enkelte sektorer

Dette afsnit fokuserer på klimatilpasningsforskningens orientering i forhold til de elleve sektorer, som regeringens klimatilpasningsstrategi retter sig imod. Figur 5.4 herunder viser forskernes primære fokus inden for de 11 sektorer.

Som det fremgår af figur 5.4, er fokuseringerne inden for de enkelte sektorer generelt tilstede på mere end én institution. En markant undtagelse er dog fiskerisektoren, som hovedsageligt er repræsenteret på Danmarks Tekniske Universitet samt sektorerne Sundhed og Redningsberedskabet, der primært findes på Aarhus Universitet. De to sidstnævnte observationer bør tages med forbehold, da antallet af forskere inden for begge sektorområder i undersøgelsen er meget lille. Inden for sektorerne Natur og naturbeskyttelse samt Land- og skovbrug er

henholdsvis Aarhus Universitet samt Københavns Universitet dominerende. De fleste forskere i undersøgelsen har fokus på sektorerne Natur og naturbeskyttelse, Byggeri og anlæg, Land og skovbrug samt Energiforsyning. Færrest forskere har fokus på Vandforsyning, Forsikringsmæssige aspekter, Kystforvaltning samt Sundhed og Redningsberedskabet. Det skal hertil bemærkes, at flere forskere end vist på figuren relaterer deres forskning til disse sektorer, men som en lavere prioritet.

Figur 5.4. Antal forskere fordelt på primært sektorfokus og institutioner 2007/2008



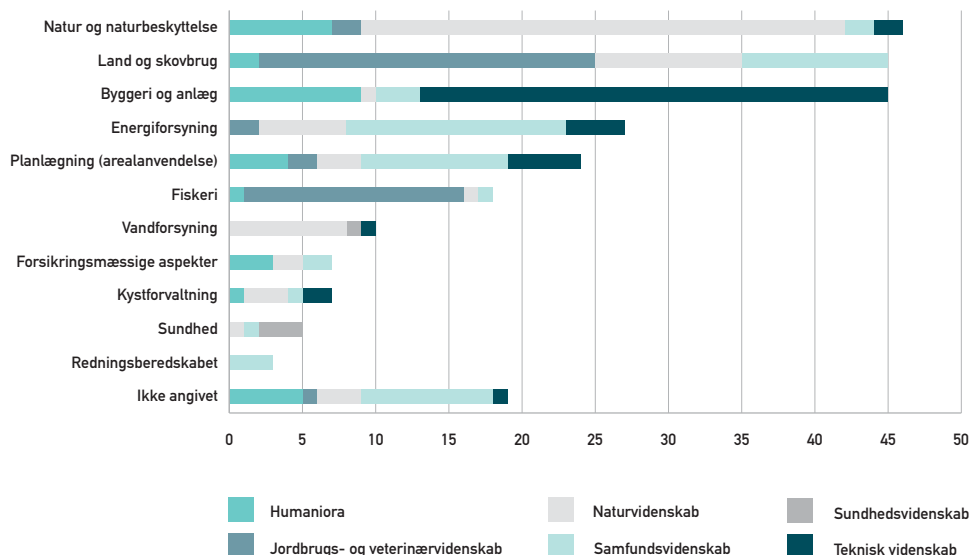
Figuren bygger på i alt 256 forskere. Projekter er henført til de institutioner, der har projektlederskabet (er koordinerende) for de enkelte forskningsprojekter.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008



Figuren herunder viser det sektorielle fokus inden for hvert af de videnskabelige hovedområder.

Figur 5.5. Antal forskere fordelt på primært sektorielt fokus og videnskabelige hovedområder 2007/2008



Figuren bygger på i alt 256 forskere.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Figur 5.5 viser sammensætningen af forskernes videnskabelige hovedområder relateret til klimatilpasningsstrategiens elleve sektorer. Figuren viser en tendens til, at naturvidenskab, teknisk videnskab og jordbrug- og veterinærvidenskab dominerer inden for de fleste sektorer, men også at såvel de samfundsvidenskabelige som de humanistiske hovedområder er til stede inden for næsten alle sektorer. Der findes med andre ord et potentiale for at kunne imødekomme videnbehovet inden for og på tværs af de enkelte sektorer igennem inddragelse af

et fagligt bredt spektrum af videnskabelige discipliner.

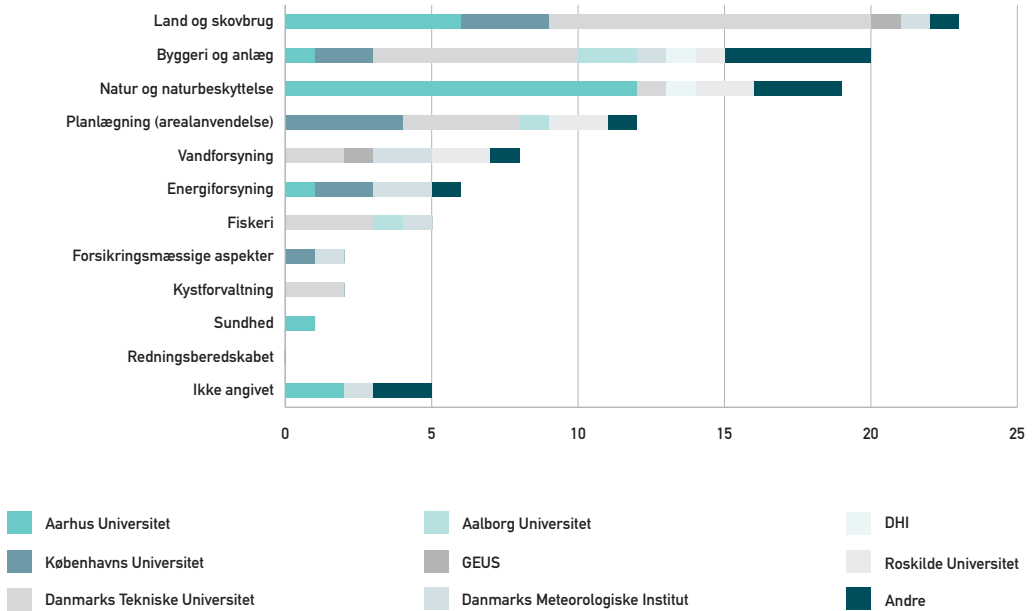
5.3 Forskningsprojekter relateret til de enkelte sektorer

Dette afsnit ser på det sektorielle fokus for de 103 forskningsprojekter med relation til klimatilpasningsområdet.

Figur 5.6 herunder viser det primære sektorfokus for forskningsprojekter med tilknytning til klimatilpasningsområdet.



Figur 5.6. Antal forskningsprojekter med relation til klimatilpasningsområdet fordelt på primært sektorfokus og institution for perioden 2003-2008

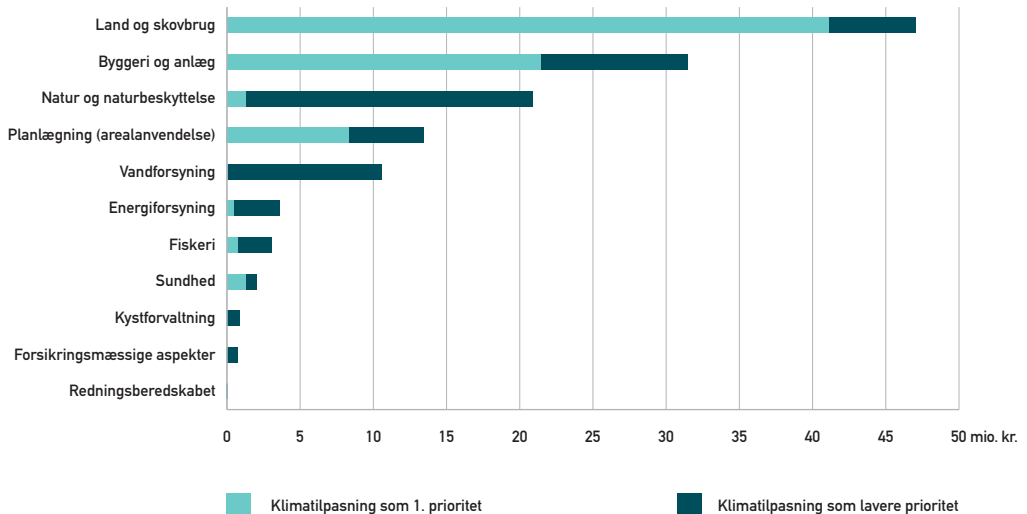


Figuren bygger på i alt 103 projekter. Projekter er henført til de institutioner, der har projektlederskabet (er koordinerende) for de enkelte forskningsprojekter.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Fire sektorer skiller sig ud fra de øvrige ved en højere forskningsaktivitet: Land- og skovbrug, Byggeri og anlæg, Natur og naturbeskyttelse samt Planlægning (arealanvendelse). Det samme mønster fremgår af projekternes gennemsnitlige årsbudgetter fordelt på de enkelte sektorer.

Figur 5.7. Samlede årsbudgetter for 2007 for forskningsprojekter med klimatilpasning som første eller lavere prioritet



Projektvolumen inden for de enkelte sektorer opgjort på baggrund af de samlede gennemsnitlige årsbudgetter for tilpasningsrelaterede forskningsprojekter i 2007. Antallet af projekter med klimatilpasning til førsteprioritet sumerer til 38, mens projekter med tilpasning som lavere prioritet sumerer til 103.

Kilde: Spørgeskemaundersøgelse gennemført af KFT, 2008

Figuren viser, at projekter med primært fokus på klimatilpasning findes inden for Land og skovbrug (42 mio. kr.), Byggeri og anlæg (22 mio. kr.) og Planlægning (arealanvendelse) (8 mio. kr.) mens

projekterne inden for Natur og naturbeskyttelse (22 mio. kr.) samt vandforsyning (12 mio. kr.) overvejende har angivet fokus på klimatilpasning ved en lavere prioritet.

Bilag 1 – Oversigt over bibliometriske emnekategorier >

Dette bilag indeholder beskrivelse af de 23 Web of Science emnekategorier, der indgår i den bibliometriske undersøgelse (fra <http://scientific.thomsonreuters.com/mjl/scope/>)⁸

EMNEKATEGORI: **SOIL SCIENCE**

BESKRIVELSE: Soil Science covers resources concerning many aspects of the formation, nature, distribution, and utilization of soils including soil biology and fertility, soil conservation and tillage research, soil contamination and reclamation, soil biochemistry, and soil chemistry and physics.

EMNEKATEGORI: **AGRONOMY**

BESKRIVELSE: Agronomy covers resources on the selection, breeding, management, and post-harvest treatment of crops including crop protection and science, seed science, plant nutrition, plant and soil science, soil management and tillage, weed science, agroforestry, agroclimatology, and agricultural water management.

EMNEKATEGORI: **ASTRONOMY & ASTROPHYSICS**

BESKRIVELSE: Astronomy & Astrophysics covers resources that focus on the science of the celestial bodies and their magnitudes, motions, and constitution. Topics include the properties of celestial bodies such as luminosity, size, mass, density, temperature, and chemical composition, as well as their origin and evolution. This category includes some resources on planetary science that focus on astrophysical aspects of planets. General resources on planetary science are placed in the GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS category.

EMNEKATEGORI: **BIODIVERSITY CONSERVATION**

BESKRIVELSE: Biodiversity Conservation covers resources on the conservation management of species and ecosystems. Topics include conservation ecology, biological conservation, paleobiology, natural history and the natural sciences.

EMNEKATEGORI: **ECOLOGY**

BESKRIVELSE: Ecology covers resources concerning many areas relating to the study of the interrelationship of organisms and their environments, including ecological economics, ecological engineering, ecotoxicology, ecological modeling, evolutionary ecology, biogeography, chemical ecology, marine ecology, wildlife research, microbial ecology, molecular ecology, and population ecology. This category also includes general ecology resources and ones devoted to particular ecological systems.

⁸ De enkelte emnekategoriens tidsskrifter kan ses her:
<http://scientific.thomsonreuters.com/cgi-bin/jmlst/jlsubcat.cgi?PC=D>



EMNEKATEGORI: **ENERGY & FUELS**

BESKRIVELSE: Energy & Fuels covers resources on the development, production, use, application, conversion, and management of nonrenewable (combustible) fuels (such as wood, coal, petroleum, and gas) and renewable energy sources (solar, wind, biomass, geothermal, hydroelectric). Note: Resources dealing with nuclear energy and nuclear technology appear in the NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY category.

EMNEKATEGORI: **ENGINEERING (CIVIL)**

BESKRIVELSE: Engineering (Civil) includes resources on the planning, design, construction, and maintenance of fixed structures and ground facilities for industry, occupancy, transportation, use and control of water, and harbor facilities. Resources also may cover the subfields of structural engineering, geotechnics, earthquake engineering, ocean engineering, water resources and supply, marine engineering, transportation engineering, and municipal engineering.

EMNEKATEGORI: **ENGINEERING, ENVIRONMENTAL**

BESKRIVELSE: Engineering, Environmental includes resources that discuss the effects of human beings on the environment and the development of controls to minimize environmental degradation. Relevant topics in this category include water and air pollution control, hazardous waste management, land reclamation, pollution prevention, bioremediation, incineration, management of sludge problems, landfill and waste repository design and construction, facility decommissioning, and environmental policy and compliance.

EMNEKATEGORI: **ENVIRONMENTAL SCIENCES**

BESKRIVELSE: Environmental Sciences covers resources concerning many aspects of the study of the environment, among them environmental contamination and toxicology, environmental health, environmental monitoring, environmental geology, and environmental management. This category also includes soil science and conservation, water resources research and engineering and climate change.

EMNEKATEGORI: **ENVIRONMENTAL STUDIES**

BESKRIVELSE: Environmental Studies covers resources that are multidisciplinary in nature. These include environmental policy, regional science, planning and law, management of natural resources, energy policy, and environmental psychology.



EMNEKATEGORI: **FORESTRY**

BESKRIVELSE: Forestry covers resources concerning the science and technology involved in establishing, maintaining and managing forests for various uses, including wood production, water resource management, wildlife conservation and recreation.

EMNEKATEGORI: **GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS**

BESKRIVELSE: Resources in this category may focus on either Geochemistry or Geophysics or both. Geochemistry covers resources that deal with the chemical composition and chemical changes in the Earth or other planets or asteroids. Topics include research on related chemical and geological properties of substances, applied geochemistry, organic geochemistry, and biogeochemistry. Geophysics covers resources on the application of the methods and techniques of physics to the study of the structure of the Earth and the processes affecting it. Topics addressed include seismology, tectonics, tectonophysics, geomagnetism, radioactivity, and rock mechanics.

EMNEKATEGORI: **GEOGRAPHY (PHYSICAL)**

BESKRIVELSE: Geography (Physical) covers resources dealing with the differentiation of areas of the Earth's surface as shown in the character, arrangement, and interrelations over the world of such elements as climate, elevation, soil, vegetation, population, land use, industries, or states, as well as the unit areas formed by the complex of these individual elements. Resources which focus on economic, human, and urban topics are covered in the SSCI GEOGRAPHY category.

EMNEKATEGORI: **GEOLOGY**

BESKRIVELSE: Geology covers resources that deal with the physical history of the Earth, the rock of which it is composed, and the physical changes (not the physics) that the Earth has undergone or is undergoing. Resources in this category cover sedimentology, stratigraphy, hydrogeology, ore geology, structural geology, regional geology, and petrology. These resources are somewhat narrow in scope and are not given to the interdisciplinary study of the Earth Sciences.

EMNEKATEGORI: **GEOSCIENCES (MULTIDISCIPLINARY)**

BESKRIVELSE: Geosciences (Multidisciplinary) covers resources having a general or interdisciplinary approach to the study of the Earth and other planets. Relevant topics include geology, geochemistry/geophysics, hydrology, paleontology, oceanography, meteorology, mineralogy, geography, and energy and fuels. Resources having a primary focus on geology, or geochemistry & geophysics are placed in their own categories.



EMNEKATEGORI: **MARINE & FRESHWATER BIOLOGY**

BESKRIVELSE: Marine & Freshwater Biology covers resources concerning many aquatic sciences, including marine ecology and environmental research, aquatic biology, marine pollution and toxicology, aquatic botany and plant management, estuarine and coastal research, diseases of aquatic organisms, molluscan and shellfish research, fish biology and biofouling.

EMNEKATEGORI: **METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES**

BESKRIVELSE: Meteorology & Atmospheric Sciences covers those resources that deal with the atmosphere and its phenomena, especially weather and weather forecasting. Resources in this category are concerned with the atmosphere's temperature, density, winds, clouds, precipitation and other characteristics, as well as the structure and evolution of the atmosphere in terms of external influences and the basic laws of physics. This category also includes resources dealing with climatology.

EMNEKATEGORI: **MULTIDISCIPLINARY SCIENCES**

BESKRIVELSE: Multidisciplinary Sciences includes resources of a very broad or general character in the sciences. It covers the spectrum of major scientific disciplines such as Physics, Chemistry, Mathematics, Biology, etc. Nature and Science are the preeminent resources in this category and serve as typical examples. The Web site of the National Science Foundation is a good example of a web resource included in this category. Some specialized resources that have a wide range of applications in the sciences also may fall under this category. The journal Fractals---Complex Geometry Patterns and Scaling in Nature and Society would be an example of such a resource.

EMNEKATEGORI: **OCEANOGRAPHY**

BESKRIVELSE: Oceanography covers resources concerning the scientific study and exploration of the oceans and seas in all their aspects, including the delimitation of their extent and depth, the physics and chemistry of their waters, and the exploration of their resources.

EMNEKATEGORI: **PALEONTOLOGY**

BESKRIVELSE: Paleontology includes resources that focus on the study of life and physical conditions, such as climate and geography, of past geological periods as recorded by fossil remains.

EMNEKATEGORI: **PLANT SCIENCES**

BESKRIVELSE: Plant Sciences covers resources concerning many aspects of the study of plants including systematic, biochemical, agricultural, and pharmaceutical topics. This category includes materials on higher and lower plants, terrestrial and aquatic plants, plant cells, entire plants, and plant assemblages.

EMNEKATEGORI: **REMOTE SENSING**

BESKRIVELSE: Remote Sensing includes resources on the technique of remote observation and of obtaining reliable information about physical objects and the environment through the process of recording, measuring, and interpreting photographic images and patterns of electromagnetic radiation from space. This category also covers resources on the applications of remote sensing in environmental, atmospheric, meteorological, geographic, and geoscientific observations. Resources on geographic information systems that deal in large part with remote sensing are also included.

EMNEKATEGORI: **WATER RESOURCES**

BESKRIVELSE: Water Resources covers resources concerning a number of waterrelated topics. These include desalination, ground water monitoring and remediation, hydrology, irrigation and drainage science and technology, water quality, hydraulic engineering, ocean and coastal management, river research and management, waterways and ports.

