

RAPPORT FRÅN
KLIMAT
DELEGATIONEN
1995

KLIMATRElaterad FORSKNING

Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2015



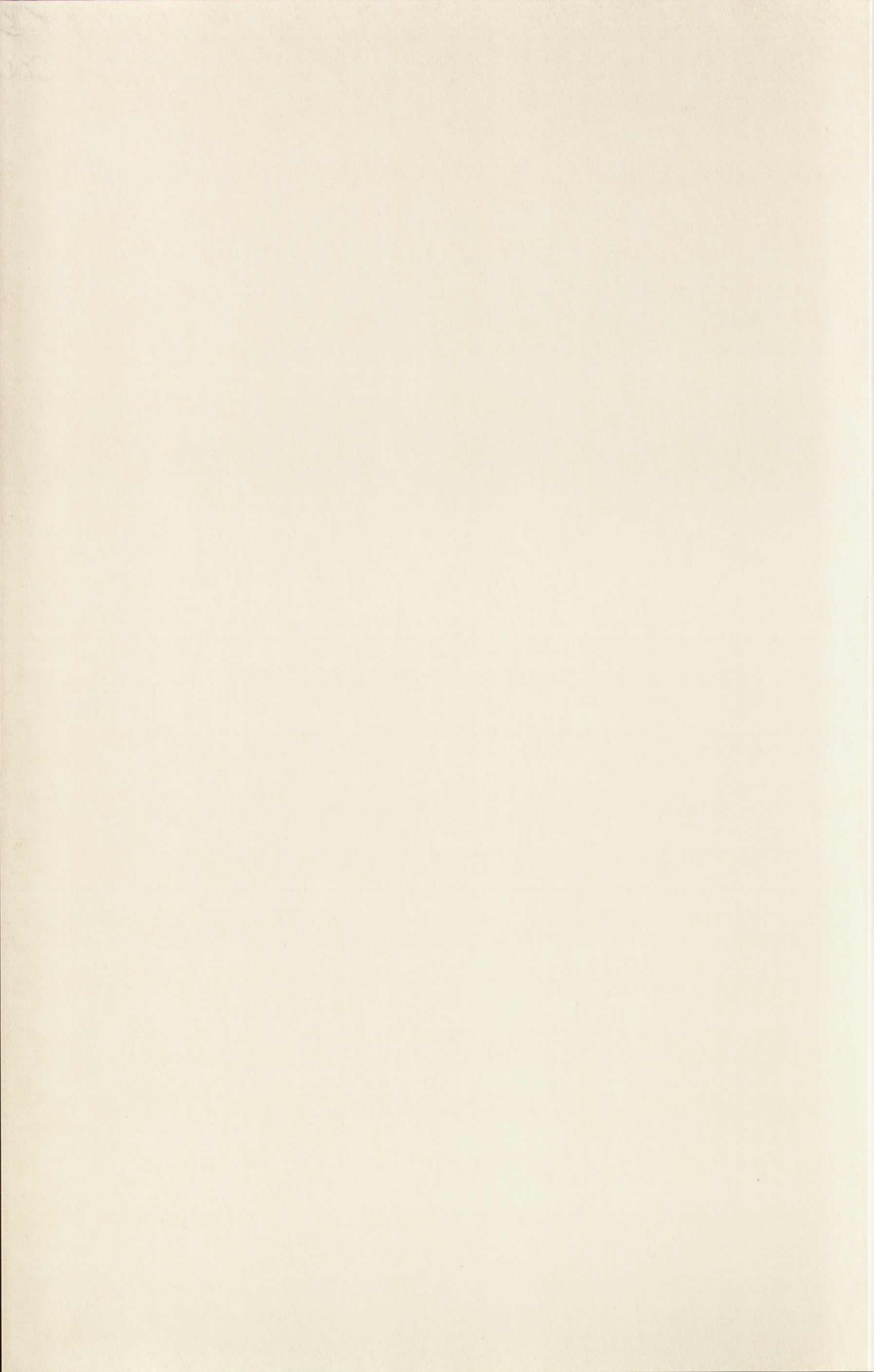
National Library
of Sweden

SOU 1996:39

RAPPORT FRÅN
KLIMAT
DELEGATIONEN
1995

KLIMATRElaterad FORSKNING

SOU 1996:39



A: Ref KB
Occ SOL
42



Statens offentliga utredningar
1996:39
Miljödepartementet

Rapport från Klimatdelegationen 1995

Klimatrelaterad forskning

Stockholm 1995

SOU och Ds kan köpas från Fritzes kundtjänst. För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Fritzes, Offentliga Publikationer, på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningskontor.

Beställningsadress: Fritzes kundtjänst
106 47 Stockholm
Fax: 08-20 50 21
Telefon: 08-690 91 90

Svara på remiss. Hur och Varför. Statsrådsberedningen, 1993.

– En liten broschyr som underlättar arbetet för den som skall svara på remiss.

Broschyren kan beställas hos:

Regeringskansliets förvaltningskontor
Arkiv- och informationsenheten
103 33 Stockholm
Fax: 08-790 09 86
Telefon: 08-405 24 81

Förord

Klimatdelegationen inrättades i oktober 1993 med uppdrag att:

- samordna den nationella forskningen inom klimatområdet,
- ge råd till regeringen hur FoU-resultaten bör utnyttjas inför nationella beslut och inför internationella förhandlingar i klimatfrågorna,
- svara för samordningen av svenska insatser i IPCC samt i övrigt vara pådrivande för att öka det internationella samarbetet vad gäller forskning inom klimatområdet
- vara remissorgan i viktigare frågor inom klimatområdet,
- svara för en sammanhållen rapportering om klimatforskning

Delegationens första sammanträde ägde rum 24 november 1993.

I propositionen *Åtgärder mot klimatpåverkan m m* (1992/93:179) framhålls bl a vikten av ökade forskningsinsatser kring konsekvenserna av klimatförändringar. Vidare understryks vikten av att en samhällsrelaterad klimatforskning stöds och utvecklas. Det gäller inte minst samhällsekonomiska analyser och värderingar av effekter av klimatförändringar och nödvändiga motåtgärder.

Forskning och finansiering av forskning om klimatfrågor är fördelad på många olika forskningsinstitutioner, forskningsråd och sektorsorgan. Det finns, enligt klimatdelegationens direktiv, starka skäl att samordna klimatrelaterade forskningsinsatser inom olika områden, inte minst mot bakgrund av klimatproblematikens internationella karaktär och att frågan berör alla samhällssektorer. Även den åtgärdsinriktade forskningen bör samordnas med andra forskningsdiscipliner. Genom en sådan samordning skapas förutsättningar för en sammanhållen klimatpolitik.

Härmed överlämnas klimatdelegationens rapport 1995 om klimatrelaterad forskning. En uppdelning är gjord på tre områden: naturvetenskaplig, teknisk och samhällsvetenskaplig klimatforskning. För vart och ett av dessa områden har en genomgång gjorts av prioriterade frågor, Sveriges roll internationellt samt vilka luckor som kan identifieras och vilka prioriteringar som bör göras i framtiden. Viktiga aspekter som syntes och samverkan mellan olika forskningssfärer samt det internationella perspektivet berörs även. Den genomgång av pågående klimatrelaterad forskning som gjordes i Klimatdelegationens rapport 1994 bifogas som bilaga 1. Rapporten är tänkt att utgöra ett underlag för 1996 års forskningspolitiska proposition.

Klimatdelegationen har sedan 26 oktober 1993 bestått av följande ledamöter, professor Bert Bolin, ordförande, professor Sten Bergström, kanslichef Björn Brandt, docent Anna-Lisa Lindén, professor Sune Linder, fil dr Kerstin Lövgren, direktör Hans Nyman, enhetschef Birgitta Palmberger, professor Henning Rodhe, enhetschef Uno Svedin samt generaldirektör Anders Wijkman (t o m 950331). Sekreterare är Tom Hedlund och biträdande sekreterare Lena Svärdsjö.

Delegationen ställer sig bakom föreliggande rapport. I de delar som rör rekommendationer om svensk kompetens inom klimatmodellering har de berörda, Sten Bergström, Henning Rodhe och Kerstin Lövgren ej deltagit.

Stockholm i december 1995

Innehåll

Förkortningar

1	Sammanfattning och förslag	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Miljöforskningens betydelse och dess komplexitet	1
1.3	Naturvetenskaplig klimatrelaterad forskning	3
1.4	Teknisk klimatrelaterad forskning	4
1.5	Samhällsvetenskaplig klimatrelaterad forskning	6
1.6	Tvårvetenskaplig forskning och samordning	8
1.7	Slutsatser	11
2	Naturvetenskaplig forskning	13
2.1	Inledning	13
2.2	IGBP-relaterad forskning	15
2.3	WCRP-relaterad forskning	16
2.4	Källor och sänkor för växthusgaser	17
2.5	Effekter av klimatförändringar	18
3	Teknisk forskning och utveckling	20
3.1	Inledning	20
3.2	FoU med inriktning på åtgärder i ett kort och medellångt perspektiv	21
3.2.1	Biobränslen	21
3.2.2	Förbrännings- och förgasningsforskning	22
3.2.3	Termodynamiska processer för elproduktion	23
3.2.4	Värme- och kylteknik	24
3.2.5	Energianvändning inom industrin	24
3.2.6	Energianvändning inom transportsektorn	25
3.2.7	Användning av energi i byggnader och bostäder	25
3.3	FoU med inriktning på åtgärder i ett längre perspektiv	26
3.3.1	Solceller	26
3.3.2	Bränsleceller	27
3.3.3	Vätgas	27
3.3.4	Artificiell fotosyntes	28
3.4	Infrastruktur och systemfrågor	28
3.5	Internationell FoU	29
3.5.1	EUs forskningsprogram	29
3.5.2	Internationella FoU-satsningar	30
3.6	Svenska satsningar	31

4 Samhällsvetenskaplig forskning	33
4.1 Inledning	33
4.2 Huvudområden	34
4.2.1 Styrmedel och institutionella frågor	34
4.2.2 Systemkunskap	36
4.2.3 Värderingar i samhället / Livsstilsfrågor	37
4.2.4 Miljö och samhällsplanering	38
4.2.5 I-världens roll i det internationella perspektivet	39
4.3 Prioriteringar	40
5 Internationella exempel	42
5.1 Klimatforskning i Nederländerna	42
5.2 Några exempel från andra länder	47
6 Redogörelse för klimatdelegationens verksamhet	49

Bilagor

1. Svensk klimatrelaterad forskning
2. Klimatforskning i Nederländerna, av Ingar Palmlund, Linköpings universitet

Förkortningar

AFR	Avfallsforskningsrådet
BAHC	Biosphere Aspects of the Hydrological Cycle
BALTEX	The Baltic Sea Experiment
BFR	Byggforskningsrådet
CICERO	Centre for International Climate and Energy Research Oslo
CLIVAR	Climate Predictability and Variability
CFC	Klorfluorkarboner
ENRICH	European Network for Research Into Global Change
FRN	Forskningsrådsnämnden
GCM	General Circulation Models
GCTE	Global Change and Terrestrial Ecosystems
GEWEX	The Global Energy and Water Cycle Experiment
HCFC	klorfluorkolväten ("mjuka freoner")
HDP	Human Dimensions of Global Environmental Change Program
HSFR	Humanistisk-samhällsvetenskapliga forskningsrådet
IEA	International Energy Agency
IGAC	The International Global Atmospheric Chemistry Project
IGBP	International Geosphere Biosphere Program
IPCC	FN:s expertpanel för klimatfrågor (Intergovernmental Panel on Climate Change)
ITEX	The International Tundra Experiment

JGOFS	Joint Global Ocean Flux Study
KFB	Kommunikationsforskningsberedningen
KVA	Kungliga vetenskapsakademien
LOICZ	Land Ocean Interactions in the Coastal Zone
MISTRA	Miljöstrategiska stiftelsen
NFR	Naturvetenskapliga forskningsrådet
NOCLIMP	Nordic Climate Modelling Project
NOPEX	Northern Hemisphere Climate Processes Landsurface Experiment
NRP	Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change
NUTEK	Närings- och teknikutvecklingsverket
NV	Naturvårdsverket
OECD	Industriländernas organisation för ekonomiskt samarbete och utveckling (Organization for Economic Co-operation and Development)
PAGES	Past Global Changes
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
SILMU	Finnish Research Programme on Climate Change
SJFR	Skogs- och jordbrukets forskningsråd
SMHI	Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut
SNV	Statens naturvårdsverk
SOU	Statens offentliga utredningar
TFR	Teknikvetenskapliga forskningsrådet
VOC	Volatile Organic Compounds

WCRP	World Climate Research Program
WEC	World Energy Council
WOCE	World Ocean Circulation Experiment

1.2

Det		
ach		
chos		
slap		
ning		
over		
mean		
son		
knip		
an		
trou		
succ		
varic		
en		
del		
Det		
frage		
by		

1 Sammanfattning och förslag

1.1 Bakgrund

Behovet av ökad kunskap inför hotet att klimatet förändras genom människans snabbt växande aktiviteter på jorden har medfört att klimatforskningen under senare år vuxit fram som ett mer vittomfattande begrepp. Det innefattar inte bara grundläggande naturvetenskaplig forskning om det globala klimatiska systemet och hur det kan påverkas av människan. Viktiga delar är också sökande efter vidgad kunskap om hur terrestra och marina ekosystem och vi människor skulle påverkas av en klimatiförändring och de förändrade möjligheter att utnyttja naturens resurser som skulle följa i dess spår. Vad skulle vidare en klimatiförändring innebära för vår strävan mot en *hållbar* utveckling i världen, "sustainable development"? Vilka möjligheter har vi att genom tekniska och socioekonomiska åtgärder förändra utvecklingen och minska klimatpåverkan? Även om Sverige troligen har mindre att frukta i form av direkt påverkan av en klimatiförändring än många andra länder, är vi i hög grad beroende av omvärlden och skulle utan tvekan påverkas negativt om utvecklingen där inte blir fredlig och positiv. Klimatdelegationen ser på svensk klimatforskning i ett sådant vidgat perspektiv.

1.2 Miljöforskningens betydelse och dess komplexitet

Det klimatiska systemet, som innefattar lufthavet, oceanerna med deras växter och djur, kontinenterna med mark, is och vatten och en mångfald av terrestra ekosystem, är ett komplext och i vissa avseenden kaotiskt system. Våra kunskaper om det är ofullständiga och gemensamma ökade satsningar inom forskningen krävs av världens länder för att skapa en mer detaljerad och samtidigt övergripande bild av hur klimatsystemet fungerar och hur det nu påverkas av människan. Intensifierade detaljstudier av såväl de olika delsystemen var för sig som deras samspel i den biosfär som utvecklats under årmiljoner kommer ändå knappast att kunna ge definitiva och detaljerade förutsägelser av vad som kommer att hända, men vi kommer att bättre kunna förstå och tolka de förändringar som troligen kommer att bli allt mer påtagliga. Forskningen kan på detta sätt successivt ge ett underlag för diskussioner och överenskommelser mellan världens länder om olika åtgärder. Genom ökad kunskap blir det lättare att skapa en saklig politisk debatt. Det sista årtiondets utveckling av klimatfrågan som en del av internationell politik understryker denna uppfattning.

Det globala samhället kommer att ställas inför en serie av komplexa frågeställningar i strävan att finna vägar mot en hållbar utveckling i världen. En av människan förorsakad klimatiförändring innebär därvidlag en allvarlig

komplikation, som i flera avseenden kan komma att begränsa våra framtida möjligheter. Det är ju redan uppenbart att energibehovet för en växande världsbefolkning inte kommer att kunna tillgodoses av fossila bränslen på grund av återverkningarna på jordens klimat. Naturvetenskaplig/teknisk forskning och utveckling kommer att bli allt viktigare för att finna alternativa lösningar.

Hotet om en framtida klimatförändring kan innebära ökade konflikter såväl internationellt som inom länder. Bättre insikt om olika länders och människors reaktioner och beteendemönster i sådana situationer kommer att få ökad betydelse. Samhällsvetenskaplig/humanistisk forskning kommer att kunna ge viktiga bidrag den kunskapsbank som behövs för att kunna handla rationellt inför en klimatförändring.

Slutligen kräver utformningen av en svensk klimatpolitik kunskap om Sveriges faktiska situation i frågan om risker och potentiella möjligheter och att dessa beskrivs i så klara termer som möjligt. Svenska forskningsinsatser med denna inriktning har hittills i viss mån varit splittrade. Innovationer och förnyelse i detta avseende är viktiga.

De åtgärder som krävs för att hejda klimatförändringen är mycket omfattande och genomgripande för samhällsutvecklingen i stort. Kraven på beslutsunderlag är därför mycket stora. En ökad forskning på klimatområdet berör därför ett mycket stort antal ämnen, inom naturvetenskap och teknik lika väl som inom samhällsvetenskap och humaniora.

För en jämförelse har klimatdelegationen sökt bilda sig en uppfattning om klimatforskningens organisation i andra länder. Övriga nordiska länder har genomgående skapat mer samordnade program än vad som varit fallet i Sverige. Vidare har EU byggt upp ett omfattande klimatprogram (årlig budget ca SEK 2,26 miljarder) i form av ett antal projekt med avsikt att främja samverkan mellan de europeiska länderna. Svenska forskare har kommit in i detta samarbete först under de allra sista åren.

I ett antal länder finns särskilda institut som har klimatforskningen som det centrala temat för sin verksamhet. Exempelvis har Max Planck-institutet för meteorologi i Hamburg och Hadley Centre i Bracknell stora resurser för forskning inom klimatområdet och forskningen där ligger i den internationella forskningsfronten. I Potsdam upprättas ett nytt forskningsinstitut som är inriktat på studier av konsekvenser av en klimatförändring. Nederländerna har en i förhållande till landets storlek ganska omfattande klimatforskning, som framför allt är knuten till ett centralt statligt forskningsinstitut. I USA finns ett utpräglat pluralistiskt system för forskningsstöd. Ett antal betydande forskningsinstitut är verksamma, många knutna till universiteten (både med stöd från olika delstater och från privata källor), andra stöds av näringslivet. Den sammanlagda satsningen

i USA utgör troligen mellan en tredjedel och hälften av all forskning i världen inom områdena "Climate Research and Global Change". Den nuvarande kongressen har dock avsevärt minskat de statliga satsningarna inom dessa områden.

Klimatfrågans komplexitet innebär att det är svårt att ge en samlad bild av pågående klimatforskning. Det är inte heller särskilt meningsfullt för Klimatdelegationen att ge förslag till annat än övergripande prioriteringar. Ställningstaganden vad gäller mer detaljerade prioriteringar bör även i fortsättningen vara ett ansvar för befintliga organ för forskningsplanering och finansiering. Behovet av en ökad samverkan dem emellan är emellertid uppenbart och detta diskuteras mer i detalj nedan. Det är slutligen viktigt att understryka Klimatdelegationens entydiga uppfattning att *människans framtida påverkan av jordens klimat och vad detta kan komma att innebära för länder och folk i ett längre perspektiv kommer att bli en av de kanske allvarligaste miljöfrågorna som vi kommer att konfronteras med under 2000-talet.*

I det följande redovisas först pågående forskning, vissa prioriteringar inför framtiden och behov av resurser inom de tre områdena

- naturvetenskaplig klimatrelaterad forskning
- teknisk klimatrelaterad forskning och utveckling och
- samhällsvetenskaplig/humanistisk klimatrelaterad forskning.

Därefter följer en diskussion om samverkan och integration av insatser inom och mellan dessa tre delområden.

1.3 Naturvetenskaplig klimatrelaterad forskning

Den naturvetenskaplig forskningen om globala miljöförändringar (Global Change) samordnas genom två internationella program: International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) och World Climate Research Programme (WCRP). IGBP är framför allt inriktat mot de biologiska och kemiska processerna, medan WCRP är fokuserat på fysikaliska processer relaterade till klimatförändringar. I Sverige samordnas forskningen genom den Svenska Nationalkommittén för IGBP och WCRP knuten till Kungliga Vetenskapsakademien. Finansieringen av denna forskning sker framför allt via Naturvetenskapliga Forskningsrådet (NFR), Naturvårdsverket (NV), Skogs- och jordbrukets forskningsråd (SJFR) och Närings- och Teknikutvecklingsverket (NUTEK). För närvarande satsas årligen sammanlagt ca 45 milj kr. Anslagen är fördelade mellan dessa finansiärer med ca 20, 10, 55 och 15%. Därtill kommer anslag via Nordiska ministerrådet och EUs "Environment Programme" till nordiska och europeiska projekt med svensk medverkan till belopp om ca 3,5 respektive 10 milj kr. Forsk-

ningen i Sverige bedrivs huvudsakligen vid universiteten samt Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI), som dessutom har ansvar för klimatdata.

De större satsningarna (ca 65%) är relaterade till IGBP och avser studier av de terrestra ekosystemen, dels deras fysiologi, dels strukturförändringar hos ekosystem på regional, kontinental och global nivå som ett resultat av klimatförändringar, dels biosfärens roll i det hydrologiska kretsloppet. Stöd ges också till studier av naturliga källor och sänkor för växthusgaser särskilt avseende skogens roll i sammanhanget, och av effekter av globala miljöförändringar inklusive förändrad UV-B-strålning. Andra betydelsefulla insatsområden är global atmosfärskemi, havets och kustzonens biologi och klimatförändringar i gången tid, särskilt under tiden sedan den senaste nedisningen.

De svenska satsningarna på studiet av de fysikaliska processer som är av betydelse för förståelse av det nuvarande klimatet och pågående och eventuellt framtida förändringar är å andra sidan förhållandevis små (ca 10% av de totala satsningarna). Många av dessa bedrivs i nordisk eller europeisk samverkan och omfattar utveckling av numeriska modeller (NOCLIMP, Nordic Climate Modelling Project och CLIVAR, Climate Predictability and Variability), studier av Östersjöregionens hydrologi (BALTEX, the Baltic Sea Experiment) och studier av utbytet av vatten i Nordatlanten (del av WOCE, World Ocean Circulation Experiment).

Det är Klimatdelegationens uppfattning av studiet av grundläggande fysikaliska processer i klimatsystemet, vilka ger grunden för en djupare förståelse av klimatproblematiken i sin helhet har relativt små resurser i Sverige. Ett ökat antal svenska forskare på området skall inte bara ses som bidrag till den internationella utvecklingen, utan skulle också ge en bättre vetenskaplig bas för studier av effekterna av en klimatförändring på ekosystem och olika klimatkänsliga samhällssektorer, särskilt jordbruk, skogsbruk och fiske.

1.4 Teknisk klimatrelaterad forskning

Svenska satsningar inom klimatrelaterad teknisk FoU är viktiga av flera skäl. För det första kräver den svenska omställningen av energisystemet i flera fall teknik som inte ännu är kommersiell till en tillräckligt låg kostnad och där man inte alltid kan förlita sig på utländsk teknik. För det andra krävs en viss nivå inom energi- och transportforskning på olika områden för att Sverige skall hänga med i den tekniska utvecklingen och kunna ta till sig ny teknik som utvecklats internationellt och applicera den enligt svenska förhållanden. För det tredje finns en

potential att utveckla ny teknik som kan ge stora möjligheter för svensk industri i framtiden. Det är därför viktigt att upprätthålla en bred energiforskning i Sverige.

Betydande genombrott har skett inom ett flertal energitekniska områden, vad gäller såväl energieffektivitet, miljöprestanda som kostnadsnivåer. Utvecklingen har skett successivt över en längre period. Denna utveckling kan väntas fortsätta även om utvecklingstakten är svårbedömd inom flera teknik-områden. Svensk forskning ligger långt framme kunskapsmässigt inom många områden. Både svenska utrustningstillverkare och energiföretagen medverkar också aktivt inom flera områden då det gäller teknisk utveckling och teknik-demonstration

Särskilda insatser bör göras på områden som är väsentliga för den svenska omställningen av energisystemet liksom på områden där det finns frontlinjeforskning i Sverige.

- En nyckelfråga för att klara en omställning av det svenska energisystemet och samtidigt begränsa koldioxidutsläppen är en fortsatt och intensifierad biobränsleintroduktion i Sverige. Det är därför motiverat att upprätthålla och intensifiera svenska FoU-insatser på biobränsleområdet.
- För att långsiktigt klara energiproduktionen och samtidigt minska användningen av fossila bränslen krävs utveckling av nya energikällor. En mer långsiktig kompetensutbyggnad krävs om Sverige skall kunna vara med i en sådan utveckling. Särskilda insatser bör göras på områden där det idag finns svensk forskning som ligger långt framme, detta gäller särskilt FoU om solceller.
- Stora förändringar kommer att krävas för att transportsystemet skall bli mer energieffektivt och miljövänligt. Förändringarna spänner över hela området från fordonsutveckling, bränsletillförsel till transportsystemets utformning. Från klimatsynpunkt bör forskning och utveckling koncentreras till alternativa drivmedel, motorer och alternativa drivsystem samt utformning av transportsystemet och övergång till mer energisnåla och miljövänliga transportslag.
- Dessutom bör satsningar på energihushållning och nya vägar för energieffektivisering prioriteras. FoU bör för att ge resultat kombineras med styrmedel som syftar till en minskad användning av energi och fossila bränslen. Forskning om energisystemets utveckling och samspel mellan teknik-ekonomi-beteende är väsentligt för att potentialen för teknisk utveckling skall kunna realiseras.

För att få till stånd en övergång från fossila bränslen till alternativa energikällor krävs en hög innovationshastighet i energisektorn liksom inom transportområdet.

Trenden de senaste åren har dock varit minskade investeringar i energirelaterad forskning och utveckling, såväl inom den privata som den offentliga sektorn. Det offentliga fou-stödet har halverats de senaste fem åren. Dessutom har de offentliga insatserna i allmänhet fokuserats på icke-förnybara energikällor. Mindre än 10% av IEA-ländernas fou-stöd går till förnybara energikällor, se tabell 1.1. Under 1994 fördelade sig IEA-ländernas FoU-budget enligt följande:

Tabell 1.1 IEA-ländernas FoU budget 1994

fossil energi	11 %
kärnkraft	43 %
fusionsenergi	12 %
energiushållning	11 %
förnyelsebar energi	8 %
övrigt	15 %

Kärnkraften kan knappast ses som en bas för den globala energiförsörjningen i framtiden. Fusionskraftens möjligheter är mycket osäkra, det är dessutom osäkert om en eventuell kommersiell elproduktion i fusionsanläggningar kan accepteras politiskt. T ex skulle en ny fusionsanläggning kunna bli besvärlig att lokalisera i Europa eller USA på grund av motstånd och motvilja från allmänna opinionen. För att få till stånd en minskning av användningen av fossila bränslen krävs därför en avsevärd ökning av de globala forskningsresurserna till energiushållning och förnyelsebar energi. För att forskningen skall ge resultat på marknaden krävs dessutom att demonstrationsprojekt genomförs och att styrmedel introduceras parallellt.

1.5 Samhällsvetenskaplig klimatrelaterad forskning

Det totala stödet till samhällsvetenskaplig och humanistisk miljöforskning i Sverige är fortfarande relativt litet, ca 40 milj kr under 1993/94, varav ca 10 milj kr gick till direkt klimatrelaterad samhällsvetenskaplig forskning. Detta område är dock mycket viktigt bl a när det gäller att öka förståelsen för samhällets förändringsmekanismer och samverkande system.

Samhällsvetenskaplig klimatforskning delas här upp i fem huvudområden:

- styrmedel
- systemkunskap
- värderingar i samhället / livsstilsfrågor
- miljö- och samhällsplanering
- i-världens roll i det internationella perspektivet

Utifrån dessa har behov av fortsatt och intensifierad forskning diskuterats.

Styrmedel kan ses som katalysatorer för mer grundläggande förändringar av beteenden. Mer kunskap behövs om vilka kombinationer av styrmedel som förstärker och håller samman arbetet mot ett miljöanpassat samhälle. Insikten om att det nu också gäller att påverka hela system snarare än specifika delar i dem bidrar till behovet av nya typer av styrmedel och nya sätt att använda dem vi redan provat.

Transportsystemet är ett exempel på klimatpåverkande *system*. Andra exempel är energisystem samt lokalisering av boende och arbetsplatser. Det är viktigt att tydliggöra samspelet mellan olika ekonomiska aktiviteter och tillståndet i miljön. Detta eftersträvas vid utveckling av s k integrated assessment models, ett forskningsområde som tillämpar en helhetssyn på miljöproblemen och involverar de många påverkande faktorerna i olika system. Systemsynen är något som bör genomsyra alla områden när det gäller klimatforskning. Vi vill betona vikten av att ha ett helhetsperspektiv och därmed kunna se hur olika faktorer samverkar.

Bakom politiska beslut och genomförande av åtgärder finns visioner om hur samhället bör fungera. Forskningsområdet *värderingar i samhället / livsstilsfrågor* syftar till att undersöka vilka värderingar och mål som finns bakom beslut och handlingar som syftar till miljöhänsyn. Förståelse av förändringsprocesser, på både individ- och hushållsnivå samt i kollektiva sammanhang, med miljöanpassning som grundläggande motiv är även en viktig del här.

Inom området *miljö och samhällsplanering* undersöks bl a nya former för samhällsplanering i urban miljö där såväl människors livskvalitet som ekologisk uthållighet vägs in. Forskning som behandlar det ömsesidiga beroendeförhållandet mellan transportinfrastrukturen och staden i övrigt är av särskild betydelse. Metoder och modeller behövs för att beskriva hur olika drivkrafter i samhället påverkar resande och transporter.

Vad gäller *i-världens roll i det internationella perspektivet* bör fokus ligga på vad i-länder kan betyda internationellt. Flera av i-ländernas roller är intressanta: den politiska (t ex internationella förhandlingar, konventioner), relationerna inom handel och utveckling av teknik samt de informella relationerna mellan i- och u-länderna (t ex förmedling av förebilder och trender via film och TV).

Slutligen bör vikten av interdisciplinära ansträngningar inom universitetsvärlden, även *inom* den samhällsvetenskapliga sfären, betonas. Klimatforskningen genom-syrar många discipliner vilket gör att den bör bedrivas tvärvetenskapligt och flexibelt över institutionsgränserna för att vara värdefull. Ökad vikt bör läggas på

forskning om lösningar med helhetsperspektiv där tekniska lösningar utgör en del men att ökad tyngd läggs vid system, värderingar, beteende, planeringsmetoder, internationellt arbete och styrmedel. Generellt behöver miljöforskningen en bredare vetenskaplig bas inom samhällsvetenskap och humaniora. Samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning skall kunna spela en större roll än hittills i problemorienterade, tvärvetenskapliga program på miljöområdet.

1.6 Tvärvetenskaplig forskning och samordning

Det är uppenbart att klimatforskning måste vara tvärvetenskaplig. Det behöver dock inte innebära att varje enskilt projekt nödvändigtvis skall vara det. Satsningar inom enskilda centrala discipliner förblir av grundläggande betydelse och samlande övergripande analyser kan aldrig bli bättre än vad kunskapen inom enskilda delområden tillåter. Å andra sidan är det viktigt med tidiga försök till övergripande studier, inte i första hand för att ge svar på konkreta frågor, men dels för att skapa en grov bild av helheten och dels för att nå fram till en bättre förståelse av vad som krävs av mer precisa och detaljerade studier för att övergripande analyser skall bli trovärdiga. Det finns många exempel från grundläggande naturvetenskaplig klimatforskning som styrker denna syn.

Samverkan inom klimatforskningen mellan olika forskare och institutioner är inte tillräckligt utvecklad i Sverige, vare sig inomvetenskapligt eller tvärvetenskapligt. Klimatdelegationen vill understryka vikten av att främja sådan samverkan. Mot bakgrund av Sveriges begränsade del av den totala forskningen på detta område är i detta sammanhang internationell samverkan helt nödvändig. Delegationen konstaterar att de mest framgångsrika projekten inom *grundläggande klimatforskning* i dag i hög grad återfinns bland dem som har en väl utvecklad internationell kontaktyta, dels mot övriga EU-länder men också mot forskare i exempelvis USA och andra ledande länder på området.

Svenska forskare har inte utvecklat klimatmodeller för integration av de delinsatser som gjorts i landet. Genom samarbete, framför allt med Max Planck-institutet för meteorologi i Hamburg, men också med andra institutioner utomlands, har dock möjligheter givits att ändå i viss mån delta i och bidra till en sådan utveckling. Det finns emellertid nu flera skäl till att stärka de svenska modellinsatserna:

- Möjligheten att i Sverige bygga upp en kompetens för att utföra globala modellberäkningar skulle innebära en *utökning av gruppen forskare som är förtrodda med globala klimatmodeller*, såväl vad avser deras möjligheter som deras begränsningar. Detta skulle ge en stabil bas för klimat-

forskning i Sverige och även ge ett bättre stöd till svenska deltagare i internationella förhandlingar som berör klimatfrågan. Det är viktigt att en sådan satsning sker i nära samverkan med någon eller några ledande forskargrupper i främst Europa. En sådan utbyggnad av svensk forskning på klimatområdet skulle vara betydelsefull i flera avseenden:

- Tillgång till en global klimatmodell skulle skapa ett *svenskt "testlaboratorium"* för de svenska forskare som engagerat sig för delstudier av processer som är viktiga i arbetet med globala modeller.
- Kunskap om *klimatets påverkan på terrestra och marina system samt på mänsklig verksamhet* är av central betydelse för politiska och andra ställningstaganden i frågan om eventuella åtgärder mot en befarad klimatiförändring. I och med att klimatmodellerna successivt förbättras kommer det att finnas möjligheter att nå bättre kunskap om dessa frågor och då särskilt vad gäller skogs- och jordbruk etc. En samordning av för närvarande oftast enskilda studier av detta slag kring en sådan klimatmodell vore en naturlig utveckling.
- Under det senaste åren har internationellt en utveckling av *s k integrerade modeller* (integrated assessment models) inletts internationellt. Avsikten är att koppla samman modeller som beskriver klimatsystemet, människans resursanvändning (framför allt landanvändning) och det globala socio-ekonomiska systemet. Ett omfattande arbete krävs innan sådana försök kommer att vara i någon mening "användbara" men arbetet med att försöka skapa sådana "verktyg" kommer säkerligen att ge en betydligt bättre insikt om konsekvenserna av att människan i allt högre grad exploaterar jordens naturtillgångar. Erfarenheter från arbete med komplexa klimatmodeller kommer att vara av betydande värde för att svenska forskare på ett meningsfullt sätt skall kunna delta i en internationell utveckling av integrerade modeller.
- Även systeminriktad samhällsvetenskaplig forskning behöver förstärkas. Det är viktigt att tydliggöra sambanden mellan samhällets olika verksamheter och miljön. Sambanden kan analyseras på olika nivåer och med olika ansatser och modeller. Vad gäller ekonomi och miljö pekar inte minst erfarenheterna från det internationella klimatarbetet mot stora svårigheter att uttrycka många viktiga miljövärden i kronor. Vi menar mot denna bakgrund att forskningen samt utvecklingsarbetet vid bl a Konjunkturinstitutet och Statistiska Centralbyrån med renodlade fysiska räkenskapssystem och monetär värdering av miljöeffekter bör kompletteras med en utveckling av modeller som tydliggör samspelet mellan mer snävt avgränsade ekonomiska storheter och tillståndet i miljön. Med sådana modeller skulle man kunna besvara viktiga frågor om olika sekto-

ners roll för miljöbelastningen, kostnadseffektiviteten i olika strategier för att uppnå angivna miljömål osv.

De årliga satsningarna till klimatforskning i Sverige uppgår till uppemot SEK 300 miljoner. Av detta är ca SEK 230 miljoner forskning inom energi- och transportområdet som är klimatrelaterad. Denna forskning är dock inte primärt inriktad på klimatproblemet utan har ett vidare syfte.

Den grundläggande principen i svensk forskningspolitik har varit att endast i undantagsfall skapa separata statliga forskningsinstitut. Klimatdelegationen delar denna uppfattning, men vill understryka behovet av en ökad samverkan mellan de forskare och institutioner som i dag har klimatforskningen på sitt program. Klimatdelegationen har uttalat sitt stöd för projektförslag till MISTRA, den miljöstrategiska forskningsstiftelsen, som innebär en organiserad nära samverkan mellan forskare vid SMHI, Stockholms Universitet, Uppsala Universitet och Göteborgs Universitet för att skapa ökad kompetens inom området för klimatmodeller. Med en sådan utbyggd satsning på den **grundläggande klimatforskningen** som bas skulle studier av biologiska/ekologiska konsekvenser av klimatförändringar kunna samordnas bättre genom organisation av nätverk mellan forskare och institutioner som är aktiva på detta område. Klimatdelegationen anser att detta skulle vara till gagn såväl för den biologiskt inriktade forskningen som för samhällets behov av systematiskt sammanställda översikter av effekterna av en klimatförändring.

Ansvar för **forskning om effekterna av en klimatförändring** berör närmast NVs forskningsnämnd, NFR, SJFR och NUTEK. Även forskningen om städers utveckling (urban policies) i FRNs insatser på miljö- och naturresursområdet har relevans här. Framtida insatser också på detta område skulle främjas av en fastare gemensam struktur. Samverkan med de internationella programmen IGBP/WCRP och HDP (Human Dimensions of Global Environmental Change Programme) är väsentliga för dessa insatser.

Ansvar för **teknisk klimatrelaterad forskning** finns hos KFB, BFR och NUTEK. Ett samlat program för den FoU som nu bedrivs skulle vara av värde. Den framtida utvecklingen kommer sannolikt att vara karaktäriserad av betydande insatser inom näringslivet, när väl bilden börjat klarna om hur världens länder kommer att ta sig an klimatfrågan inom klimatkonventionens ram. Klimatdelegationen kommer att följa denna utveckling och ta initiativ till en närmare samverkan mellan statlig FoU på området och de initiativ som kan komma från näringslivet.

Vissa strukturella förändringar kan behöva göras för att förbättra förutsättningarna för **den svenska samhällsvetenskapliga klimatforskningen**. Här bör den gemensamma satsning som nu görs av nio forskningsfinansiärer inom kompetensprogrammet "Vägar till uthållig utveckling" kunna spela en viktig roll.

De problemorienterade och tvärvetenskapliga program som stöds av respektive finansiär är viktiga komplement till den grundläggande kompetensuppbyggnaden. Forskningsprogrammen skapar nätverk av forskare med placering vid många olika universitet. Universiteten kan härutöver satsa på temamiljöer inom det egna universitetet där kreativa personer kan samlas och få resurser för gemensamma projekt. De olika slagen av tvärvetenskapliga miljöer bör skapa grund för kontinuitet och vidareutveckling av forskningsinsatser. Detta är svårt att uppnå med traditionella ansökningar och bedömningar av dessa.

Det är angeläget att fortsätta ansträngningarna att etablera interdisciplinära arbetssätt inom universitetsvärlden. Det akademiska systemet främjar idag inte arbetet med syntes och värdering av kunskapsläget. Det behövs ett mer flexibelt arbetssätt över institutionsgränserna för att dels skapa breda projekt, dels dra till sig rätt kompetens. Då kan forskningen lättare sättas i samband med de stora akuta miljöproblemen. De krav som finns för att åstadkomma detta har hittills inte lett till några radikala omtänkanden. För att stärka grundkompetensen inom miljöområdet för samhällsvetare kan t ex forskarskolor anordnas där man tillåter sig vara ämnesöverskridande och bred. På detta sätt kan man på sikt få fram forskare som bättre än nu kan överskrida gränser.

1.7 Slutsatser

Sammanfattningsvis anser Klimatdelegationen att den klimatrelaterade forskningen i Sverige bör förstärkas och vidareutvecklas i följande avseenden.

- Studiet av grundläggande fysikaliska processer i klimatsystemet bör ges större utrymme.
- En satsning på uppbyggnad av svensk kompetens inom klimatmodellering bör genomföras med följande element:
 - i) kompetens på globala klimatmodeller stärks
 - ii) studier av delprocesser i de globala modellerna
 - iii) samordning med studier av terrestra och marina system
 - iv) utveckling mot integrerade modeller (klimat, resursanvändning, markanvändning, socioekonomi)

- Forskningen om effekter av klimatförändringar i Norden bör förstärkas och ges en fastare struktur, särskilt påverkan på Östersjön, andra naturliga ekosystem samt skogsbruket.
- Vid sidan av satsningar på energihushållning och nya vägar för energieffektivisering bör FoU-insatser på biobränsleområdet upprätthållas och intensifieras, särskilt vad gäller elproduktion med förgasningsteknik.
- Fortsatta och ökade FoU-satsningar bör göras på utvecklingen av nya energikällor, särskilt solceller.
- Forskningen inom transportområdet bör koncentreras till alternativa drivmedel, motorer och alternativa drivsystem samt utformning av transportsystemet.
- Den systeminriktade samhällvetenskapliga forskningen bör förstärkas med bl a utveckling av modeller som tydliggör samspelet mellan ekonomi och miljö.
- Den tvärvetenskapliga klimatforskningen bör förstärkas. Detta kan göras genom bl a följande insatser.
 - i) En uppbyggnad av tydliga strukturer och samverkansformer mellan forskningsråd och andra forskningsfinansierande organ,
 - ii) stöd till breda lösningsinriktade program,
 - iii) satsningar på temamiljöer på universiteten och
 - iv) skapande av forskarskolor av gränsöverskridande och interdisciplinär karaktär.
- En stark svensk forskning är viktig både för möjligheterna att påverka innehållet i EUs forskningsprogram och för svenska gruppers möjlighet att delta i internationella forskningssamarbeten.

2 Naturvetenskaplig forskning

2.1 Inledning

Den naturvetenskapliga forskningen om globala miljöförändringar (Global Change) samordnas genom två internationella program: International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) och World Climate Research Programme (WCRP). IGBP är framför allt inriktat mot de biologiska och kemiska processerna medan WCRP är fokuserat på fysikaliska processer relaterade till klimatförändringar. I Sverige samordnas forskningen genom den Svenska Nationalkommittén för IGBP och WCRP knuten till Kungl. Vetenskapsakademien. Finansieringen av denna forskning sker framför allt via Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR), Statens naturvårdsverk (SNV), Skogs- och jordbrukets forskningsråd (SJFR) och Närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK). Forskning bedrivs huvudsakligen vid universiteten samt vid Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI), som har ansvar för klimatdata.

I tabell 2.1 visas fördelningen av medel till den naturvetenskapliga klimatforskningen i Sverige under budgetåret 1994/95. Projekten har så långt möjligt fördelats på de olika områdena inom IGBP och WCRP. Till detta kommer de anslag som förmedlas genom Nordiska ministerrådet och genom EU:s Environment-program. Ca 10 miljoner har fördelats senaste året till projekt med svensk medverkan i Nordiska ministerrådets klimatforskningsprogram. Till svensk medverkan inom Environment-programmet har ca 10 miljoner gått till klimatrelaterade projekt (främst inom område 1.1 "Climate Change") under år 1996.

Tabell 2.1 Översikt över finansiering av naturvetenskaplig klimatrelaterad forskning i Sverige, 1994/95, (Mkr)

Projektområde	NFR	NUTEK	SJFR	SNV	NMR (1995)	EU (1996)	Totalt
Global atmosfärkemi, IGAC	1,3	1,6		1,5	0,1	0,5	5,0
Globala flöden i haven, JGOFS	0,6				0,7		1,3
Utbyte mellan land och hav i kustzoner, LOICZ	0,2			0,6			0,8
Biosfären i den hydro- logiska cykeln, BAHC	1,3		4,6	0,4	1,9	2,1	10,3
Källor/sänkor växthusg.			3,0 ¹	2,4			5,4
Effekter av UV-ljus				1,6		1,9	3,5
Effekter av klimatför.				2,1			2,1
Globala förändringar - markekosystem, GCTE	0,2	1,6	15,5	2,1		1,6	21,0
Historiska globala för- ändringar, PAGES	4,6				0,1	2,1	6,8
Globala klimatforsk- ningsprogr., WCRP	0,4				0,7	1,3	2,4
Cirkulation i världshaven, WOCE	0,5				0,03		0,5
Stratosfärprocesser - klimat, SPARC	0,1						0,1
Övrigt	0,4	1,0	3,7	1,3		0,5	6,9
Summa	9,6	4,2	26,8	12,0	3,5	10,0	66,1

¹ SJFRs anslag på 3 miljoner kr är en klumpsumma som inkluderar forskning om både källor och sänkor för växthusgaser, effekter av UV-ljus och effekter av klimatförändring.

2.2 IGBP-relaterad forskning

Sverige har inom IGAC (The International Global Atmospheric Chemistry Project) särskilt betonat projekt som har samband med utbytet av växthusgaser och andra spårgaser mellan biosfären och atmosfären. Studierna avser ekosystem både på nordliga breddgrader och i tropikerna.

Svenskt deltagande spelar en central roll i det EU-finansierade projektet SINDI-CATE (Study of the indirect and direct influences on climate of anthropogenic trace gas emissions). En klimatmodell utgör kärnan och i denna är kemiska ämnen och kemiska omvandlingsprocesser inkluderade. Det svenska bidraget är fokuserat kring simuleringar av den globala svavelcykeln och särskilt aerosolbildning från antropogena svavelutsläpp och aerosolpartiklarnas påverkan på klimatet.

Inom JGOFS (Joint Global Ocean Flux Study) samarbetar svenska forskare med forskare från andra nordiska länder. Det pågående nordiska projektet om studier av utbytet av CO_2 mellan atmosfären och Norska havet är relaterat till JGOFS. Svenska forskare arbetar med en högupplösande regional atmosfärsmode'll för denna region. En mätstation på Spetsbergen ger högkvalitativa mätningar av CO_2 och andas atmosfärskomponenter. Denna mätstation utgör en del av det globala nätet som i detalj registrerar ökningstakten i atmosfärens CO_2 -halt.

Svenska forskare har under de senaste decennierna ägnat stort intresse åt att integrera ekologiska och hydrologiska studier i Östersjön. Denna forskning har kunnat användas inom LOICZ (Land Ocean Interactions in the Coastal Zone). Särskilda studier har utförts av omsättningen av organiskt kol i kustzonen och kustzonens funktion som näringskälla, liksom av de biologiska återkopplingsmekanismerna i Östersjön.

Inom BAHC (Biosphere Aspects of the Hydrological Cycle) deltar Sverige med ett projekt NOPEX (Northern Hemisphere Climate Processes Landsurface Experiment). Projektet syftar till att öka förståelsen för de hydrologiska och meteorologiska förhållanden som styr utbytesprocesserna av energi, vatten och kol i gränsytan mark-vegetation-atmosfär.

Inom GCTE (Global Change and Terrestrial Ecosystems) ger svensk forskning avsevärda bidrag inom två områden. Det första är "Ekosystems fysiologi" där fältexperiment på den boreala skogens ekosystem utförs. Dessa studier kompletteras av studier av spårgaser och av hydrologiska studier inom BAHC.

Det andra prioriterade området för svenska forskningsinsatser inom GCTE är modellering av strukturförändringar hos ekosystem på regional, kontinental och global nivå som resultat av klimatförändringar. Denna forskning har etablerat nära samband med den paleoklimatologiska forskningen inom PAGES (Past Global Changes) och är särskilt inriktad på ett globalt angreppssätt för att utveckla dynamiska modeller som syftar till att bestämma hur klimatiska förhållanden sätter gränser för jordens biota, både idag och i det förflutna.

De svenska aktiviteterna inom PAGES fokuseras på förändringar under de senaste 20 000 åren. Svenska forskningsinsatser görs även i Arktis och Antarktis genom den svenska Polarforskningskommittén.

2.3 WCRP-relaterad forskning

Svenska forskningsprioriteringar inom WCRP-relaterad forskning finns beskrivna i rapporten *A Proposal for Strengthening Climate Modelling in Sweden* (KVA, Documenta Nr 59, 1994). Nedan följer en beskrivning av de viktigaste svenska klimatrelaterade forskningsinsatserna inom ramen för WCRP.

GEWEX (the Global Energy and Water Cycle Experiment) är en kombination av fältexperiment och teoretisk modellbildning, som är inriktad på att studera hydrologi- och energiutbyten i klimatsystemet.

Ett program inom GEWEX som är av särskilt svenskt intresse är BALTEX (the Baltic Sea Experiment). De viktigaste vetenskapliga målen för BALTEX är att bestämma de olika mekanismer som bestämmer variabiliteten hos flödena av energi och vatten över tid och rum inom Östersjöns tillrinningsområde och att koppla dem till atmosfärens och havens globala cirkulationssystem. BALTEX-projektets genomförande har nu inletts i samarbete mellan Östersjöländerna. Sverige spelar en viktig roll med deltagande från ett flertal forskargrupper och genom att bidra med meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska data. Genom SMHI och KVA stod Sverige som värd för den första vetenskapliga BALTEX-konferensen som hölls på Gotland i augusti 1995 med ett 150-tal deltagare. Finansieringen av BALTEX-programmet sker genom nationella bidrag och EU-medel, främst inom ramen för programmen Environment and Climate och MAST III.

NOCLIMP (Nordic Climate Modeling Project) är ett samnordiskt projekt finansierat av Nordiska ministerrådet. Projektet har relevans för GEWEX eftersom en av målsättningarna är att studera känsligheten hos stora klimatmodeller, GCMs (General Circulation Models) för fuktighet-moln-strålningsprocesser. Inverkan av dessa processer på lågfrekvent atmosfärisk variabilitet

undersöks också. En storskalig global modell används av svenska forskare i detta arbete. Denna senare uppgift ligger inom målsättningen för WCRP projektet CLIVAR (Climate Predictability and Variability).

Inom CLIVAR faller även arbetet med att samla in och analysera data. Databaser med meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska data är nödvändiga för att förstå variationer i klimatsystemet. SMHI arbetar med att skapa sådana databaser. På samma sätt är insamlandet av paleoklimatiska data väsentliga för att förstå klimatets variationer i ett längre tidsperspektiv.

Ett tredje större WCRP-projekt vid sidan av GEWEX och CLIVAR är WOCE (World Ocean Circulation Experiment). Svenska insatser sker här i nordiskt samarbete som koncentreras på utbytet av yt- och djupvatten i Nordatlanten över ryggen mellan Grönland och Skottland.

Nyligen har ett förslag lagts fram om att skapa en svensk kapacitet för klimatmodellering (KVA Documenta nr 59, 1994; L. Bengtsson: Förslag till handlingsprogram för SMHI, SMHI, 1994). Ett svenskt program för klimatmodellering skulle syfta till att bygga upp svensk kompetens och modellverktyg för att kunna göra detaljerade bedömningar av tänkbara utvecklingar av klimatet framför allt i den Nordiska regionen. Ett sådant program bör knytas till, och utgå från, redan existerande klimatrelaterad forskning och utveckling vid SMHI och universiteten. Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (MISTRA) är en tänkbar finansiär för ett svenskt klimat-modelleringsprogram. MISTRA har givit ett planeringsanslag för ett svenskt klimatmodelleringprogram. En fullständig ansökan har lämnats till MISTRA i december 1995.

2.4 Källor och sänkor för växthusgaser

Naturvårdsverket finansierar forskningsinsatser kring konsekvenser av klimatiförändringar på nordliga ekosystem. Forskningsprogrammet *Förändrat klimat och UV-B-strålning* har följande delområden på sitt program:

- Avgång och upptag av växthusgaser
- Effekter av globala klimatiförändringar på nordliga landekosystem
- Effekter av ökad UV-B-strålning på nordliga ekosystem

Prioriterade frågor är hur klimatiförändringar påverkar nedbrytning och omsättning av organiskt material samt hur kväve reglerar kolomsättningen. För olika framtida klimatscenarier simuleras förändringen av vattenbalansen samt markklimatet hos barrskogsekosystem. Likaså görs försök att uppskatta kväveminerallisering och nitrifikationens klimatberoende. Försök görs också att genom

processtudier förklara reglering av emission av N_2O från skogsmark. Av stor betydelse för framtida strategiska markanvändningsbeslut är kunskap om hur flödet av växthusgaser från organogena åkerjordar påverkas av förändrad markanvändning. Studier av hur man kan minska N_2O emissionen från stallgödsel genomförs också.

Särskilda insatser görs för att uppskatta metanflödet från svenska våtmarker med syfte att förutsäga hur nedbrytningen av organiskt material i myrar kommer att påverkas av en klimatförändring samt ökade belastningar av svavel och kväve.

Forskning om flöden av växthusgaser med tonvikten på hur mänskliga aktiviteter påverkar dessa bedrivs inom NUTEKs program *Bioenergi/klimat, Skogseko-system* och inom projektområdet *Bränsleteknik*.

2.5 Effekter av klimatförändringar

Inom SNVs FoU-program *Förändrat klimat och UV-B-strålning* prioriteras studier av effekter av globala miljöförändringar på växtsamhällen och populationer i fjällområdet. Vid Abisko Naturvetenskapliga Station, Lappland, bedrivs studier av effekterna av ökad temperatur, förhöjd CO_2 -halt samt ökad UV-B-strålning på arktisk hedvegetation. Resultaten kommer att erbjuda framtida möjligheter att förutsäga effekterna av en samtida förhöjd temperatur och CO_2 -halt samt möjliga återkopplingar till atmosfären. Utvalda växtarters reproduktion följs under en flerårsperiod inom försök med experimentella klimatförändringar. Studien är en fördjupning av ITEX (The International Tundra Experiment) inom vilket en klimatförändring avseende förhöjd temperatur simuleras med hjälp av "open-top chambers" och sex utvalda cirkumpolära arter studeras.

Som grund för uppskattningar av hur stora effekterna av en klimatförändring kan bli på skogen behövs en ökad förståelse för hur fort naturlig skog anpassar sig till klimatförändringar. Denna process studeras genom modellsimulering av naturliga löv-, bland-och barrskogars rumsliga dynamik. Paleodata används för att validera modellresultaten.

Underlag till en modell avseende klimatbetingad utbredningsdynamik för den boreala barrskogens nordgräns hämtas in genom studier av olika marginala trädpopulationers ålderstrukturer. Dessa data jämförs med de oberoende klimatrekonstruktioner som framkommit genom årsringsstudier.

En betydande satsning har gjorts på studier av effekter av förhöjd CO_2 , förhöjd temperatur samt ändrad näringstillförsel på skogen. Modeller har också utvecklats där biosfärens reaktion på förhöjd CO_2 halt i atmosfären simuleras.

Ett omfattande projekt pågår vad gäller torskreproduktion i Östersjön och dess beroende av miljön, bl.a förändringar i klimatet.

En betydande satsning görs på studier av klimatförändringars effekt på struktur och funktion av boreala skogsekosystem. Ett storskaligt fältexperiment genomförs i en ung granskog i Västerbotten och innefattar bland annat långvarigt behandling av träd med förhöjd CO₂ och förhöjd marktemperatur. Behandlingarna utföres vid "naturlig" och optimerad näringstillgång. Simuleringsmodeller avseende skogs reaktion på förhöjd CO₂ och förändrat klimat har vidareutvecklats och testats för boreala förhållanden. Experimentet utgör "modell" avseende uppläggning, behandlingar, mätprogram och modellering för ett internationellt nätverk av liknande skogliga experiment inom GCTE. Verksamheten har i huvudsak stötts av SJFR och SNV men den framtida finansieringen är osäker. Allt mer av finansieringen sker numera med hjälp av EU-projekt (Environment).

3 Teknisk forskning

3.1 Inledning

Antropogena utsläpp av s.k. växthusgaser befaras leda till att den globala medeltemperaturen kommer att stiga med betydande störningar i klimatet och miljön som följd. Den enskilt viktigaste källan för antropogena emissioner av växthusgaser är förbränning av fossila bränslen. Koldioxid beräknas för världen som helhet svara för ca 60% av den antropogena växthuseffekten och förbränning av fossila bränslen svarar för ca 80 % av denna andel. Långtgående åtgärder är därför motiverade för att minska koldioxidemissionerna. Sverige bidrar endast med ca 0,25% av de totala koldioxidutsläppen. De svenska utsläppen per capita är lägre än för flertalet andra I-länder.

I Sverige svarar koldioxidutsläppen för cirka 80% av de antropogena emissionerna av växthusgaser och förbränning av fossila bränslen utgör den helt dominerande andelen. Transportsektorn svarar för 40% av de totala utsläppen. Emissionerna kan minskas genom effektivisering av energiproduktionen och energianvändningen samt en övergång till bränslen som ger små eller inga nettoemissioner av koldioxid. Elproduktionen i Sverige baseras i huvudsak på vattenkraft och kärnkraft, som inte ger några utsläpp av koldioxid, vilket gör att utrymmet för åtgärder är förhållandevis begränsade jämfört med många andra länder inom Europa.

Energianvändningen i Sverige kan komma att öka under de närmast kommande åren, trots betydande effektivisering. En ökning förutses framförallt för industri- och transportsektorn. I det senare fallet rör det sig nästan uteslutande om ökad användning av oljeprodukter. Detta kommer att ge upphov till ökade utsläpp av bl.a. koldioxid. Det av riksdagen fastställda målet för koldioxidutsläpp, dvs en stabilisering av utsläppen år 2000 på 1990 års nivå och en minskning därefter kommer knappast att kunna uppnås om energianvändningen utvecklas i nuvarande takt. En ersättning av delar av kärnkraften med fossilbaserad kraft komplicerar situationen ytterligare.

Betydande genombrott har skett inom ett flertal energitekniska områden, vad gäller såväl energieffektivitet, miljöprestanda som kostnadsnivåer. Det bekräftas av flera internationella studier och sammanställningar avseende framtida teknologier samt av NUTEKs rapport om Genombrottstekniker.^{2, 3, 4}

² IEA/OECD: "Energy and environmental technologies to respond to global climate change concerns", Paris 1994

Utvecklingen har skett successivt och stegvis över en längre period. Denna utveckling kan väntas fortsätta även om utvecklingstakten är svårbedömd inom flera teknikområden. Svensk forskning ligger långt framme kunskapsmässigt inom många områden. Både svenska utrustningstillverkare och energiföretagen medverkar också aktivt inom flera områden då det gäller teknisk utveckling och teknikdemonstration.

En stark och uthållig energiforskning är av central betydelse som bas för teknisk, miljömässig och ekonomisk utveckling. Från svenska utgångspunkter bör energiforskningen i ett klimatperspektiv inriktas på:

Åtgärder på kortare sikt:

- Biobränslen
- Förbränningsteknik
- Termodynamiska processer för elproduktion
- Värme- och kylteknik
- Användning av energi inom industriella processer
- Användning av energi i byggnader och bostäder
- Användning av energi inom transportsektorn
- Insatser i tredje land

Åtgärder på längre sikt :

- Solceller
- Bränsleceller
- Vätgas
- Artificiell fotosyntes

3.2 FoU med inriktning på åtgärder i ett kort och medellångt perspektiv

3.2.1 Biobränslen

Biobränslen och naturgas kommer sannolikt att spela en viktig roll i de elproduktionsanläggningar som byggs i Sverige under det närmast kommande årtiondet. Biobränsleanvändningen har ökat kontinuerligt i Sverige sedan början av 1980-talet och den teoretiskt möjliga utnyttjningsbara potentialen på medellång sikt kan uppskattats till över 200TWH. En ökad biobränsleanvändning under de närmaste decennierna kommer till den helt dominerande delen att vara baserad på ett ökat utnyttjande av bränsleråvara från skogen.

³ IPCC Second assessment report, WG II, Impacts, adaptation and mitigation options
⁴ Genombrottstekniker, NUTEK R1995:42

Det finns en betydande potential för att öka uttaget av bibränslen från skogen. Dels är den nuvarande tillväxten i skogen långt större än avverkningen, och dels kan avverkningsrester tas ut i betydligt större utsträckning än vad som sker idag. Med dagens avverkningsnivå och gällande ekologiska restriktioner kan man ta ut avverkningsrester motsvarande 22-24 TWh. Med kompensationsåtgärder efter bibränsleuttag, förändringar i skogsindustrins kvalitetskrav samt ett ökat uttag av gallringsvirke för energiändamål ökar den tekniska potentialen med ytterligare 25-35 TWh.

Insatserna på området *bränsleproduktion från skogen* bör därför förstärkas. Syftet är att säkerställa att ett ökat utnyttjande av bibränslen från skogen kan ske inom ramen för ett långsiktigt uthålligt skogsbruk. Insatserna bör omfatta miljökonsekvenser av bränsleuttag liksom möjligheterna till kompensationsåtgärder som askåterföring och skogsvitalisering.

På sikt kan ändrade skogsskötselsystem med intensivare gödsling och bevattning innebära en kraftigt förhöjd biomassaproduktion i skogen och förhöjd bibränslepotential. Konflikter kan då komma att uppstå med andra miljömål såsom biodiversitet. Det kan i framtiden bli aktuellt med intensivare skogsbruk på vissa arealer samtidigt som ett ökat skydd ges till andra arealer. Det är angeläget att klargöra vilka bibränslekvantiteter som blir tillgängliga vid en sådan skogsskötsel och vilka negativa miljökonsekvenser som kan uppstå vid detta utvecklingsalternativ.

På längre sikt kan också energiskog få ökat intresse. Detta gäller i synnerhet om det kommer att läggas ytterligare miljörestriktioner på bibränsleuttag från skogen eller om den europeiska jordbrukspolitiken förändras mot minskade subventioner till livsmedelsproduktion.

Transportsektorn svarar för en ökande andel av koldioxidemissionerna i Sverige. Det är således angeläget att ta fram biomassabaserade alternativ till de fossila bränslena även inom denna sektor. De mest lovande alternativen (utvecklingspotential, nettoeffekt på koldioxidreduktionen) förefaller att vara att utnyttja cellulosarika råvaror för att producera *etanol* eller *metanol*. Biokemisk nedbrytning av cellulosa till etanol är en lovande teknik som dock behöver utvecklas för att bli ekonomiskt konkurrenskraftig. Uthållig finansiering kommer att krävas under 5-10 år för driva denna utvecklingslinje.

3.2.2 Förbrännings- och förgasningsforskning

Förbränning är ett centralt och strategiskt viktigt kompetensområde för stora delar av svensk energiindustri. Här återfinns hela spektrat av tillverkande företag från motor- och gasturbintillverkare till små pannföretag samt energiföretagen från

kraftindustrin till mindre energiverk. Förbrännings och förgasningsforskning har bedrivits under lång tid i Sverige och kompetensen är hög. Forskningen i Sverige omfattar ett stort antal vetenskapliga och tekniska discipliner, bl a kemiska och fysikaliska förlopp, strömning, modellering, diagnostik och mätteknik, katalytisk förbränning, fluidiserad förbränning, förgasning, småskalig förbränning, motorrelaterad förbränning och rökgas/avgasrening.

I framtiden kommer *förgasningstekniken* att introduceras i större skala både som kraftvärme kopplat till fjärrvärmenäten och som svartlutförgasning inom massaindustrin. Bioenergi får ökad relevans inom motorrelaterad förbränning och en starkare länk mot alternativa bränslen är att vänta. Kraven på vedeldning i små anläggningar av typen villor kommer att skärps. Katalytisk förbränning är ett utvecklingsområde med stora framtida tillämpningar, inte minst med hänsyn till möjligheterna att begränsa utsläppen av kväveoxider och VOC från bl a transportsektorn.

Förbränningsforskningen bör ges en central ställning med inriktning mot både långsiktig grundläggande forskning och tillämpade forsknings- och utvecklingsinsatser avseende för Sverige viktiga teknologier i ett klimatperspektiv.

3.2.3 Termodynamiska processer för elproduktion

En utbyggnad av ny kraft i Sverige måste på kort sikt i huvudsak baseras på termisk omvandling av olika bränslen till el och kombinerad el- och värmeproduktion. Det mesta talar för att framför allt olika *avancerade termodynamiska cykler* kommer att bli strategiskt viktigt i ett klimatperspektiv och därmed också ett nyckelområde för forskning och utveckling.

I Sverige bedrivs omfattande forskning och utveckling kring ett antal processer för kraft- och värmeproduktion, tex förgasning och avancerade cykler. Efterfrågan på fördjupade kunskaper om bränslebaserad elproduktionsteknik ökar inom energiföretagen i takt med behovet av ny elkapacitet och allt strängare miljökrav.

Satsningarna bör ha sådan inriktning att de bl a bidra till utvecklingen av miljövänliga och energieffektiva processer. Detta innebär en strävan efter hög verkningsgrad samt minskade utsläpp av koldioxid, kväveoxider och VOC. Det är viktigt att biobränslen får en framskjuten roll i utvecklingen. Grundförutsättningen för effektivare arbetsprocesser är högre temperaturer, vilket i sin tur förutsätter materialutveckling.

3.2.4 Värme- och kylteknik

Konkurrenskraften för *fjärrvärme* har stor betydelse för möjligheten att bygga ut ny elproduktion baserad på kraftvärme. Skall fjärrvärmen kunna expandera i mindre värmeförbrukande områden krävs ny och mer kostnadseffektiv distributionsteknik.

Sverige är en av världens mest värmepumpstäta länder. Under åttiotalets energikampanjer installerades ett stort antal *värmepumpar* i svenska småhus. En av de centrala frågorna är idag problemen med HCFC/CFC. Kyl- och värmepump tekniken är strategiskt viktig med tanke på möjligheten till energieffektivisering.

Solvärmeområdet karakteriseras av ett flertal och relativt svaga aktörer. Satsningen bör koncentreras till de områden och nischer som har bäst förutsättningar att på kort sikt uppvisa lönsamma applikationer med solvärme.

3.2.5 Energianvändning inom industrin

Till de *energiintensiva industrierna* i Sverige räknas i första hand pappers-, massa-, järn-, stål-, gruv-, mineral och kemiindustrin. Dessa industrier svarar för den övervägande delen av energianvändningen och som följd av detta de energirelaterade miljöproblemen.

Sedan oljekriserna har den energiintensiva industrin främst minskat specifika oljeanvändningen medan den specifika elanvändningen ökat. Totalt sett har dock den specifika energianvändningen minskat. Denna trend kan förväntas fortsätta. Det finns dock ett antal områden med betydande potential till minskad elanvändningen. Det gäller bl a områden som krossning/ malning/sönderdelning, gjutning, torkning/koncentrering, katalys, separationsteknik. Inom den energiintensiva industrin finns också en potential till ökad elproduktion, främst inom sulfatmassaindustrin. Ökade elpriser och en avveckling av kärnkraften ställer elanvändningen inom den energiintensiva industrin i fokus. Detta bör avspeglas i forsknings- och utvecklingsinsatserna.

Svartlut är en viktig del av sulfatprocessen, där kemikalier återvinns i det s k sodahuset. Sodahuset kan ses som både en energiproducerande anläggning och en kemisk fabrik. I dagens sodahus produceras endast några få TWh el. Vid en framtida introduktion av trycksatt *svartlutsförgasning* skulle ett tiotal TWh el kunna produceras i massaindustrin. Tekniken med svartlutsförgasning befinner sig dock fortfarande på forsknings- och utvecklingsstadiet. Området kommer att kräva mycket betydande forsknings- utvecklings och demonstrationsinsatser under de närmaste tio åren.

3.2.6 Energianvändning inom transportsektorn

Transporterna svarar för drygt 30% av totala energibehovet inom OECD-länderna. I Sverige uppgår energianvändningen till ca 90 TWh, inkl. utrikes sjöfart. Vägtrafiken svarar för ca 75% och övriga trafikslag för resterande 25%. Fossila drivmedel utgör 97% av energibasen.

Stora förändringar kommer att krävas för att transportsystemet skall bli mer energieffektivt och miljövänligt. Förändringarna spänner över hela området från fordonsutveckling till bränsletillförsel. Ett antal mål för bl a begränsning av emissioner har lagts fast nationellt och internationellt. Transportsektorn står således inför stora utmaningar i val av strategi för forskning och utveckling.

Sverige har en omfattande utveckling och tillverkning av transportmedel, fordon och farkoster. Transportmedelsindustrin kännetecknas av betydande forsknings- och utvecklingsbehov, avancerade teknologier och ökad internationell samverkan mellan företagen i strategiska allianser

Insatserna inom transportområdet bör ha ett brett perspektiv och kräver en samordnad finansiering från olika aktörer. Möjligheten att begränsa koldioxidutsläppen i Sverige berör i hög grad transportområdet. Från energi- och miljömässiga utgångspunkter bör forskning och utveckling koncentreras till:

Drivmedel:

- Bränsle och drivmedelsteknik
- Produktionsteknik för drivmedel inklusive distribution och lagring av
- Alternativa drivmedel (bioalkohol samt el/väte)

Fordonsteknik:

- Motorer
- Alternativa drivsystem

3.2.7 Användning av energi i byggnader och bostäder

Uppvärmning av byggnader och bostäder samt utveckling av system för att åstadkomma ett sunt inomhusklimat är två områden som utvecklats på olika håll med i viss utsträckning för få och svaga beröringspunkter. De ökade krav som i dag ställs på bättre klimat-hygieniska lösningar för bostäder och lokaler är i bland svåra att förena med långtgående krav på energieffektivisering. Forskning kring effektivisering och inneklimatfrågor bör ha hög prioritet. Den långa livslängden hos byggnader medför att system för underhåll, strategi för utbyte av system och effektivisering i befintliga hus är centrala områden.

3.3 FoU med inriktning på åtgärder i ett längre perspektiv

De tekniker som är intressanta i ett kort och medellångt perspektiv kommer sannolikt att vidareutvecklas så att de även spelar en viktig roll i ett längre tidsperspektiv. De tekniker som diskuteras i det följande kan bli viktiga komplement i ett diversifierat energisystem.

3.3.1 Solceller

Solcellstekniken innebär att solenergin direktomvandlas till elektricitet. Det sker utan rörliga delar eller konsumtion av något material. Egenförsörjda solcellssystem är etablerad teknik med många användningsområden. Några exempel på sådana är satelliter, fyrar, sommarstugor, belysning och kylskåp. Nätanslutna solcellssystem är ännu ej ekonomiska men tekniken har demonstrerats i ett stort antal program och projekt.

På lång sikt är det få tekniker som kan konkurrera med solceller för elgenerering i ett globalt perspektiv. Solinstrålningen på jorden under två veckor motsvarar den totala energireserven av fossila bränslen och uran. Den yta som krävs för att producera el motsvarande dagens totala världsproduktion uppgår till 0,01% av jordytan eller 0,1% av öknar och liknande områden. Som jämförelse kan nämnas att den odlade arealen upptar 3% och byggnader, vägar etc 0,5% av jordytan.

För att nätansluten elgenerering med solceller skall bli ekonomisk intressant krävs dock att priset på solcellsmoduler kraftigt reduceras jämfört med idag. För närvarande kostar solceller från fabrikant 4-5 USD/W och priset skulle behöva reduceras med en faktor 3 för att de skall bli ekonomiska i de fördelaktigaste nätanslutna tillämpningarna. Vid en kostnadsreduktion om en faktor 10, vilken förväntas på sikt, blir solceller ekonomiska för elgenerering i de flesta sammanhang där lagring av el ej krävs.

Den idag dominerande tekniken för solcellsmoduler är baserad på kristallint kisel. Tekniken är "mogen" och fortsatta kostnadsreduktioner kommer att bli begränsade även om betydande minskningar kommer att ske i takt med att produktionsvolymerna ökas. För att möjliggöra ett tillräckligt lågt pris för storskalig nätansluten elproduktion kommer i praktiken tunnfilmssolceller att ersätta solcellerna av kristallint kisel. En typ av tunnfilmssolceller baserade på amorft kisel finns sedan 6-7 år på marknaden men verkningsgraden är låg och livslängdsproblem existerar. Forskningsmässigt ligger två andra material långt framme. Dessa är CdTe och CIS (CuInSe_2) som båda har nått över 15% verkningsgrad.

Forskningen i Sverige rörande CIS-solceller är hittills mycket framgångsrik både vetenskapligt och tekniskt. Svenska forskare är i vissa avseenden världsledande. Solcellsforskningen bör ges ökad omfattning i Sverige. Möjligheterna till kommersialisering är central och kräver särskild uppmärksamhet.

3.3.2 Bränsleceller

Forskning och utveckling kring bränsleceller pågår över hela världen, speciellt i länder med höga elpriser och en stor andel fossileldad elproduktion. Utvecklingen går snabbt genom de stora satsningar som görs främst i USA och Japan. Mot denna bakgrund är det viktigt att bygga upp erfarenheter och kunskap om tekniken i Sverige. Bränsleceller producerar elektricitet med högre elverkningsgrad än konventionella kraftproduktionssystem och värme vid temperaturer mellan 80°C och 1000°C. Bränsleceller har goda dellastegenskaper, är lätta att driva och kräver relativt lite underhåll, eftersom inga rörliga delar ingår. Det är ett intressant alternativ för småskalig (<1 MW) decentraliserad elproduktion speciellt för kraftvärme. Tekniken är dock än så länge för dyr och tillförlitligheten måste demonstreras. I Japan är man dock optimistisk och har målet att installera 200 MW PAFC-anläggningar till år 2000 (idag finns 8 MW i Japan).

Tekniska och ekonomiska genombrott för *bränsleceller* kan väntas få stor betydelse för en framtida decentraliserad elproduktion och för fordonsdrift. Den internationella marknaden för bränsleceller bedöms på sikt vara omfattande. Energi-mässiga och framtida industrimässiga skäl talar sammantaget för uthålliga svenska FoU-satsningar inom detta område

3.3.3 Vätgas

Väte kan användas inom en mångfald energitillämpningar inom industrin, transport- och bostadssektorn och för produktion av el och värme. Ett energisystem som bygger på väte producerat med förnybara energikällor kan utformas så att det medför mycket liten påverkan på omgivningen. Detta förhållande utgör grunden för alla ansträngningar att introducera väte i stor skala i energisystemet.

Väte kan framställas från vatten antingen genom elektrolys eller genom termisk sönderdelning. Elektrolytiska metoder är kommersiellt väletablerade och under stark utveckling, medan de termiska metoderna betraktas som mindre intressanta. El för elektrolysen kan komma från kärnkraft, vattenkraft, vind, sol, mm. En hållbar utveckling skulle kunna bygga på väte som den dominerande energibäraren. Väte skulle då kunna framställas genom elektrolys av vatten med el producerad från solenergi, t ex i solceller. Kostnaden för solel måste dock minska väsentligt,

samtidigt som elektrolysen måste bli mer effektiv för att processen skall kunna bli konkurrenskraftig i energisammanhang.

En generell slutsats är att kostnaderna ännu är alldeles för höga för att göra det ekonomiskt möjligt att införa vätgas som energibärare. Sannolikt dröjer det minst 40-50 år innan takten för introduktion av väte i energisystemet kan bli betydande. Problemen kring introduktionen av väte som energibärare gäller framför allt stor-skalig, koldioxidfri framställning av väte till rimliga kostnader. Ett genombrott i framtiden kan komma med utvecklingen av metoder och tekniker för direkt produktion av väte från solenergi. Fotobiologiska system med genmanipulerade bakterier, nya fotokatalytiska processer, artificiell fotosyntes utgör spektakulära forskningsområden av intresse i sammanhanget.

Den svenska forskningen bör i första hand inriktas mot grundläggande forskning inom områdena produktion, lagring samt användning av vätgas samt insatser består av kortare utvecklingsprojekt, systemstudier och utredningar. Internationellt samarbete bör ges särskild uppmärksamhet.

3.3.4 Artificiell fotosyntes

Genom framsteg inom olika forskningsdiscipliner har nu kunskapen om den naturliga fotosyntesen i växter kommit så långt att förhoppningarna att efterlikna naturen i ett artificiellt system kan betraktas som mer realistiska, även om mycket stora insatser fortfarande återstår att utföra.

Svensk forskning på fotosyntesområdet måste anses ligga i forskningsfronten med framstående forskare vid landets större universitet. Den svenska forskningen när det gäller att utnyttja kunskaper från fotosyntesforskningen för att skapa artificiella system kan sägas följa två inriktningar. Den ena söker vägar att producera elektrisk ström, medan den andra syftar till att producera kemiska föreningar som kan användas som energibärare.

3.4 Infrastruktur och systemfrågor

Beskrivningen ovan är inriktad på tekniska förändringar i anläggningar, fordon etc. Förutom denna forskning behövs även forskning kring systemfrågor. T.ex. är det inte tillräckligt att förändra delarna i energisystemet, dvs produktionsanläggningar, enskilda värmepannor mm. Energisystemet är ett samspel mellan tillförsel och användning där de olika delarna interaktivt påverkar varandra. Förändringar på användarsidan leder till omstruktureringar inom hela energisystemet. Ändrade konsumtionsmönster och ett genomtänkt system som gynnar energihushållning är

viktiga faktorer för att minska koldioxidutsläppen i framtiden. Forskning om den framtida energiutvecklingen på systemnivå är viktigt för att kunna finna handlingsvägar.

Den omreglering som nu sker av elmarknaden ger en ny situation för elproducenter och konsumenter. Framtida utvidgningar av en fri elmarknad till EU-nivå och också utvidgningar till en friare energimarknad i stort leder till ytterligare förändringar. Här kan nämnas de nya möjligheterna att använda miljödeklarationer och miljömärkningssystem som "Grön el". Av stor betydelse är också de institutionella förhållandena t.ex. bolagiseringen av Vattenfall. Studier av styrmedel, institutionella förändringar och teknisk anpassning till förändrade marknads-situationer är därför väsentliga. Detta gäller även transportsystemstudier.

Infrastruktursatsningar har en avgörande betydelse för hur framtida transport- och energisystem kommer att se ut. Utbyggnaden av vägnätet, järnvägsnätet mm liksom gasledningar och internationella elöverföringsledningar styr och låser utvecklingen för lång tid framåt. Studier av konsekvenserna av sådana utbyggnader är därför väsentliga.

3.5 Internationell FoU

3.5.1 EUs forskningsprogram

Området icke nukleär energi inom EUs fjärde ramprogram för forskning är indelat i FoU-programmet Joule och demonstrationsprogrammet Thermie. Verksamheten omfattar de tre områdena; rationell användning av energi, förnybar energi och fossila bränslen. Programmen har en total budget på 967 MECU, varav 27% faller på det första området, 45% på område 2 och 28% på område 3. Andel FoU motsvarar 45% av budgeten och demonstration 55%.

Joule- och Thermieprogrammen har stor bredd och berör klimatfrågorna i flera avseenden. Det är dock viktigt att notera att EU-programmen inom vissa områden bara bristfälligt fångar upp frågor som är centrala från ett svenskt energiperspektiv. Detta gäller särskilt satsningar rörande biobränslen, alternativa drivmedel, kraftvärme och avancerade cykler för elproduktion baserade på förbränning/för-gasning av biobränslen, förgasning, fjärrvärme, energiintensiv industri (Massa- och papper), energianvändning i byggnader.

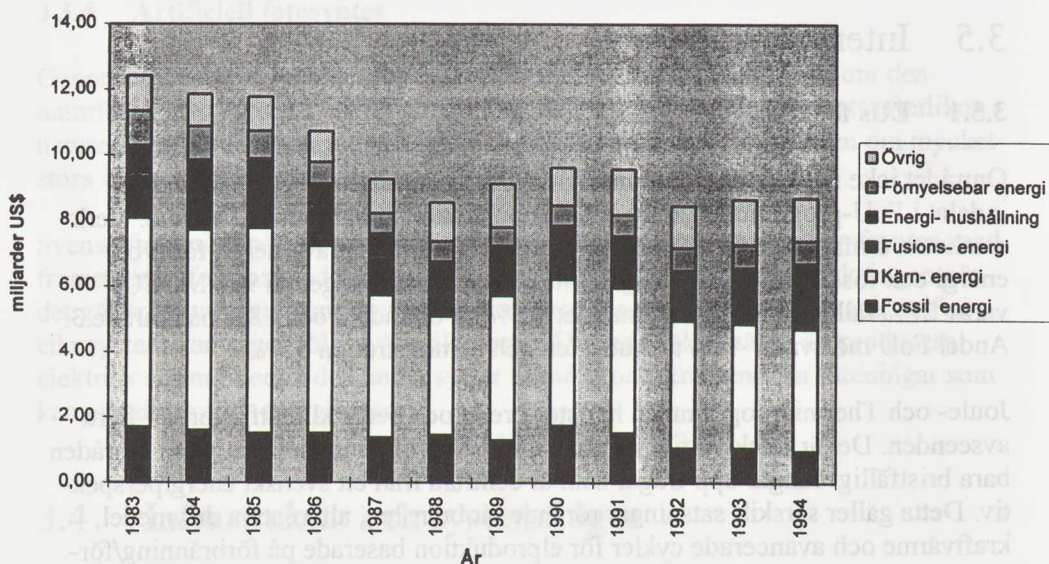
FAIR-programmet är EUs forskningsprogram för jordbruksindustriell forskning i det fjärde ramprogrammet. Det är särskilt de delar som berör bioenergi som är av intresse från energi- och klimatsynpunkt.

En stark svensk forskning är viktig både för möjligheterna att påverka innehållet i EU:s forskningsprogram och för svenska gruppers möjlighet att delta i internationella forskningssamarbeten.

3.5.2 Internationella FoU-satsningar

För att få till stånd en övergång från fossila bränslen till alternativa energikällor krävs en hög innovationshastighet i energisektorn liksom inom transportområdet. Trenden de senaste åren har dock varit minskade investeringar i energirelaterad forskning och utveckling, såväl inom den privata som den offentliga sektorn. Det offentliga fou-stödet har halverats de senaste fem åren. Dessutom har de offentliga insatserna i allmänhet fokuserats på icke-förnybara energikällor. Mindre än 10% av IEA-ländernas fou-stöd går till förnybara energikällor, se figur 3.1.

Figur 3.1 Rapporterad fou-budget för IEA-länderna (i stort sett samma länder som OECD). Miljarder USD i 1994 års priser och BNP. Källa: IPCC



Tabellen ovan visar att de satsade resurserna på FoU inom energiområdet succesivt minskar. Tabellen visar också hur de satsade resurserna fördelar sig mellan olika typer av energi. Det kan noteras att 1994 stod konventionell kärnenergi och fusionsenergi för mer än hälften av de satsade resurserna.

Flera av de teknologier som kan reducera emissioner till kostnader som är jämförbara med framtida kostnader för fossila bränslen såsom bränsleceller och de flesta förnybara energikällor kräver relativt små investeringar i FoU. Detta speglar i stort småskaligheten och möjligheten till decentraliserade lösningar hos dessa teknologier, samt det faktum att de allmänt sett är säkra och rena. Det är därför på ett internationellt plan vara möjligt att stödja en varierad satsning på olika teknologier även med begränsade resurser. Det har uppskattats (World Energy Council 1994) att forskning och utveckling av förnybar energi skulle kräva i storleksordningen 10 miljarder USD.

3.6 Svenska satsningar

Svenska satsningar inom klimatrelaterad teknisk FoU är viktiga av flera skäl. För det första kräver den svenska omställningen av energisystemet i flera fall teknik som inte ännu är kommersiell till en tillräckligt låg kostnad och där man inte alltid kan förlita sig på utländsk teknik. För det andra krävs en viss nivå inom energi- och transportforskning på olika områden för att Sverige skall hänga med i den tekniska utvecklingen och kunna ta till sig ny teknik som utvecklats internationellt och applicera den enligt svenska förhållanden. För det tredje finns en potential att utveckla ny teknik som kan ge stora möjligheter för svensk industri i framtiden. Det är därför viktigt att upprätthålla en bred energiforskning i Sverige. Särskilda insatser bör göras på områden där det är väsentligt för den svenska omställningen av energisystemet och vidare på områden där det finns frontlinjeforskning i Sverige.

- En nyckelfråga för att klara en omställning av det svenska energisystemet och samtidigt begränsa koldioxidutsläppen är en fortsatt och intensifierad biobränsleintroduktion i Sverige. Det är därför motiverat att upprätthålla och intensifiera svenska FoU-insatser på biobränsleområdet.
- För att långsiktigt klara energiproduktionen och samtidigt minska användningen av fossila bränslen krävs utveckling av nya energikällor. En mer långsiktig kompetensutbyggnad krävs om Sverige skall kunna vara med i en sådan utveckling. Särskilda insatser bör göras på områden där det idag finns svensk forskning som ligger långt framme, detta gäller särskilt FoU om solceller.
- Stora förändringar kommer att krävas för att transportsystemet skall bli mer energieffektivt och miljövänligt. Förändringarna spänner över hela området från fordonsutveckling, bränsletillförsel till transportsystemets utformning. Från klimatsynpunkt bör forskning och utveckling koncentreras till alternativa drivmedel, motorer och alternativa drivsystem samt

utformning av transportsystemet och övergång till mer energisnåla och miljövänliga transportslag.

de flesta förmått energi till transporterna i form av elektricitet som produceras i kärnkrafts- eller vattenkraftverken. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

3.6. **Svenska sejourer**
Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

Svenska sejourer är en viktig del av den svenska transportsektorn. De består av olika typer av transporter som flyg, järnväg, buss och bil. Dessa transporter är viktiga för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna. Detta innebär att transporterna är mycket miljövänliga och energisnåla. Detta är en viktig faktor för att kunna uppnå de miljömålen som ställts upp i de svenska miljöbalkarna.

4 Samhällsvetenskaplig forskning

4.1 Inledning

Åtgärder för att bemästra risken för en klimatförändring ställer stora krav på medborgare, politiker och samhällsinstitutioner. Det handlar om att hantera komplicerad vetenskaplig information och att ställa om system som bärs upp av starka ekonomiska intressen. Forskning som kan bidra till ökad förståelse av samhällets förändringsmekanismer är mot denna bakgrund minst lika viktig som ökad teknisk och naturvetenskaplig kunskap.

Samhällsvetenskaplig och humanistisk miljöforskning har etablerat sig under 1970- och 1980-talen, men det totala riktade stödet till samhällsforskning inom miljöområdet är fortfarande relativt litet. För den samhällsvetenskapliga forskningen rörande de globala miljöförändringarna finns på det internationella planet programmet Human Dimensions of Global Environmental Change. Enligt beräkningar inom Svenska Human Dimensionskommittén vid FRN överstiger för budgetåret 1993/94 det sammanlagda svenska stödet till socioekonomisk miljöforskning inte 40 milj kr. Stödet till direkt klimatrelaterad samhällsvetenskaplig miljöforskning uppskattades till ca 10 miljoner kr. Det är emellertid svårt att dra en tydlig gräns mellan klimatrelaterad och övrig samhällsvetenskaplig och humanistisk miljöforskning. Tre typer av klimatrelaterad forskning kan dock urskiljas:

- En "kärna" bestående av direkt klimatforskning (exempelvis samhällsvetenskaplig energi- eller trafikforskning som uttryckligen tar upp frågan om hur climateffekter kan begränsas).
- "Omgivande" forskningsaktiviteter bestående av "nästan direkt" klimatforskning (exempelvis åtgärds- eller sektorsinriktad forskning som kopplar mot flera miljöproblem).
- Forskningsinsatser som består av mer allmänt inriktad miljöforskning (exempelvis forskning om hur människors livsstilar kan påverkas).

Projekt som kan sägas tillhöra den första kategorin är som redovisats ovan ganska fåtaliga. Däremot finns det åtskilliga som kan placeras i de två övriga kategorierna.

Vi har valt att diskutera behoven av klimatrelaterad samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning inom följande inriktningar.

- styrmedel och institutioner
- systemkunskap
- värderingar i samhället / livsstilsfrågor
- miljö- och samhällsplanering
- i-världens roll i det internationella perspektivet

Problemformulering

Ett samhälles funktioner uppträder på många olika nivåer. Funktionerna ingår dessutom i olika delsystem. Där finns enskilda individer, hushåll, organisationer, samhällseliga institutioner och företag. Verksamhet på olika nivåer kräver energi och innebär användning av fossila bränslen. Det är på dessa brukarnivåer den samhällsvetenskapliga delen av klimatforskningen måste fokuseras. Livsstilar, handlingsmönster, yrkeskulturer och politiska värderingar och framförallt förändringen av dessa mot en högre grad av miljöanpassning bör studeras. För att få till stånd en förändring behövs kunskap och metoder att sprida kunskap till olika grupper i samhället. Med olika styrmedel påverkas människors beteende och livsstil. Här krävs mera omfattande utvärderingar av skilda styrmedels effektivitet och acceptans.

En miljöanpassad livsstil är inte bara viktig för vårt eget samhälle. Spridning av livsstilar, som i form av trender fortplantar sig även till andra länder och kulturer påverkar den globala situationen. Den teknologi, som den industriella världen sprider, påverkas i sin utformning av den grad av miljöanpassning som råder i det egna samhället. Sammanfattningsvis kan sägas att med styrmedel av skilda slag är det i princip möjligt att påverka såväl individuella beteenden och livsstilar som organisationer och utveckling i hela samhällssystem.

4.2 Huvudområden

4.2.1 Styrmedel och institutionella frågor

Hittills har man inom forskningen i hög grad behandlat varje styrmedels målsättning och effekter var för sig. För framtiden är det viktigt att för olika problemområden nå insikt om hur skilda styrmedel kan samverka för att minska skador på miljön. Detta är ett område som bör lyftas fram som forskningsfält inte enbart när det gäller ekonomisk forskning utan inom hela fältet av samhällsvetenskaplig forskning. I ett större perspektiv kan man resonera om fem grupper av styrmedel, nämligen

- traditionell regelstyrning, dvs lagar, normer
- ekonomiska styrmedel, dvs skatter/priser/avgifter
- aktörsmedverkan genom miljömärkning och miljörevision m m
- information och utbildning
- fysiska styrmedel (samhällsplanering)

Dessa styrmedel och kombinationer av dem kan ha olika effekt i olika problem-situationer. De kan också stödja eller motverka varandra. Exempelvis kan ekonomiska styrmedel ofta fungera som katalysator för mera grundläggande förändringar av beteenden, dvs vara ett sätt att påverka människors sätt att agera. Mer kunskap behövs om vilka kombinationer av styrmedel som förstärker förändring mot och utveckling av ett miljöanpassat samhälle.

Kärnan i miljöpolitikens medelsuppsättning är ännu till betydande del traditionell regelstyrning. Ekonomiska styrmedel har fått ökad användning. En trend såväl i Sverige som globalt är att satsa på utökat individuellt och sektoriellt/industriellt ansvar. Det är dock få inslag i den traditionella regleringsstrategin som syftar till att stimulera egenansvar. Insikten om att det nu också gäller att påverka hela system såväl som specifika delar och enskilda aktörer bidrar till behovet av nya typer av styrmedel och nya sätt att använda dem vi redan provat.

De styrmedel som kan påverka de större systemens "miljöprestanda" är svagt utvecklade och intressekonflikterna är många. Forskningsprogram om styrmedel för hantering av olika miljöproblem bör ha vetenskaplig bredd och innehålla inslag av rättsvetenskaplig, samhällsvetenskaplig, ekonomisk och beteendevetenskaplig forskning. Styrmedelsforskningen bör samverka med teknisk forskning för att ge underlag för beslut om styrningsriktning. För att man skall kunna utveckla väl fungerande styrmedel krävs en ökad förståelse av beteenden, värdesystem och samhällsorganisation. För klimatfrågorna är den internationella dimensionen särskilt viktig. Vilka för- och nackdelar har exempelvis harmoniserade system (inom t ex EU) jämfört med lösningar på nationell nivå?

Grundläggande för en utvecklad styrmedelsforskning är utvärdering och uppföljning av befintliga styrmedel. Försök bör göras att kvantifiera kostnaderna för de miljöförbättringar som uppnåtts liksom också att beskriva förbättringarna i sig och analysera det studerade styrmedlets relation till den konstaterade förändringen. Detta ger utgångspunkter för bedömning av olika aktörers reaktioner på skilda typer av styrmedel, dvs i vilka situationer den ena eller andra vägen bör väljas.

4.2.2 Systemkunskap

Omställningarna av stora system, exempelvis transportsystem och energisystem, är strategiska från klimatsynpunkt. Förutsättningarna för systemen har ändrats i viktiga avseenden under de senaste decennierna och en ny infrastrukturpolitik håller på att växa fram i många länder. Vissa system, t ex telekommunikationerna expanderar snabbt medan andra system stagnerar. Miljökraven växer - inte minst den internationella sammanflätningen av systemen. Med en målmedveten miljöstrategi finns möjligheter till stora miljövinster. En sådan strategi kräver god kunskap om såväl de tekniska förändringsmöjligheterna som möjligheterna att gynna en mer uthållig färdriktning.

Om man vill tydliggöra klimataspekterna i system måste forskningsproblem anknyta till systemets delar. Ett samhällssystem kan exempelvis studeras utifrån sin infrastruktur inom skilda problemområden. Ur klimatsynpunkt är transportsystemet ett exempel på en möjlig infallsvinkel för att studera klimateffekter. Delproblem inom transportområdet kan behandla råvaruförsörjning, distribution av färdiga produkter, konsumentens väg att nå fram till varan och omhändertagande av restprodukter/avfall. Med en likartad infallsvinkel kan man analysera den del av samhällets infrastruktur som gäller service/transporter (arbetsresor/fritidsresor/inköpsresor), dvs lokalisering av boende, arbetsplatser och transportsystem.

Forskningen bör omfatta skilda nivåer inom systemet, de nationella institutionerna, regionala och kommunala organ, organisationerna/företagen, hushållen/individerna likaväl som att knyta samman nivåer. Forskningsbehovet innefattar studier om hinder och möjligheter, drivkrafter och motkrafter för att åstadkomma skiften i såväl små som stora system. Klimateffekter uppstår oftast som resultat av skeenden på många nivåer i samhälleliga system.

Det är viktigt att tydliggöra sambanden mellan samhällets olika verksamheter och miljön. Ett sätt är att genom modeller knyta samman ekonomiska aktiviteter inom olika samhällssektorer med tillståndet i miljön. Sverige har ännu till mycket begränsad del bidragit till att utveckla övergripande sådana s k integrated assessment models. Länder som t ex Holland och Norge har hunnit betydligt längre i att knyta samman miljöbedömningar med ekonomiska bedömningar på nationell nivå och på sektornivå.

I Sverige påbörjades för några år sedan ett arbete att utveckla miljöekonomiska system, där miljö och ekonomi kopplas ihop på två sätt:

- Sambanden mellan ekonomiska aktiviteter i samhället och miljöpåverkan i fysiska termer skall belysas i s k miljöräkenskaper

- Ekonomiska värderingsmetoder skall vidareutvecklas så att miljöpåverkan och skador i miljön så långt som möjligt kan uttryckas i ekonomiska termer.

Avsikten är att systemen skall vara användbara vid utformning av miljöpolitik och ekonomisk politik. Ett långsiktigt mål är att beräkna en miljöjusterad nettonationalprodukt. Arbetet bedrivs vid Konjunkturinstitutet, Statistiska Centralbyrån och Naturvårdsverket.

4.2.3 Värderingar i samhället / Livsstilsfrågor

Bakom politiska beslut och implementering av åtgärder finns visioner om hur samhället bör fungera (t ex demokrati, välfärd för alla, god livsmiljö). Vilka värderingar, normer, mål och samhällsföreställningar finns bakom de beslut som syftar till miljöhänsyn? Hur uppfattar samhällets aktörer (företag/kommuner/hushåll) dessa övergripande värderingar? Finns konsensus, dissonans eller korstryck och vad leder dessa situationer till i aktörers agerande?

Hur utvecklas nya trender på miljöområdet? Är trender dagsländor eller leder de till mera långsiktiga förändringar som kan vara mer eller mindre betydelsefulla för överlevnad? Nya trender införlivas i "gamla" system via informationsprocesser, förebilder och andra sätt att åstadkomma beteendeförändringar. På längre sikt påverkas både individuella värderingar och samhällsvärderingar i riktningar som kan vara mer eller mindre gynnsamma för miljön. Forskning behövs som beskriver och klarlägger dessa värderingsförändringar. Dessa bygger i sin tur på fördjupad kunskap om och förståelse av hur och under vilka förutsättningar vi tar till oss ny kunskap och nya värderingar om vad som är välfärd och livskvalitet, hur vi som individer kan inse och förmås ändra livsföring, göra "uppoffrande" insatser och hur vi överför nya, miljövänliga livsstilar till icke miljöaktiva individer.

Forskningsområdet livsstil/beteende och miljö kräver nya ansatser i form av vad som kan kallas riktad grundforskning. Det gäller att stärka ett fält som bygger på samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning. Det är dessutom viktigt att utgå från naturvetenskapligt och medicinskt konstaterade miljöhot och miljökonsekvenser. De centrala forskningsuppgifterna inom området handlar om vad som styr och formar vårt beteende, såväl på individ- och hushållsnivå som i kollektiva sammanhang. Avsikten med en politik för en miljöanpassad samhällsutveckling är i första hand att ändra riktning. Den samhällsvetenskapliga och humanistiska forskningen kan därvid förväntas ge viktiga bidrag för förståelse av förändringsprocesser med miljöanpassning som grundläggande motiv. Frågor om incitament är av central betydelse och då inte bara i termer av effektivitet: forskningen om incitament och instrument (verktyg) måste inkludera resonemang kring demokratiska, moraliska och etiska aspekter.

4.2.4 Miljö och samhällsplanering

En bärkraftig stad innebär sannolikt stora förändringar i fråga om livsstil, beteende och bebyggelsemönster, om den även skall ge invånare möjlighet att realisera egna mål, önskningar och hög livskvalitet.

Urbaniseringsfrågan bör undersökas i samband med klimatfrågan. Varför utvecklas städer som de gör? Vilka krafter styr lokalisering av boende, arbete, service (kommersiell och offentlig) och fritid i skilda geografiska lägen? Resultatet av denna lokalisering för med sig att olika hushållstyper disponerar sin tid olika i förhållande till dessa vardagssfärer. Skilda hushållstyper och åldersgrupper är bosatta i skilda geografiska områden i städer. Denna typ av segregering påverkar klimatet bl a genom de resor mellan olika vardagssfärer hushåll behöver utföra. För att ändra på nuvarande förhållanden behövs nya former för samhällsplanering av urban miljö där såväl människors livskvalitet som ekologisk uthållighet vägs in. Städernas koncentration av människor och på lång sikt ohållbara tekniska system har även lyfts fram som problem som måste få en lösning. Detta har markerats vid flera FN-konferenser.

Forskning som behandlar det ömsesidiga beroendeförhållandet mellan transportinfrastrukturen och staden i övrigt är av särskild betydelse. De samlade effekterna för trafik, bebyggelse, människa och miljö behöver klarläggas på en övergripande nivå. Här framgår vikten av att ha en systemsyn som involverar alla väsentliga delar av samhället. Metoder och modeller behövs för att beskriva hur olika drivkrafter i samhället påverkar resande och transporter. Det finns dock ett antal konkurrerande intressen och konflikter som försvårar utvecklingen av miljöanpassade kommunikationer. Ett av dessa är krav på minskade transporter och samtidigt ökad efterfrågan på rörlighet. Ett tillväxtsamhälle med hög materiell konsumtion leder ofta till livsstilar som medför ökad transport- och trafikvolym. När det gäller persontransporter är rörligheten nära förknippad med livsstil. Vilka faktorer är det som påverkar människors resbeslut och val av färdmedel? Hur påverkas resmönstret av förändringar i välfärd och livsstil? Vad betyder privatekonomi och samhällsekonomi för efterfrågan på transporter?

Frågor om hur beslut om infrastrukturesatsningar fattas och hur olika aktörer påverkas är centrala för en miljöanpassning av kommunikationerna. I ett kort tidsperspektiv (5-10 år) är det svårt att genomföra strukturella förändringar som kan minska transportbehoven. Redan genomförda eller beslutade satsningar i infrastrukturer kan innebära bindningar för mycket lång tid (upp till 50 år).

En miljöanpassning av samhället ger upphov till en rad målkonflikter - mellan materiell välfärd och naturens hälsa, mellan invanda levnadsmönster och långtgående förändringskrav, mellan individens frihet och det gemensamma

bästa. Behovet av kunskap om hur sådana målkonflikter kan lösas, hur livsstil och värderingar kan förändras med bibehållen upplevelse av livskvalitet kommer att vara central i processen att miljöanpassa samhället.

Samhällsplanering handlar även om maktfrågor. Dagens situation i samhället speglar gårdagens problem. Man tänker oftare bakåt än framåt. För att kunna förändra behövs en förändrad arbetsfördelning. Man måste fråga sig vad som kommer inträffa och vilka som kommer att beröras i en framtidsprocess. Utgå från ett mål, en vision om den miljö kvalitet man bör nå eller upprätthålla för varje enskilt miljöproblem och därefter gå till nuläget och se vad som kan göras med de medel vi har idag. Man får då en kritisk belysning av vad en omställning kräver av samhällssektorer, hushåll, individer, företag och organisationer.

4.2.5 I-världens roll i det internationella perspektivet

För att förstå de samhälleliga processerna som är av relevans för klimatfrågan krävs ett globalt perspektiv som studeras både från u-länder och i-länder. Vilken ländergrupp som överväger ifråga om problem har med utvecklingen av klimatfrågan i tiden att göra. I det rådande läget är den centrala frågan i-ländernas generering av klimatgaser eftersom deras utsläpp per capita är stora i förhållande till utsläppen per capita i u-länderna och eftersom i-ländernas mönster i hög grad präglar den närmast liggande utvecklingen även i u-länderna. Det är viktigt att inte enbart koncentrera sig på u-landsperspektivet och biståndsforskning utan att analysera vad i-länders handlingar kan betyda internationellt. I-ländernas roll kan i forskningen inriktas på tre olika nivåer.

- Den politiska nivån handlar om internationella förhandlingar, konventioner och överenskommelser mellan länder och de konsekvenser/effekter det får på utvecklingen inom respektive land och mellan länder.
- Den andra nivån handlar om relationer mellan delsystem inom olika länder, exempelvis företagens inköp av råvaror, export av produkter, teknik eller kunskap. Vilka miljöhänsyn/klimathänsyn finns i dessa relationer? Vilka miljökrav ställer man i i-landet på varor man köper? Vilken uppföljning har man av de sålda produkternas vidare öde? Används de på fel sätt? Vad händer med den teknik som exporteras från i-länder till u-länder - står den still eller följer den med vår utveckling? Hur omhändertas avfallet från produkterna - tar företagen sitt ansvar?
- Den tredje nivån rör informella relationer. Hur förmedlas i-världens värderingar, trender och moden till u-länders befolkning via reklam, film, TV, idoler? Hur ser förutsättningar för accepterande mottaglighet och kritisk mottaglighet ut i skilda länder, i urbana och rurala områden samt i

skilda samhällsgrupper? Hur ser dessa processer ut när det gäller klimatpåverkande konsumtion, t ex bilar/bilism eller vitvaror? Här finns problem som rör samhällets organisation och styrmedel, kultur/religion och välfärdsfördelning.

4.3 Prioriteringar

Eftersom klimatforskningen så ofta är en del av annan forskning och genomsyras så många discipliner är det naturligt att den skall innebära tvärvetenskapliga och problemorienterade arbetssätt. Flera projekt av integrerad karaktär, med t ex jurister, ekonomer och samhällsvetare som forskar tillsammans, behövs. Man kan t ex tänka sig projekt om styrmedel med denna sammansättning för att få fram en allsidig belysning och andra aspekter än enbart de ekonomiska när det gäller styrmedels inverkan. Klimatfrågor bör tacklas simultant med andra miljöfrågor. Vi behöver ett bredare perspektiv för att urskilja hur klimatfrågan berörs. Ökad vikt bör läggas på forskning om lösningar med helhetsperspektiv där tekniska lösningar utgör en del men att ökad tyngd läggs vid system, värderingar, beteende, planeringsmetoder, internationellt arbete och styrmedel. Generellt behöver miljöforskningen en bredare vetenskaplig bas inom samhällsvetenskap och humaniora och ett större inslag av väletablerade forskare, dvs starkt inomvetenskaplig kompetens. Många forskare finansierar sin forskning enbart med korta projektanslag. En långsiktig kunskapsuppyggnad är viktig.

Vissa strukturella förändringar kan behöva göras för att förbättra förutsättningarna för den svenska klimatforskningen. Här bör den gemensamma satsning som nu görs av nio forskningsfinansiärer inom kompetensprogrammet "Vägar till uthållig utveckling" kunna spela en viktig roll. Målet är att bygga upp kompetens så att samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning skall kunna spela en större roll i problemorienterade, tvärvetenskapliga program på miljöområdet, i miljödebatt, utbildning osv. Det är de kritiska problemen vid en omställning till en uthållig utveckling som kommer att vara styrande för forskningen inom programmet. Det övergripande temat täcker både individnivån, strukturerna och systemen i samhället. Det behandlar drivkrafter för förändring, motkrafter och det allmännas möjligheter till påverkan. Bakom programmet står AFR, BFR, FRN, HSFR, KFB, Naturvårdsverket, NUTEK, SJFR och MISTRA.

De problemorienterade och tvärvetenskapliga program som stöds av respektive finansiär är viktiga komplement till den grundläggande kompetensuppyggnaden. Tillkomsten av MISTRA har förbättrat möjligheterna att stödja breda, lösningsinriktade program med tvärvetenskaplig inriktning. Även hos andra forskningsfinansiärer prioriteras temaområden som ansluter sig till sektorernas ökade miljöansvar och frågor om uthållighet i ett långt perspektiv. De problemorienterade

forskningsprogrammen skapar nätverk av forskare med placering vid många olika universitet. Universiteten kan härutöver satsa på temamiljöer inom det egna universitetet där kreativa personer kan samlas och få resurser för gemensamma projekt. De olika slagen av tvärvetenskapliga miljöer bör skapa grund för kontinuitet och vidareutveckling av forskningsinsatser. Detta är svårt att uppnå med traditionella ansökningar och bedömningar av dessa.

Det är angeläget att fortsätta ansträngningarna att etablera interdisciplinära arbetssätt inom universitetsvärlden. Det akademiska systemet främjar idag inte arbetet med syntes och värdering av kunskapsläget. Det behövs ett mer flexibelt arbetssätt över institutionsgränserna för att dels skapa breda projekt och dels dra till sig rätt kompetens. Man måste hitta arbetsformer som passar miljöproblemens speciella karaktär och då är det inte optimalt att arbeta inom en disciplin i taget. Vetenskap och styrmedel måste sättas i samband med de stora akuta miljöproblemen. De krav som finns för att åstadkomma detta har hittills inte lett till några radikala omtänkanden.

Framtida forskare måste lära sig att tänka bortom sina ursprungliga discipliner för att få ett brett perspektiv som så väl behövs för att tänka innovativt när det gäller miljöskydd. För att stärka grundkompetensen inom miljöområdet för samhällsvetare kan t ex forskarskolor anordnas där man tillåter sig vara gränsöverskridande och bred. På detta sätt kan man på sikt få fram forskare som bättre än nu kan överskrida gränser.

Också systeminriktad forskning behöver förstärkas. Det är, som redan framhävts, viktigt att tydliggöra sambanden mellan samhällets olika verksamheter och miljön. Sambanden kan analyseras på olika nivåer och med olika ansatser och modeller. Vad gäller ekonomi och miljö pekar inte minst erfarenheterna från det internationella klimatarbetet mot stora svårigheter att uttrycka många viktiga miljövärden i kronor. Vi menar mot denna bakgrund att forskningen samt utvecklingsarbetet vid bl a Konjunkturinstitutet och Statistiska Centralbyrån med renodlade fysiska räkenskapssystem och monetär värdering av miljöeffekter bör kompletteras med en utveckling av modeller som tydliggör samspelet mellan mer snävt avgränsade ekonomiska storheter och tillståndet i miljön. Med sådana modeller skulle man kunna besvara viktiga frågor om olika sektors roll för miljöbelastningen, kostnadseffektiviteten i olika strategier för att uppnå angivna miljömål osv.

5 Internationella exempel

5.1 Klimatforskning i Nederländerna

På uppdrag av delegationen har Ingar Palmlund gjort en översikt över klimatforskningen i Nederländerna som sammanfattas här.

Rapporten *Klimatforskning i Nederländerna - En översikt utarbetad åt Delegationen för klimatfrågor*

Forskning kring klimatrelaterade problem

Nederländerna var ett av de första länderna i världen som beslöt att skapa ett sammanhållet program för forskning om globala luftföroreningar och klimatförändringar. Sedan 1985 har Nederländerna haft en sammanhållen planering av den inom landet bedrivna forskningen om CO₂ i atmosfären. Syftet med denna sammanhållna forskningsplanering var att stimulera forskningen om orsaker och verkningar av CO₂-halten i atmosfären samt att utveckla ett långsiktigt forskningsprogram. Programmet har i huvudsak rört kolcykeln, dess effekter på det abiotiska systemet (klimat, cryosfär och oceaner), dess effekter för biota samt de samhälleliga verkningarna av variationer i kolcykeln. I ett särskilt program för att stimulera CO₂-forskning 1987-1991 riktades undersökningar mot speciella frågeställningar inom denna ram.

Forskningen om klimatrelaterade problem bedrivs vid universitet, myndigheter och privata forskningsinstitut. En uppskattning våren 1995 av antalet forskningsprojekt med inriktning på klimatproblematiken visade på omkring 250 forskningsprojekt, exklusive tekniskt inriktade forsknings- och utvecklingsprojekt. Ca 40% av dessa forskningsprojekt är inriktade på olika aspekter av klimatsystemet och ca 15% rör orsakerna till klimatförändring. Forskningen om effekter av klimatförändring bedrivs i huvudsak som del av forskningsprogrammen vid universitet och nationella forskningsinstitut. Forskningen om möjliga lösningar på problem med anknytning till klimatförändringar är multidisciplinär och rör såväl tekniska lösningar som sociala faktorer och beteendeförändringar. Vissa forskningsmedel satsas därtill på att skapa en ram för att integrera resultaten från olika forskningsgrenar samt för att utveckla vetenskapligt underbyggda miljöstandards och strategier för att i enlighet med åtagandet i klimatkonventionen reducera utsläppen av växthusgaser.

Den klimatrelaterade forskningen finansieras dels direkt genom universiteten och staten, dels indirekt av staten genom anslag och kontrakt för speciella nationella och internationella forskningsprogram. Tre särskilda nationella forskningspro-

gram har bäring på problem som sammanhänger med global klimatförändring. De är framför allt National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP, men även Global Change Programme NWO, Remote Sensing Programme samt National Support Programme for Earth Observation. Nederländerna bidrar också genom finansiellt stöd till att utvecklingsländerna ska kunna uppfylla sina åtaganden enligt klimatkonventionen.

Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP)

Ett speciellt nationellt forskningsprogram om globala luftföroreningar och klimatförändring (NRP) startades 1989 i syfte att undersöka globala luftföroreningar och klimatförändringar. Syftet var tvåfaldigt: dels att lägga en grund för utvecklingen av en klimatpolitik, dels att stärka forskarsamfundets engagemang i frågan, nationellt såväl som internationellt. NRP är ett brett, multidisciplinärt, policyorienterat program. Grundprincipen för forskningsfinansiering via NRP är målstyrning.

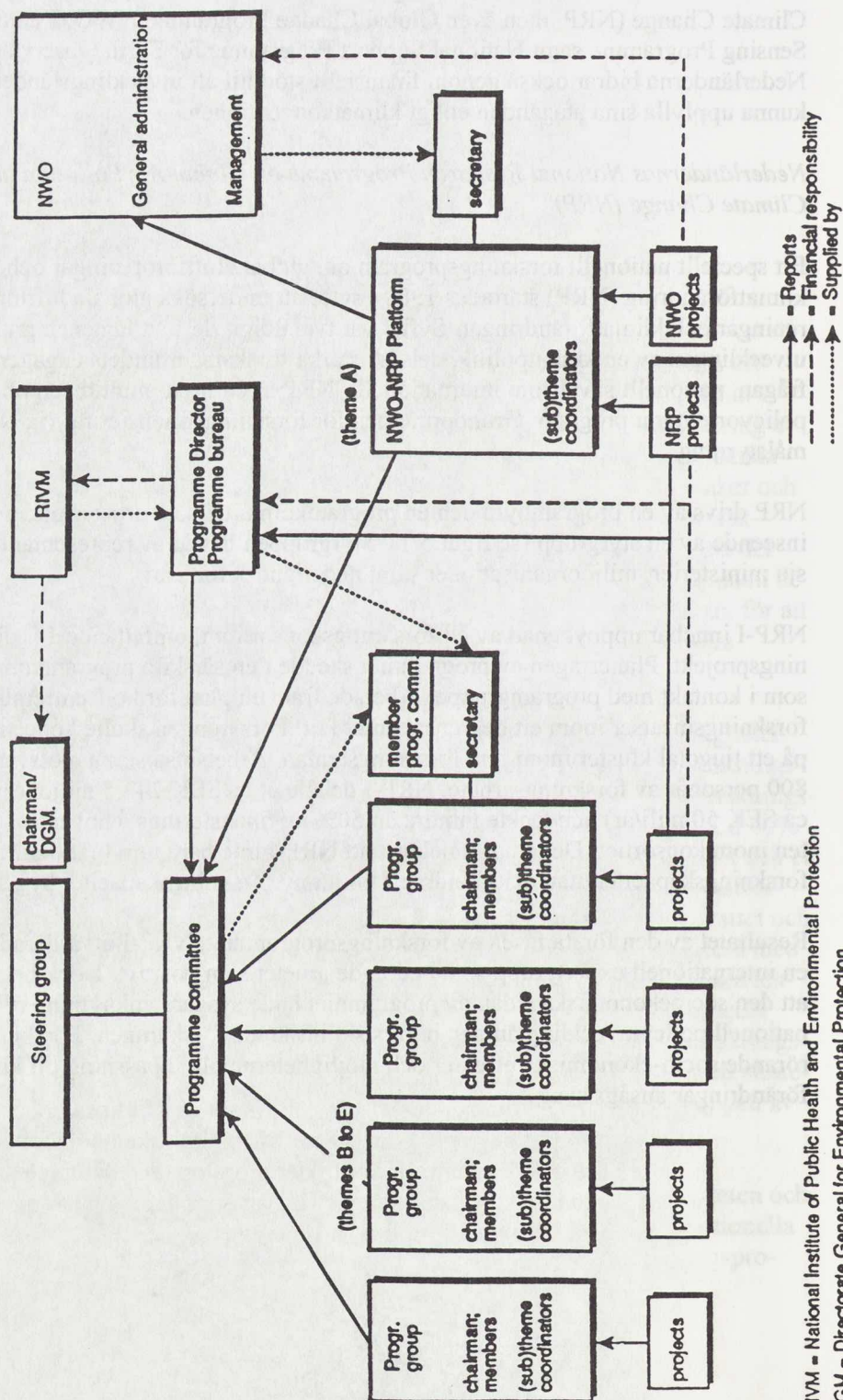
NRP drivs av en programbyrå och en programkommitté som arbetar under överinseende av en styrgrupp (se figur 5.1). Styrgruppen består av representanter för sju ministerier, miljöorganisationer samt nederländsk industri.

NRP-I innebar uppbyggnad av ett forskningskonsortium, omfattande 141 forskningsprojekt. Planeringen av programmet skedde i en särskild programkommitté som i kontakt med programgrupper arbetade fram en plan för koncentrerade forskningsinsatser inom ett begränsat antal fält. Forskningen skulle koncentreras på ett tjugotal kluster inom fem forskningsteman. Arbetsinsatserna motsvarade ca 800 personår av forskningsarbete. NRP-I delade ut ca SEK 242,5 miljoner (dvs ca SEK 50 milj/år) och täckte mindre än 50% av finansieringsbehoven för projekten inom konsortiet. Detta har inneburit att NRP-I inte bara utnyttjat befintlig forskningskapacitet utan också bidragit till att ny forskningskapacitet byggts upp.

Resultatet av den första fasen av forskningsprogrammet, NRP-I utvärderades av en internationell expertgrupp som bedömde arbetet som positivt. Dock betonades att den socioekonomiska sidan av programmet hade svagare anknytning till internationell policyutveckling än den biofysiskt inriktade forskningen. Forskningen rörande socio-ekonomiska effekter och möjligheterna till anpassning till klimatförändringar ansågs svag.

Organisation av Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP).

Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change: Organisational Chart



RIVM = National Institute of Public Health and Environmental Protection
DGM = Directorate General for Environmental Protection
NWO = Netherlands Organisation for Scientific Research

En andra fas, NRP-II, inleddes 1995, och sträcker sig fram till 2000 och har en budget på SEK 322,6 miljoner för hela perioden (dvs ca SEK 65 milj/år). NRP-II har organiserats omkring fyra teman. Denna struktur ansluter bättre än strukturen i NRP-I till arbetet under IPCC samt till den forskning som samordnas av HDP, WCRP och IGBP. Det planerade innehållet i dessa fyra tema innefattar förändringar i klimatsystemet som helhet och dess ingående beståndsdelar, naturliga och sociala systems sårbarhet för klimatförändring, samhällseliga orsaker och lösningar på klimatproblematiken samt utvärdering av kunskap, policyalternativ i dialog mellan forskarsamfund, regering och samhälle.

Den policy-orienterade karaktären på NRP-II har inneburit ansatser inom olika områden, från grundforskning om funktioner i det globala klimatsystemet till samhällsvetenskaplig forskning om möjliga policy-lösningar på de problem som väcks av global klimatförändring. NRP-II skall sikta på att ge underlag för strategiska policyfrågor på medellång och lång sikt (2-5 och 5-10 år) och också formulera kvalitetsmål för den långsiktiga klimatpolitiken. Kommunikationen mellan forskare, regering och samhället ska bli mer aktiv beträffande klimatförändring och möjligheterna till preventiva åtgärder och anpassning i form av ekonomiska, sociala och teknologiska åtgärder ska beaktas.

De institutioner som deltar i programmet har uppmanats att integrera forskning som stöds av NRP i sina reguljära forsknings- och forskarutbildningsprogram då NRP avslutas.

Reflektioner

För vissa typer av problem är forskning för ökad kunskap en möjlighet som står till buds för att undanröja osäkerhet och skapa underlag för beslut om handling. I fråga om andra typer av problem räcker emellertid inte forskning, om än aldrig så god ur vetenskaplig synvinkel, som underlag för politiska beslut. Detta är en del av innebörden i de reflektioner som Ingar Palmlund gör i sin rapport.

När det gäller klimatförändringar så kan forskning bidra till att undanröja osäkerheten om de naturlagsbundna förloppen, men ökad kunskap om faktiska fysiska förhållanden är bara en av flera resurser som behövs för de politiska uppgörelserna om åtaganden för att begränsa oönskade effekter. Politiken om global klimatförändring präglas också av intressekonflikter. Förutom den naturvetenskapliga forskningen kan andra kunskapsstrategier krävas som komplement om man vill nå hållbara uppgörelser för kontroll av utvecklingen.

Tonvikten i Nederländernas satsning på klimatforskning har hittills legat på naturvetenskaplig forskning om klimatsystemet i syfte att nå policyförändringar. Denna ansats bygger på upplysningsidéns premisser: mer kunskap leder till upplysta, mer "riktiga" politiska beslut. Det faktum att politiska värderingar kan driva forskning till val av vissa problem och till att bortse från andra, till tillgång till resurser för att genomföra vissa undersökningar men inte andra samt påverka analytisk ansats och utvärdering av resultat ökar behovet av mer forskning om samband mellan klimatförändringar och samhällsliga förhållanden. Denna bidrar till ökad förståelse av samband mellan miljö och säkerhet, globalt och regionalt. Fortsatt forskning som stöd för policyutformning i fråga om global klimatförändring bör vara mindre målstyrd och mer öppen för olika problemformuleringar och forskningsinsatser. Undersökningar av själva intressekonflikterna kring risken för global klimatförändring är väsentliga för att olika parter ska kunna nå samförstånd om åtgärder. Rollfördelningen mellan olika intressenter globalt, regionalt och lokalt och möjligheterna för olika grupper att medverka i strategiska miljöval är också betydelsefulla. Detta synes vara viktiga frågor för en nationell och internationell klimatforskning som siktar till att skapa bättre underlag för policyutformning, inte minst i små, exportberoende, europeiska länder som Nederländerna och Sverige.

Slutsatser

- Nederländerna har en mer sammanhållen / centraliserad klimatforskning. Styrgruppen består av representanter för sju ministerier, miljöorganisationer och industri.
- Satsningarna på klimatforskning Nederländerna är större än de i Sverige. Problemet upplevs med sannolikhet som mer angeläget då Nederländerna riskerar att utsättas för en havsnivåhöjning.
- Detta har resulterat i en större satsning framförallt på integrerade modeller, värdering av policyalternativ m m.
- Huruvida den holländska modellen ger mer användbara forskningsresultat i förhållande till satsade resurser är inte klart.
- En sammanhållen klimatforskning har dock fördelen att resultaten blir mer överblickbara och tillgängliga. Synteser och kunskapssammanställningar kan lättare göras. Dessutom kan brister och luckor lättare identifieras.

5.2 Några exempel från andra länder

För att kartlägga hur klimatforskningen organiseras internationellt har en genomgång gjorts av samtliga OECD-länders nationalrapporter till klimatkonventionen. Denna utgör underlag till detta avsnitt som ger en kortfattad översikt.

Några länder har organiserat klimatforskningen på så sätt att de har etablerat någon form av samlat program för global miljöforskning eller ibland specifikt klimatforskning. Dessa program styr inriktningen av och finansierar forskning på området. Australien, Japan, Kanada och USA är länder som har denna typ av organisation.

Finland, Norge och har gått ytterligare ett steg längre och etablerat nationella organ/institut för klimatforskning.

I **Finland** har man ett nationellt organ som finansierar och planerar all klimatforskning: Finnish Research Programme on Climate Change, SILMU. SILMU samordnar forskare i multidisciplinära arbetsgrupper och rapporterar interdisciplinärt. SILMU planeras att pågå under 1990-95 på försök. Man får årligen medel från statsbudgeten på ca SEK 23,4 miljoner.

Forskningsinriktningen kan indelas i:

- a) kvantifiering av växthuseffekten
- b) effekter på ekosystem och
- c) åtgärdsstrategier.

Dessutom finns fyra interdisciplinära underprogram: atmosfär, vatten, terrestra ekosystem och mänskliga interaktioner.

CICERO-institutet (Centre for International Climate and Energy Research Oslo) samt The Norwegian Climate and Ozone Research Programme (inom Norges forskningsråd) är de organ som har samlat ansvar för klimatrelaterad forskning i **Norge**.

Inom CICERO är forskningsverksamheten koncentrerad runt tre projektgrupper:

- 1) Kostnadseffektivitet, energipolitiska och fördelningsmässiga verkningar av olika avtal och åtgärder.
- 2) Internationella institutioner och förhandlingsprocesser.
- 3) Modellering av antropogena ändringar i atmosfären som grund för politiska beslut.

I Tyskland finns sedan 1970-talet ett internationellt välrenommerat institut för klimatforskning inom ramen för Max-Planck-forskningsorganisationen. 1992 inrättades ett klimatforskningsinstitut, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Det finansieras till hälften av utbildnings- och forskningsministeriet och till hälften av Brandenburgs kultur- och forskningsministerium. Institutet har 70 medarbetare varav 50 vetenskapsmän. Institutet skall vid sina forskningsaktiviteter i såväl grundforskning som tillämpad forskning fokusera på en gränsöverskridande och tvärvetenskaplig syn av förhållandet mellan människa och natur för att få en integrerad analys.

Institutet samarbetar med de internationella forskningsprogrammen IGBP och HDP vad gäller de kopplingen mellan naturvetenskaplig och socioekonomisk omvärldsforskning.

Organisatoriskt är PIK uppdelat i avdelningarna klimatforskning, global förändring och naturliga system, integrerad systemanalys samt data och beräkningar. Nio "kärnprojekt" finns planerade varav ett rör utveckling av en dynamiskt atmosfär-biosfärmodell.

Andra länder som har en mer pluralistisk hållning till forskningen, som t ex Sverige, är bl a Frankrike, Nya Zeeland, Schweiz och Storbritannien. (Ett väl etablerat forskningsinstitut för naturvetenskaplig klimatforskning, Hadley Centre, är knutet till den brittiska vädertjänsten). Här initieras forskningen på traditionellt sätt av olika forskningsråd, departement eller myndigheter. I några av dessa länder finns organ som kan sägas motsvara den svenska klimatdelegationen, dvs de har en samordnande roll men ej någon finansieringsfunktion vad gäller klimatforskningen.

Slutligen bör EUs **program Environment and Climate** nämnas. Detta miljöforskningsprogram finns inom EUs fjärde ramprogram och innehåller fyra huvudområden varav ett är av relevans för klimatfrågan, "Theme I: Research into the natural environment, environmental quality and global change". Dessa område delas i sin tur upp i två delområden: "Climate change and impacts" och "Atmospheric physics and chemistry, biosphere processes". Budgeten för detta område är 226,54 miljoner ECU, dvs ca SEK 2,26 miljarder. Värt att nämna är även ENRICH (European Network for Research into Global Change) som handhar forskning om globala förändringar inom EU. Denna forskning skall följa riktlinjer som uppställts av IGBP, WCRP och HDP.

6 Redogörelse för klimatdelegationens verksamhet

Regeringen beslutade 1993-07-01 att i enlighet med förslaget i propositionen *Åtgärder mot klimatpåverkan m m* (1992/93:179, bet. 1992/93:JoU19, rskr. 1992/93:361) utse en delegation för klimatfrågor. I propositionen framhålls bl a vikten av ökade forskningsinsatser kring konsekvenserna av klimatförändringar. Vidare understryks också vikten av att en samhällsrelaterad klimatforskning stöds och utvecklas. Det gäller inte minst samhällsekonomiska analyser och värderingar av effekter av klimatförändringar och nödvändiga motåtgärder. Mot den bakgrunden förordades att en vetenskaplig samrådsgrupp skulle försöka samordna klimatrelaterade forskningsinsatser. Riksdagen godkände senare vad regeringen anfört i propositionen.

Delegationen har enligt direktiven följande uppgifter.

- A. Delegationen skall samordna den svenska klimatrelaterade forskningen. Detta innefattar den naturvetenskapliga, tekniska, samhällsvetenskapliga och ekonomiska forskningen samt de tekniska utvecklingsprogram som kan anses vara av väsentlig betydelse för utvecklingen inom klimatområdet. Delegationen skall också sprida information om och följa upp de svenska forskningsresultaten internationellt.
- B. Delegationen skall ge råd till regeringen hur forsknings- och utvecklingsresultaten bör utnyttjas inför nationella beslut och inför internationella överläggningar i klimatfrågorna. Vidare skall delegationen följa upp utvecklingen, föreslå ändringar av inriktningen av forsknings- och utvecklingsprogrammen och uppmärksamma regeringen på andra frågor inom klimatområdet. Detta bör ske genom en årlig rapport till regeringen.
- C. Delegationen skall ansvara för svenska insatser i IPCC och samordningen av granskningen av delrapporterna.
- D. Delegationen skall vara remissorgan i viktigare frågor som gäller klimatområdet.
- E. Delegationen skall svara för en sammanhållen rapportering om klimatforskning.

Delegationen som består av tio ledamöter utsågs slutligt 1993-10-27. Till sin hjälp har delegationen en sekreterare och en biträdande sekreterare. Under 1995 har delegationen haft sex sammanträden. Förutom den samordning av

klimatrelaterad forskning som gjorts i denna rapport kan följande aktiviteter under året nämnas.

- IPCCs andra utvärdering har blivit klar och godkändes i december. Tre delrapporter och en syntesrapport är sammanställda. Klimatdelegationen har ansvarat för Sveriges granskning och spridning av dessa rapporter samt utsett och finansierat fem lead authors insatser i IPCCs arbetsgrupper. Dessutom anordnades ett seminarium med forskare och beslutsfattare inför granskningen av syntesrapporten i anslutning till delegationens sammanträde i augusti.
- Klimatdelegationen fick tillsammans med Naturvårdsverket i uppdrag av regeringen att analysera vissa frågor i anslutning till klimatkonventionen, särskilt effekterna av olika utformning av ett framtida klimatprotokoll. Detta regeringsuppdrag har redovisats i SOU 1995:96, Jordens klimat förändras.

Som underlag för denna rapport har en konsultrapport tagits fram: *Developing Countries and the Climate Convention - potential for Swedish action* av Semida Silveira, Stockholm Environment Institute.

- Innan första partsmötet med klimatkonventionen hölls i Berlin i mars/april 1995 anordnade klimatdelegationen en rundabordskonferens för näringsliv och organisationer. Miljödepartementet informerade där om de frågor som skulle behandlas på partsmötet och en diskussion hölls.
- En rapport från seminariet om Sveriges växthusgasbudget i november 1994 färdigställdes och gavs ut, rapport 1/95.
- I februari samlade klimatdelegationen ett antal forskare och experter för att diskutera kostnadsbedömningar i klimatarbetet på ett seminarium. Utgångspunkten var rapportutkastet "Second Assessment Report" från IPCCs arbetsgrupp III. Seminariet syftade till att ge underlag för svenska synpunkter på denna rapport. En rapport från seminariet, "Kostnadsbedömningar i klimatarbetet", rapport nr 2/95, färdigställdes och gavs ut.
- Som underlag för kunskapssammanställningen inför denna rapport om klimatrelaterad forskning har en konsultrapport av Ingar Palmlund, Linköpings universitet, tagits fram: *Klimatforskning i Nederländerna*.
- Delegationen har tillsammans med Nutek varit en av bidragsgivarna till en rapport som gjorts av Ingenjörsvetenskapsakademin: *Miljöanpassad energi - nya marknadsmöjligheter*, av Katja Wahlsten.

- Delegationen har under året svarat på följande remisser.
 - Grönbok om energipolitik för Europeiska Unionen
 - SOU 1995:31, Ett vidareutvecklat miljöklasssystem i EU
 - EU-kommissionens energi- och koldioxidskatteförslag
 - SOU 1995:64, Klimatförändringar i trafikpolitiken

BILAGOR

Svensk klimatrelaterad forskning

Sammanfattning av underlag från SOU 1994:138,
Rapport från klimatdelegationen 1994

Samhällsvetenskaplig forskning	21 10
Transportforskning	22
Forskningsområden	180
Klimatvetenskaplig forskning	43

Svensk klimatrelaterad forskning

Klimatdelegationen genomförde 1994 en omfattande kartläggning av pågående svensk klimatrelaterad forskning. Resultatet av denna finns i Klimatdelegationens rapport 1994, bilaga 1. Kartläggningen sammanfattas här nedan.

Klimatrelaterad forskning är inte en klart avgränsad del av svensk forskning. Den innefattar såväl satsningar som är klart inriktade mot problem och frågeställningar av direkt praktisk och politisk betydelse, som grundläggande naturvetenskaplig forskning (inom meteorologi, oceanografi, terrestrisk och marin ekologi m.fl. vetenskapsområden), skogs- och jordbruksforskning, teknisk forskning och utveckling (framför allt gällande energi, byggnadsverksamhet och transporter) samt samhällsforskning. Dessa senare områden har stor betydelse för frågeställningar som aktualiserats av farhågorna om framtida klimatförändringar, men bör endast till en del ses som klimatforskning. På grund av den klimatrelaterade forskningens karaktär kan ekonomiska sammanställningar av den pågående forskningens omfattning lätt bli missvisande, eftersom definitionen av vad som skall innefattas inte är entydig.

Tabell 1 **Anslag till klimatrelaterad forskning i Sverige 1993/94.**

Område	miljoner kr
Naturvetenskaplig forskning	43
Energiforskning	180
Transportforskning	52
Samhällsvetenskaplig forskning	ca 10

Den naturvetenskapliga forskningen i denna tabell inkluderar inte anslag från Nordiska ministerrådet och EU.

Klimatförändringar

Forskning om hur klimatsystemet reagerar på förändringar i omsättningen av växthusgaser mellan luft, hav och de terrestra systemen och jordens strålningsbalans är grundläggande för en bedömning av klimatproblemet. Det är viktigt att öka kunskapen om förväntade eller möjliga förändringar av temperatur, nederbörd, havsnivå, stormfrekvens m.m. Noggranna analyser av pågående förändringar av klimatet på jorden, liksom utvärderingar av förändringar av kli-

matet under och efter den sista istiden är också av central betydelse. Forskning kring dessa problem bedrivs till stor del inom ramen för de internationella forskningsprogram om globala miljöförändringar som benämnts "Global Change".

Den naturvetenskapliga forskningen samordnas genom "International Geosphere Biosphere Program, IGBP" och "World Climate Research Programme, WCRP". Det förra omfattar biologiska och kemiska processer, medan WCRP är fokuserat på det fysikaliska samspelet mellan atmosfär, hav och land. I Sverige samordnas forskningen genom Vetenskapsakademiens Svenska Nationalkommitté för IGBP och WCRP. Finansiering sker framför allt genom NFR, SNV, SJFR och NUTEK.

Forskningen bedrivs huvudsakligen vid universitet och högskolor samt vid Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI), som har ansvar för klimatdata.

Källor och sänkor för växthusgaser

Naturvårdsverket finansierar forskningsinsatser kring konsekvenser av klimatförändringar på nordliga ekosystem. Forskningsprogrammet *Förändrat klimat* har följande delområden:

- Avgång och upptag av växthusgaser
- Effekter av globala klimatförändringar på nordliga landekosystem
- Effekter av ökad UV-B-strålning på nordliga ekosystem

Forskning om flöden av växthusgaser med tonvikten på hur mänskliga aktiviteter påverkar dessa bedrivs inom NUTEKs program *Bioenergi/klimat*, *Skogsekosystem* och inom projektområdet *Bränsleteknik*.

Effekter av klimatförändringar

Inom SNVs FoU-program *Förändrat klimat och UV-B-strålning* prioriteras studier av globala miljöförändringars effekter på växtsamhällen och populationer i

- Fjällområdet
- Skogsmiljön

samt påverkan på

- Fisket

SJFRs stöd inom detta område avser påverkan på

- Jordbruk
- Skogsbruk.

Energiforskning

Förbränning av fossila bränslen och utsläpp av koldioxid ger det största bidraget till utsläpp av växthusgaser. Forskning och teknisk utveckling är därför avgörande för att minska användningen av fossila bränslen och för att få fram alternativ inom framför allt energi och trafikområdena. En drastisk minskning av användningen av fossila bränslen innebär en genomgripande förändring av bland annat konsumtions- och produktionsmönster, liksom en omfattande förändring av transportsystemet. För att kunna välja strategier för sådana åtgärder måste möjligheterna att optimera dessa system belysas. Följande områden har bedömts som väsentliga

- besparingar/effektivisering
- biobränslen
- övriga förnyelsebara energikällor.

NUTEKs forskning med relevans för klimatfrågan utgörs till övervägande delen av s.k. åtgärdsforskning. Energiforskningsprogrammet och den energirelaterade transportforskningen är i stor utsträckning motiverad av miljöskäl och då inte minst av klimatfrågan och strävan att minska emissionen av koldioxid genom minskad användning av fossila bränslen. NUTEK finansierar också forskning som gäller kartläggning av källor och sänkor för växthusgaser inom ramen för bioenergiforskningen. Dessutom finansieras forskning och teknisk utveckling som gäller ersättning av freoner och andra ozonnedbrytande ämnen som i många fall även fungerar som växthusgaser.

Energiforskningen bedrivs idag dels inom ramen för olika forskningsprogram med definierad inriktning, dels inom olika projektområden med en vidare inriktning. NUTEK stöder även ett antal sammanhållna utvecklingsprogram på energiområdet med stöd från energiteknikfonden. I dessa program svarar näringslivet för 60% av finansieringen och NUTEK för 40% via energiteknikfonden. Flera av dessa program bedöms ha relevans för klimatfrågan.

Utöver FoU stöder NUTEK även tekniskt utvecklingsarbete på energiområdet framför allt genom energiteknikfonden. NUTEK genomför även särskilda program på området effektivare energianvändning och administrerar olika typer av introduktionsstöd för ny energiteknik.

Biobränslekommissionen, som tillsattes 1991 som ett resultat av trepartiöverenskommelsen om energipolitiken, initierade ett program som syftar till att få till stånd en ökad biobränsleanvändning för elproduktion. Detta program som nu kallas FABEL (Främjande av biobränsle-el) startade 1992, är femårigt och har en total budget på 625 Mkr. Programmet omfattar främst stöd till projekt som skall demonstrera tekniker för produktion med hög verkningsgrad, vilka kan bli kommersiellt tillämplade i slutet av 1990-talet. Ett krav på de nya teknikerna är

att de också skall uppvisa goda miljöegenskaper i andra avseenden. Även teknisk demonstration inom övriga delen av bibränslekedjan kan få stöd. Ett villkor för detta är att den demonstrerade tekniken kan komma till användning vid en omfattande produktion av el med hjälp av bibränslen.

Sverige deltar i ett stort antal internationella samarbetsprojekt. Det sker inom ramen för olika EU-projekt som Joule, Drive, Brite-Eu-Ram, AIR, etc. och IEAs Greenhouse Gas R&D Program. Det senare har till uppgift att klargöra förutsättningarna för avskiljning, hantering och lagring/deponering av koldioxid från fossileldade förbränningsanläggningar. Av intresse är också programmet GREENTIE (Greenhouse Gases Technology Information Exchange) som syftar till att sprida kunskap internationellt om energitekniker och system (speciellt till icke-OECD-länder) som kan minska emissionen av klimatpåverkande gaser.

Byggforskningsrådets verksamhet definieras på följande sätt:

"Forskning, utveckling och experiment kring förändringen och utformningen av den byggda miljön med hjälp av planering, byggande och förvaltning. Ansvarsområdet omfattar också energihushållning och energiteknik".

Insatserna gäller tre projektområden:

- Bebyggelse och infrastruktur
- Energieffektiva byggnader
- Ny energiteknik.

Transportforskning

Fossila bränslen är den dominerande energikällan också inom transportområdet. Det är därför viktigt att prioritera FoU för att förbättra motorernas effektivitet och att få fram nya alternativa energikällor. Minskad användning av fossila bränslen kan innebära storskaliga förändringar av transportsystemet. Studier av möjligheterna att optimera trafiksystemet är därför av intresse. Nyckelområden inom transportforskningen är därför

- infrastrukturfrågor
- ny fordonsteknik
- alternativa bränslen

Kommunikationsforskningsberedningen, KFB har ett övergripande ansvar för transportforskning i Sverige. Det gäller bland annat forskning rörande kommunikationernas betydelse för miljön. Kopplingen till klimatets påverkan berörs därvid ofta som en del i ett större perspektiv i relevanta projekt. KFB stöder vidare utveckling och demonstration av användning av motoralkoholer och biogas samt el- och hybridfordon.

KFB har för närvarande två demonstrationsprogram som har till syfte att introducera användningen av alternativa drivmedel och därigenom minska koldioxidutsläppen, samt ett för att öka användningen av kollektivtransporter.

NUTEK svarar inom ramen för insatsområdet energiteknik för forskning och utveckling rörande motorer och drivsystem. Syftet är att utveckla effektivare miljövänliga motorer och att skapa ökad kunskap om förbättring av alternativa drivmedel. Det särskilda Etanolutvecklingsprogrammet, som är planerat för en treårsperiod, syftar till att utveckla ny teknik för framställning av etanol ur cellulosarika råvaror.

Byggeforskningsrådet stöder bland annat forskning rörande förändring och utformning av den byggda miljön på grund av markanvändning.

Samhällsvetenskaplig klimatiforskning

Samhällsvetenskaplig och humanistisk miljöforskning har etablerat sig på allvar under de senaste två decennierna. Det gäller inom exempelvis nationalekonomi, statskunskap, sociologi, kulturgeografi, psykologi och historia. Miljöfrågornas komplexa karaktär har stimulerat till viktiga tvärvetenskapliga ansatser, som humanekologi vid Göteborgs universitet, Temaforskningen vid Linköpings universitet, ekonomi-ekologi vid Stockholm Environment Institute, Stockholms universitet och Beijerinstitutet vid Vetenskapsakademien.

Huvudfinansiärer av socio-ekonomisk och humanistisk miljöforskning är AFR, BFR, FRN, HSFR, KFB, NUTEK, RJ, SAREC, SJFR och SNV. Det totalt riktade stödet till denna typ av forskning är fortfarande litet. Den klimatrelaterade samhällsvetenskapliga miljöforskningen uppskattas för närvarande få ett stöd på ca 10 miljoner kronor. Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (MISTRA) bör i framtiden också kunna ge avsevärt stöd till forskning av detta slag.

Samhällsvetenskapernas uppgift är framför allt att identifiera och bearbeta frågor som ligger i gränssnittet mot naturvetenskaperna. Hur förhåller sig samhället till sina resurser? Vilken insikt och vilket medvetande finns bland människor rörande miljön? Hur fungerar politiska och andra samhälleliga institutioner när det gäller att påverka samhället i bärkraftig riktning?

Det behövs därför mötesplatser mellan forskare från de "två kulturerna" kring konkreta problemområden. Det är önskvärt att i form av arbetsseminarier skapa möjligheter till interaktion.

Klimatforskning i Nederländerna

Ingar Palmlund, Linköpings universitet

1995-10-04

Klimatforskning i Nederländerna

En översikt utarbetad åt Delegationen för klimatfrågor

Ingvar Palmlund, Ph.D.

Docent vid Tema Teknik och social förändring
Linköpings Universitet

Klimatforskning i Nederländerna

En översikt utarbetad åt Delegationen för klimatfrågor

Sammanfattning

1. Nederländerna och risken för global klimatförändring
2. Nederländsk forskning om klimatrelaterade problem
 - 2.1 Forskning i Nederländerna
 - 2.2 Forskning kring klimatrelaterade problem
3. Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP)
 - 3.1 Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change: Fas I (NRP-I)
 - 3.1.1 Klimatsystemet - funktioner, modellering och övervakning av det globala klimatsystemet.
 - 3.1.2 Orsaker - underliggande orsaker till förändringar i klimatsystemet.
 - 3.1.3 Verknningar - de (socioekonomiska) verkningarna och de (fysiska) effekterna av förändringar i klimatsystemet
 - 3.1.4 Integration och standardsättning - integrerade modeller
 - 3.1.5 Hållbara lösningar - lösningar för att så långt möjligt begränsa och hindra förändringar i klimatsystemet och deras verkningar
 - 3.1.6 Uppnådda resultat
 - 3.2 Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change: Fas II (NRP-II)
 - 3.2.1 Förändringar i klimatsystemet som helhet och dess ingående beståndsdelar
 - 3.2.2 Naturliga och sociala systems sårbarhet för klimatförändring
 - 3.2.3 Samhälleliga orsaker och lösningar
 - 3.2.4 Utvärdering: Syntes och utvärdering av kunskap, policyalternativ och dialog mellan forskning, regering, och samhälle
 - 3.2.5 Genomförande
4. Reflektioner

Källor

Appendix 1. Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP) fas I (1989-1994): Projektförteckning

Appendix 2. Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP) fas I (1989-1994). Fördelningen av medel till olika teman per budgetår samt forskningsprojektens varaktighet.

Appendix 3. Organisationer som utför forskning om global klimatförändring i Nederländerna

Klimatforskning i Nederländerna

En översikt utarbetad åt Delegationen för klimatfrågor

Sammanfattning

Nederländernas klimatpolitik innefattar en medveten satsning på klimatforskning. Landet har bl a ett särskilt forskningsprogram om globala luftföroreningar och klimatförändring. Syftet med detta program är tvåfaldigt: dels att lägga en grund för utvecklingen av en klimatpolitik, dels att stärka det nederländska forskarsamfundets engagemang i problem i samband med global klimatförändring, nationellt såväl som internationellt. Programmets första fas avslutades 1994. Den positiva utvärderingen av programmet ledde till en andra fas 1995-2000 som ska ge underlag för landets klimatpolitik samt stärka Nederländernas bidrag till internationell klimatforskning.

Klimatforskning i Nederländerna.

En översikt utarbetad åt Delegationen för klimatfrågor

Risken för global klimatförändring har i många länder lett till ökad forskning om hur klimatförändringar, särskilt sådana som sammanhänger med den s k växthuseffekten, uppstår och hur de påverkar miljön globalt och regionalt samt hur icke önskvärda förändringar ska förhindras och bemötas. I Sverige har den av regeringen tillsatta klimatdelegationen i uppgift att samordna den nationella forskningen inom klimatområdet, ge råd till regeringen om hur forsknings- och utvecklingsresultat inom klimatområdet bör utnyttjas inför nationella beslut och inför internationella förhandlingar i klimatfrågorna, svara för samordningen av svenska insatser i Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) och i övrigt bl a vara pådrivande för att öka det internationella samarbetet vad gäller forskning inom klimatområdet.

Denna översikt av klimatforskningen i Nederländerna har utarbetats som underlag för klimatdelegationens överväganden.

1. Nederländerna och risken för global klimatförändring

Nederländerna är ett av jordens tätast befolkade länder. Landets yta inkl. vattendrag och kustvatten är 41 526 km². Självla landytan är bara 34 000 km², d v s ungefär samma areal som Jämtland upptar i Sverige. År 2000 kommer Nederländerna att ha ca 16 miljoner invånare med ca 90% av dem boende i stadsområden. Befolkningskoncentrationen är högst i "Randstad" längs västkusten, det område omkring mynningarna för tre av de stora europeiska flodsystemen där Amsterdam, Rotterdam, Haag och Utrecht och flera mindre städer ligger.

Namnet Nederländerna är en geografisk karakteristik. En betydande andel av landets yta är lågt liggande områden som under århundraden erövrats från havet. De väsentligaste miljöproblemen i landet är luftföroreningar, vattenföroreningar, sur nederbörd, övergödning av jorden och växande grundvattenbrist. Landets högsta punkt, på gränsen till Belgien och Tyskland, är 321 m över havsytan. Inom de 27% av Nederländernas yta som ligger under havsytan är den lägsta punkten ca 7 m under havets nivå. Om de mest drastiska scenarierna för katastrofala verkningar av en varmare global temperatur blir verklighet, kan Nederländernas befolkning drabbas hårt.

Nederländernas ambition att spela en aktiv roll i formuleringen av internationell politik, inte minst i miljöfrågor, speglas i landets aktiva nationella klimatpolitik. Den befarade risken för global klimatförändring i form av genomsnittligt varmare temperatur globalt ledde i Nederländerna i slutet av 1980talet till olika nationella och internationella initiativ. Nederländerna var bl a värdland för ett par betydelsefulla konferenser som bidrog till att

frågan om global klimatförändring identifierades som ett viktigt tema i internationell politik. Nederländernas regering har också aktivt verkat för att den internationella klimatkonventionen skulle komma till stånd och för konkreta åtgärder för att begränsa utsläppen av drivhusgaser.

Nederländerna undertecknade den internationella klimatkonventionen (UNFCCC) vid United Nations Conference for Environment and Development i Rio 1992, då industriländerna åtog sig att till år 2000 stabilisera sina CO₂-utsläpp på den nivå de hade år 1990. Efter genomförande av pågående och planerade åtgärder för att uppfylla åtagandena i klimatkonventionen återstår för Nederländerna att eliminera ca 13 million ton CO₂ för att nå klimatkonventionens mål. Nederländerna stöder i princip införandet av en europeisk energiskatt för att minska utsläppen av växthusgaser och kommer att införa sådan beskattning i Nederländerna när den Europeiska Unionens beslut därom föreligger.

Hur olika samhällssektorer i Nederländerna under senare år bidragit till emissionerna av de gaser - främst koldioxid, metan, dikväveoxid och chlorfluorocarboner - som identifierats som växthusgaser med effekt att höja den genomsnittliga globala temperaturen framgår av fig. 1. De största antropogena källorna är industri, trafik och kraftproduktion. Jordbruk och boskapsskötsel är också av betydelse. I detta sammanhang kan nämnas att Nederländernas energiproduktion i huvudsak är baserad på naturgas. Översikter av Nederländernas utsläpp av växthusgaser visas i tabellerna 1 och 2.

2. Nederländsk forskning om klimatrelaterade problem

2.1. Forskning i Nederländerna

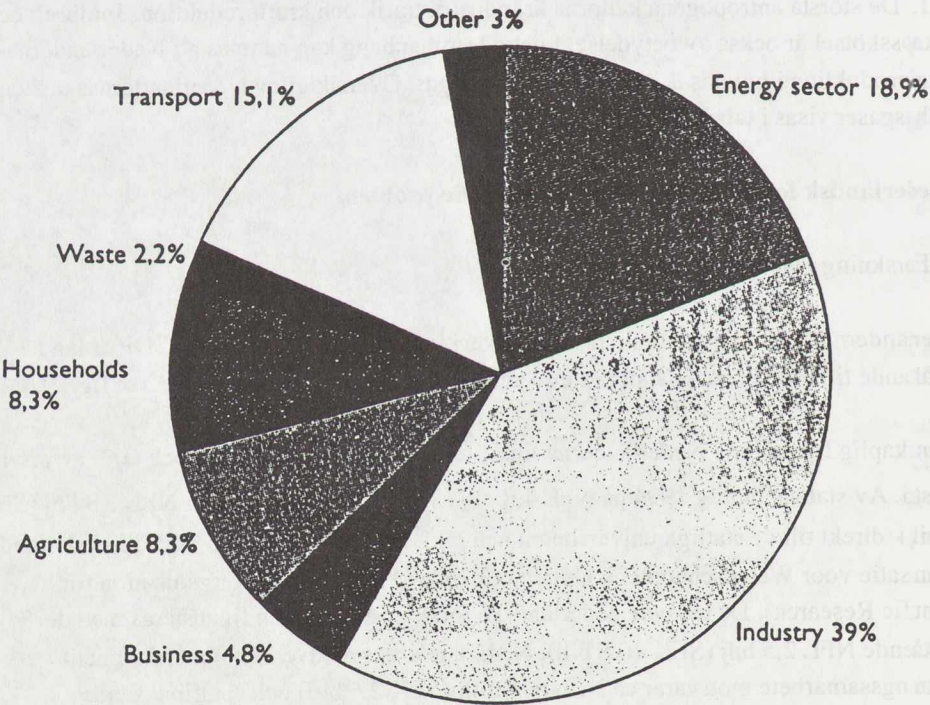
Nederländernas satsning på forskning och utveckling i termer av andel av GDP är låg i förhållande till motsvarande andel i t ex Sverige, Tyskland, USA, och Japan (se fig. 2).

Vetenskaplig forskning i Nederländerna finansieras till ca 40% av staten och 60% av privat industri. Av statens bidrag 1994 på NFL 4,8 milj (SEK 20,8 milj)*) gick ca NFL 1,8 milj (SEK 7,8 milj) direkt till de statliga universiteten och NFL 500 milj (SEK 2,2 milj) till Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO; Netherlands Organization for Scientific Research). De ledande nederländska forskningsinstituten finansieras med de återstående NFL 2,5 milj (SEK 10,8 milj). Nederländernas medverkan i internationellt forskningssamarbete motsvarar ca NFL 600 milj (SEK 2,6 milj) och samfinansieras av regeringen, NWO och privata sektorn.

*) Valutaomräkningen här och senare bygger på valutakursen 1995-10-01.

Fig. 1. Relative contribution of different sectors to the greenhouse effect. The Netherlands, 1988.

Source: National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change, *Climate Research in the Netherlands* (Bilthoven:RIVM).



Tabell 1. Nederländernas inventering av CO₂, CH₄ och N₂O emissioner 1990.

Tabell 2. Totala emissioner av NO_x, CO, NMVOC, PFCs och HFCs, 1990.

Källa: Netherlands' National Communication on Climate Change Policies: Prepared for the Conference of the Parties under the Framework Convention on Climate Change, August 1994.

Table ES.1 Netherlands' inventory of CO₂, CH₄ and N₂O emissions, 1990 (Gg)

Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO ₂ Actual	CO ₂ T-corr. ¹	CH ₄	N ₂ O
Total National Emissions	167,600	174,000	1,067	59.6
1. All Energy				
A Fuel Combustion	164,800	171,200	177	6.1
- Energy & Transformation	51,400	51,400	NE	0.5
- Industry	33,400	34,100	NE	0.1
- Transport	26,900	26,900	NE	5.4
- Commercial/Institutional	9,500	10,900	NE	0.04
- Residential	19,200	22,300	NE	0.06
- Agriculture/Forestry	8,600	9,700	NE	NE
- Actual emissions from feedstocks	14,800	14,800	NA	NA
- Statistical differences; rounding	1,000	1,100	NA	NA
B Fugitive Fuel Combustion	NA	NA	149	NA
- Crude oil and Natural Gas	NA	NA	149	NA
- Coal Mining	NA	NA	NO	NA
2. Industrial Processes	1,900	1,900	NO	16.4
A Iron and Steel	NO	NO	NO	NO
B Non-Ferrous Metals	NO	NO	NO	NO
C Inorganic Chemicals	NO	NO	NO	14.6
D Organic Chemicals	NO	NO	NO	1.7
E Non-Metallic Mineral Products	1,900	1,900	NO	NO
3. Solvent and Other Product Use	NO	NO	NO	NO
4. Agriculture	NA	NO	508	22.1
A Enteric Fermentation	NA	NA	402	NA
B Animal Waste	NA	NA	106	NA
C Rice Cultivation	NA	NA	NO	NA
D Agricultural Soils	NA	NA	NA	22.1
E Agricultural Waste Burning	NA	NO	NO	NO
F Savannah Burning	NA	NO	NO	NO
5. Land Use Change and Forestry	(-120)²	(-120)²	NA	NA
6. Waste	900	900	382	4.1
A Landfills	NA	NA	377	NA
B Waste water/Sewage treatment	NA	NA	5 ³	4.0
C Waste Incineration	900	900	0	0.1
7. Other				10.9⁴

NO = Not Occurring; NA = Not Applicable; NE = Not Estimated

¹ CO₂ emissions corrected for temperature influences

² Not included in total CO₂ emissions

³ including CH₄ emissions from drinking water treatment

⁴ N₂O emissions from polluted inland and coastal water

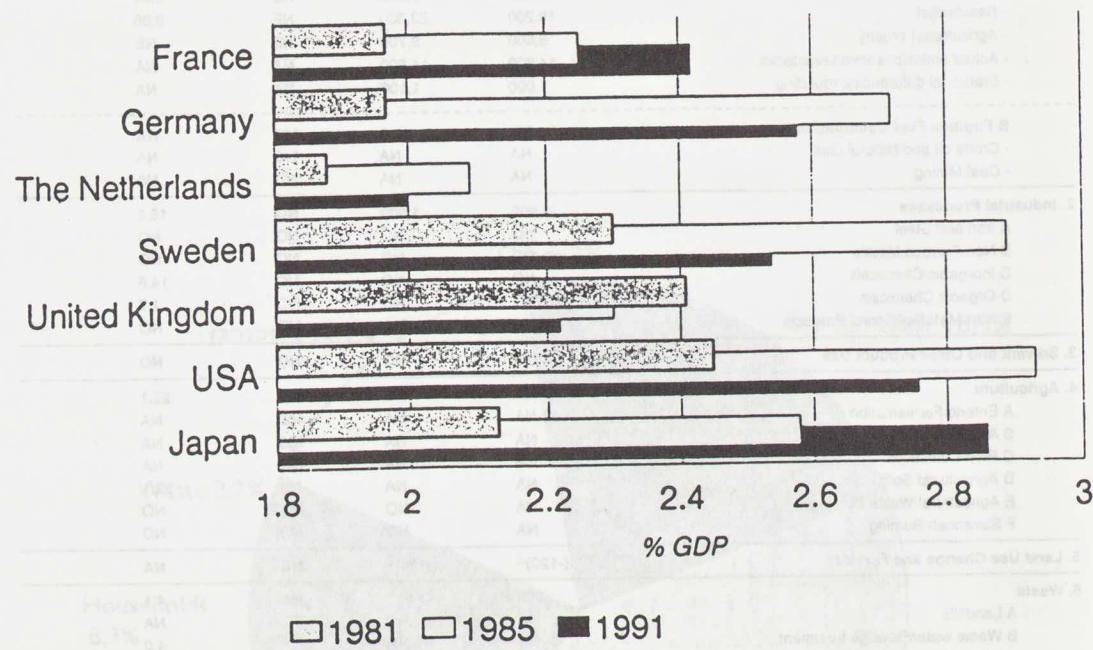
Table ES.2 Total emissions of NO_x, CO, NMVOC, PFCs and HFCs, 1990 (Gg)

gas	NO _x	NMVOC	CO	CF ₄	C ₂ F ₆	HFCs
emission (Gg)	576	459	1,029	0.516	0.052	0

Fig. 2. Några länders forsknings- och utvecklingsutgifter i procent av GDP, 1981, 1985 och 1991.

Källa: Netherlands Organization for Scientific Research. *NWO Now*.

R&D expenditures as percentage of GDP (1981, 1985 and 1991)



NWO har särskilda forskningsråd för de traditionella faktultetsområdena, nio självständiga forskningsstiftelser samt finansierar dessutom ett antal särskilda forskningsprogram. Den forskning som finansieras av NWO initieras i princip av forskarna själva och projekt godkänns för finansiering med hänsyn till deras vetenskapliga värde och forskarnas kompetens. NWOs finansieringsstrategi bygger således på en "bottom up" process, snarare än på den "top-down"-styrning som är vanlig inom t ex svensk sektorsforskning.

2.2 Forskning kring klimatrelaterade problem

Nederländerna var ett av de första länderna i världen som beslöt att skapa ett sammanhållet program för forskning om globala luftföroreningar och klimatförändringar. Sedan 1985 har Nederländerna haft en sammanhållen planering av den inom landet bedrivna forskningen om CO₂ i atmosfären. Syftet med denna sammanhållna forskningsplanering var att stimulera forskningen om orsaker och verkningar av CO₂-halten i atmosfären samt att utveckla ett långsiktigt forskningsprogram. Programmet har huvudsakligen rört kolcykeln, dess effekter på det abiotiska systemet (klimat, cryosfär och oceaner), dess effekter för biota samt de samhälleliga verkningarna av variationer i kolcykeln. I ett särskilt program för att stimulera CO₂-forskning 1987-1991 riktades undersökningar mot speciella frågeställningar inom denna ram.

Forskningen om klimatrelaterade problem bedrivs vid universitet, myndigheter och privata forskningsinstitut. En uppskattning våren 1995 av antalet forskningsprojekt med inriktning på klimatproblematiken visade på omkring 250 forskningsprojekt, exklusive tekniskt inriktade forsknings- och utvecklingsprojekt.

Omkring 40% av dessa forskningsprojekt är inriktade på olika aspekter av klimatsystemet. Vissa projekt rör utveckling av klimatmodeller i samarbete med forskare i Tyskland, Storbritannien och USA. Cirka 15% av projekten rör orsakerna till klimatförändring. Nederländerna har bidragit till den av IPCC och OECD ledda inventeringen av växthusgaser, bl a med uppskattningar av utsläpp av CH₄ och N₂O. Forskningen om effekter av klimatförändring bedrivs i huvudsak som del av forskningsprogrammen vid universitet och nationella forskningsinstitut. Forskningen om möjliga lösningar på problem med anknytning till klimatförändringar är multidisciplinär och rör såväl tekniska lösningar som sociala faktorer och beteendeförändringar. Vissa forskningsmedel satsas därtill på att skapa en ram för att integrera resultaten från olika forskningsgrenar samt för att utveckla vetenskapligt underbyggda miljöstandards och strategier för att i enlighet med åtagandet i UNFCCC reducera utsläppen av växthusgaser.

Den klimatrelaterade forskningen finansieras dels direkt genom universiteten och staten, dels indirekt av staten genom anslag och kontrakt för speciella nationella och internationella

forskningsprogram. Tre särskilda nationella forskningsprogram har bäring på problem som sammanhänger med global klimatförändring. De är National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP), Global Change Programme NWO, Remote Sensing Programme samt National Support Programme for Earth Observation. Av dessa forskningsprogram är NRP av särskilt intresse i detta sammanhang. En redogörelse för detta programs inriktning och omfattning lämnas därför i följande avsnitt.

Internationellt medverkar Nederländerna i den forskning som bedrivs inom International Geosphere Biosphere Programme (IGBP), World Climate Research Programme (WCRP), Human Dimensions of Global Environmental Change Programme (HDP), EPOCH (EU), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), och Global Climate Observing System (GCOS). Nederländerna bidrar också genom finansiellt stöd till att utvecklingsländerna ska kunna uppfylla sina åtaganden enligt UNFCCC. I samarbetsprogram med flera länder i Öst-Europa och inom CIS har projekt satts upp i syfte att öka effektiviteten och förbättra infrastrukturen i energiproduktion och energianvändning.

3. Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP)

Ett speciellt nationellt forskningsprogram om globala luftföroreningar och klimatförändring (NRP) startades 1989 i syfte att undersöka globala luftföroreningar och klimatförändring. Syftet var tvåfaldigt: dels att lägga en grund för utvecklingen av en klimatpolitik, dels att stärka forskarsamfundets engagemang i frågan, nationellt såväl som internationellt.

NRP är upplagt inom de ramar för den internationella klimatiforskningen som formats genom forskarsamarbetet i Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), World Climate Research Program (WCRP), International Geosphere-Biosphere Program (IGBP) och Human Dimensions of Global Environmental Change (HDP). Det är ett brett, policy-orienterat program i syfte att bidra till att formulera svar på följande frågor:

- Vilka förändringar har inträffat i klimatsystemet och vilka processer ingår?
- Vilka är de fysiska och socio-ekonomiska orsakerna till förändringar i klimatsystemet?
- Vilka är effekterna av förändringar i klimatsystemet?
- Vilka hållbara lösningar finns och hur kan de åstadkommas?
- Hur kan forskning inom NRP och resultaten av denna forskning kombineras och vilka policy-alternativ kan formuleras?

Grundprincipen för forskningsfinansiering via NRP är målstyrning - således en annorlunda ansats än den som tillämpas av NWO.

NRP drivs av en programbyrå och en programkommittee som arbetar under överinseende av

en styrgrupp (se fig. 3). Styrgruppen består av representanter för sju ministerier, miljöorganisationer samt nederländsk industri.

Detta multidisciplinära nationella forskningsprograms första fas, NRP-I, inleddes 1989-10-30 och avslutades vid utgången av 1994. Resultaten från NRP-I utvärderades av en internationell expertgrupp som bedömde arbetet positivt. En andra fas av NRP inleddes 1995 och sträcker sig till år 2000.

3.1 Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change: Fas I (NRP-I)

Programmets policy-orienterade karaktär har inneburit ansatser inom olika områden, från grundforskning om funktioner i global klimatsystemet till samhällsvetenskaplig forskning om möjliga policy-lösningar på de problem som väcks av global klimatförändring.

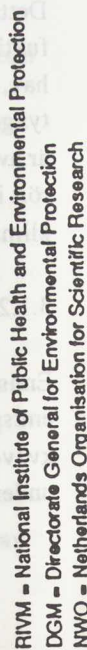
Planeringen av programmet skedde i en särskild programkommitte som i kontakt med programgrupper arbetade fram en plan för koncentrerade forskningsinsatser inom ett begränsat antal fält. Forskningen skulle koncentreras på ett tjugotal kluster inom fem forskningsteman. Här ges en kortfattad redogörelse för innehållet. En förteckning som visar hur dessa fem forskningsteman indelats i subteman och forskningsprojekt inom NRP-I redovisas i appendix 1.

3.1.1 Klimatsystemet - funktioner, modellering och övervakning av det globala klimatsystemet.

Detta forskningstema inbegriper forskning om oceancirkulationen och utväxlingen av värme, fuktighet etc. med atmosfären samt biokemi och flöden av organiskt material i oceaner och hav, särskilt från södra Nordsjön till norra Djuphavet. Inom luftvårdsforskningen har tyngdpunkten legat på studier och modellering av gaser, särskilt aerosoler och spårgaser som är av betydelse för balansen i jordvärme och strålning. Vissa forskningsaktiviteter har också rört interaktionen mellan vegetation och mark samt ansatser att skapa en diagnostik för klimatsystemet.

3.1.2 Orsaker - underliggande orsaker till förändringar i klimatsystemet.

Emissioner av drivhusgaser och sänkor för sådana gaser har getts prioritet. Beträffande emissioner av drivhusgaser har undersökningar främst riktats mot emissioner av metan och kvävedioxid i våta gräsmarker. Forskningen inom detta tema har sin tyngdvikt i undersökningar av kapaciteten i jord och markbiomassa att binda CO_2 .



3.1.3 Verknningar - de (socioekonomiska) verkningarna och de (fysiska) effekterna av förändringar i klimatsystemet

Forskningen inom detta tema inriktades i första hand mot de fysiska effekterna av klimatförändring och därmed förknippad höjning av havsytans nivå. Av vikt för Nederländerna är givetvis barriärerna mot havet i de nederländska kustområdena. Detta kustförsvar undersöks särskilt av Ministeriet för Offentliga Arbeten (Public Works) utan direkta insatser från NRP. Arbetet inom temat har inriktats på sex delproblem. Ett sådant delproblem är effekterna av UV-B strålning på människa, ekosystem och phytoplankton i havet. Inom området jordbruk och ekosystem har tonvikten lagts på transport och lagring av kol i komplexa, semi-naturliga vegetationssystem. Viss grundforskning om kolbudgeten i plantor och mark har också tagits med. Eftersom Nederländerna ligger omkring mynnningarna av de stora europeiska flodsystemen Schelde, Meuse och Rhen är den regionala hydrologin i låglänta flodsystem av betydelse. Projekten i programmet riktades inledningsvis mot utflöde och transport av sediment i flodsystemen. Forskning om Wadden-havet - ett unikt kustområde av betydelse för såväl flyttfåglar som fortplantningen av många fiskarter i Nordsjön och Atlantiska oceanen - och om hur Waddenhavet skulle påverkas geomorfologiskt och ekologiskt av en förhöjning av havsytan ingår också. De socio-ekonomiska verkningarna av klimatförändringar skulle också undersökas.

3.1.4 Integration och standardsättning - integrerade modeller

De tre forskningsteman som behandlats ovan - klimatsystemet, orsakerna till klimatförändringar och verkningarna av sådana förändringar - syftade till att öka kunskaperna om orsak-verkan samband och de därmed förenad osäkerhet beträffande rums- och tidsdimensionerna i global klimatförändring. Detta fjärde forskningstema rör forskning i syfte att belysa tekniska, ekonomiska och politiska medel för att kontrollera orsakerna till global klimatförändring. Arbetena avser integrationsstudier, utveckling av en integrerad simuleringsmodell (IMAGE), riskanalys och standardsättning, utveckling av scenarier samt policyanalys och policyalternativ nationellt, inom Europa och globalt.

3.1.5 Hållbara lösningar - lösningar för att så långt möjligt begränsa och hindra förändringar i klimatsystemet och deras verkningar

Nederländsk klimatpolitik är baserad på försiktighetsprincipen. Den nederländska klimatforskningen har därför inte enbart omfattat klimatsystemet utan även åtgärder för att hindra och dämpa riskerna av global klimatförändring. Som riktlinje för forskningen om hållbara lösningar gjordes inledningsvis en distinktion mellan lösnings-orienterad forskning - dvs policyanalys och forskning om genomförbarhet och implementering av tänkbara

lösningar - och klimatforskning med diagnostisk inriktning genom förstärkning av grundforskningen. Inom NRP-I ligger tyngdvikten på policy-orienterad forskning rörande bl a energiförsörjning, energi- och materialförbrukning, förflyttningar och transport samt konsumtions- och livsstilsmönster.

3.1.6 Uppnådda resultat

NRP-I innebar uppbyggnad av ett forskningskonsortium, omfattande 141 forskningsprojekt. Arbetsinsatserna motsvarade ca 800 personår av forskningsarbete. NRP-I delade ut ca NFL 56 milj (SEK 242.5 milj). NRP-I täckte mindre än 50% av finansieringsbehoven för projekten inom forskningskonsortiet. Medverkande forskningsinstitutioner täckte i genomsnitt 60% av projektkostnaderna genom egen budget eller genom anslag från andra forskningsfinansierande organ. Detta har inneburit att NRP-I inte bara utnyttjade befintlig forskningskapacitet utan att NRP-I också bidragit till att ny forskningskapacitet byggs upp. Av Appendix 2 framgår fördelningen inom NRP-I av medel per budgetår till programmets fem olika tema samt forskningsprojektens tidslängd. Merparten av de medel som satsats på NRP, Fas I gick till forskning om klimatsystemet (tema 1). Inom det forskningstemat har oceanforskning erhållit mest medel.

En utvärdering av NRP-I företogs 1994 av en internationell expertgrupp. Resultatet var i huvudsak positivt. Utvärderingsgruppen fann emellertid att den policyorienterade forskningen kunde ha förstärkts genom bättre kommunikation och genom ansträngningar att förse olika målgrupper med information. Resultaten från forskningsprogrammet borde kunna tas upp och användas i utvecklingen av en klimatspolicy. Samordningen av olika projekt och subteman var otillräcklig. I utvärderingen betonades särskilt att den socioekonomiska sidan av programmet hade svagare anknytning till internationell policyutveckling än den biofysiskt inriktade forskningen. Forskningen rörande av socio-ekonomiska effekter och möjligheterna till anpassning till klimatförändringar ansågs svag.

Utvärderingen utmynnade i ett antal rekommendationer inför NRP-II, bl a följande:

- Styrningen av NRP och den periodiskt återkommande granskningen av programmet skulle kunna stärkas betydligt genom en standardisering av rapporteringen från forskningsprojekten.
- Resultaten från NRP-I borde sammanställas i en syntes i syfte att öka effektivitet och kommunikation inom NRP.
- Sambanden mellan projekt inom varje subtema och sambanden mellan subtema skulle kunna förbättras avsevärt, bl a genom regelbundna möten mellan ledningen i NRP och forskarna.
- Arbetet på icke-lineär klimatförändring borde inte fortsättas isolerat från andra forskningsaktiviteter utan resultaten borde göras tillgängliga för arbetet med IMAGE-modellen.

- NRP borde sträva efter en starkare roll i framtida internationella aktiviteter och forskningsprogram, inklusive inom IPCC.
- Forskarna inom NRP borde uppmuntras att öka sin rapportering vid forskarkonferenser, nationellt och internationellt, liksom genom publikationer i tidskrifter med refereebedomning.
- Bättre samordning skulle eftersträvas med NWO i vissa projekt där policyinriktningen var vagt formulerad. Samverkan med NWO borde formaliseras.
- NRPs mål borde definieras tydligare vad gäller urvalskriterier för forskningen. Man borde bl a för varje enskilt projekt specificera om forskningen ska utmynna i användbara resultat eller ska syfta till att bygga upp expertis inom ett visst område.

3.2 Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP): Fas II

Mot bakgrund av utvärderingen startades NRP-II med följande uttalade policymål för forskningen:

- NRP-II skulle stärka och stödja Nederländernas politik beträffande klimatförändring som en konsekvens av globala luftföroreningar
- NRP-II skulle stärka och stödja Nederländernas bidrag till internationell klimatpolitik
- NRP-II skulle stärka och stödja Nederländernas bidrag till internationell forskning (grundforskning, tillämpad forskning och utvärdering) om klimatförändring.

NRP-II är liksom NRP-I inriktat på att reducera den vetenskapliga osäkerheten om klimatförändring. Där osäkerhet kvarstår, ska forskningen bidra till att hantera riskerna, speciellt inom områden där Nederländerna har internationellt erkänd expertis. Direkta länkar till internationella program är därför av vikt. NRP-II ska sikta på att ge underlag för strategiska policyfrågor på medellång och lång sikt (2-5 och 5-10 år) och också formulera kvalitetsmål för den långsiktiga klimatpolitiken. Kommunikationen mellan forskare, regering och samhälle ska bli mer aktiv beträffande klimatförändring och möjligheterna till preventiva åtgärder och anpassning i form av ekonomiska, sociala och teknologiska åtgärder ska beaktas. NRP-II ska dessutom stärka forskningsstrukturen i Nederländerna beträffande klimatförändring samt främja dess förankring i internationell forskning.

NRP-II har organiserats omkring fyra teman. Denna struktur ansluter bättre än strukturen i NRP-I till arbetet under IPCC samt till den forskning som samordnas av HDP, WCRP och IGBP. Det planerade innehållet i dessa fyra tema innefattar förändringar i klimatsystemet som helhet och dess ingående beståndsdelar, naturliga och sociala systems sårbarhet för klimatförändring, samhällsliga orsaker och lösningar på klimatproblematiken samt utvärdering av kunskap, policyalternativ i dialog mellan forskarsamfund, regering, och

samhälle.

3.2.1 Förändringar i klimatsystemet som helhet och dess ingående beståndsdelar

Inom detta tema ska prioritet ges åt studier av den storskaliga omsättningen av drivhusgaser (CO_2 , CH_4 , N_2O och CFC) i klimatsystemet, inklusive den hydrologiska cykeln. Detta nya tema är en kombination av de tidigare tema 1 och 2. Användbarheten av forskningsresultaten i samhället ska nu ges ökad tyngd. Speciell uppmärksamhet ska ges åt att översätta osäkerheter i kvantitativa mått på sannolikhet beträffande effekter och de vidare risker dessa effekter förknippas med. Inom följande delteman har Nederländerna god expertis och internationella kontakter:

- ocean/atmosfär-interaktion
- land/hav-interaktion
- vegetation (inklusive mark)/atmosfär-interaktion
- atmosfärkemi (inklusive aerosoler/moln)
- atmosfärfysik (inklusive moln/strålning/UV-B)
- hydrologiska cykeln
- glaciologi och paleoklimatologi
- materialcykler och koncentrationsscenarier
- klimatscenarier och prediktionsmöjligheter beträffande klimatsystemet.

3.2.2 Naturliga och sociala systems sårbarhet för klimatförändring

På grund av osäkerheten om storlek och manifestation i tid och rum av klimatförändringar måste effekterna av sådana förändringar studeras i termer av risk och sannolikhet. Sårbarhet är delvis en funktion av adaption till förändring över tid. NRP är i huvudsak inriktat på process-orienterad forskning beträffande delar av system, t ex de hydrologiska processerna inom avrinningsområdena för Rhen, Meuse etc., ekosystem och naturskyddsområden (inklusive Wadden), folkhälsa och lantbruk. Följande tre delteman studeras:

- landanvändning och terrestra ekosystem
- regional hydrologi
- hållbar utveckling i kustområden (inklusive effekter av klimatförändringar i Wadden-området)

Dessutom ska följande utvärderingsstudier göras:

- effekterna av UV-B strålningen för Nederländerna
- effekterna av klimatförändring på landanvändning/förändringar i landanvändning (inklusive effekter för biologisk mångfald)
- effekterna av klimatförändring på sociala system
- effekterna av klimatförändringar för sårbara regioner i världen.

3.2.3 Samhälleliga orsaker och lösningar

Inom detta tema ska "diagnostisk" och "terapeutisk" forskning kombineras. Forskning beträffande orsaker och drivkrafter i klimatförändringar ska inriktas inte enbart på CO₂-emissioner utan även på emissioner av metan och N₂O samt hållbar markanvändning. Större uppmärksamhet ska ägnas åt sociala och ekologiska effekter av olika handlingsalternativ och möjligheterna att genomföra dem. Policy-orienterad forskning ska bedömas utifrån dess användbarhet för policyformulering.

Projekt inom temat bör länkas till HDP. Forskningen inom temat bör omfatta

- demografi och markanvändning
- energi och material
- kultur-, konsumtions- och livsmönster
- mobilitet och transport
- perceptioner, attityder och grad av socialt stöd
- strukturer, institutioner, strategier och instrument

3.2.4 Utvärdering: Syntes och utvärdering av kunskap, policyalternativ och dialog mellan forskning, regering, och samhälle

Inom NRP-II ska tyngdvikten flyttas från integration till utvärdering. Avsikten är att få till stånd bättre kommunikation mellan de forskare som arbetar inom NRP och samhället i övrigt samt att anpassa forskningen till frågeställningar från politiker och samhälle. IMAGE-modellen, som utvecklats under NRP-I, ska användas för att utveckla och utvärdera policy-scenarier, inte minst internationellt.

Forskningen inom detta tema har delats upp i fyra delteman

- syntes (inklusive modell- och databasutveckling)
- scenarier
- riskanalys, inklusive operationalisering av hur koncentrationen av drivhusgaser i atmosfären kan stabiliseras på en nivå som skulle kunna förhindra farlig antropogen interferens med klimatsystemet (Art. 2 i UNFCCC)
- dialog med politik och samhälle för att utveckla och besvara strategiska policyfrågor, särskilt av internationell karaktär.

3.2.5 Genomförande

NRP-II genomförs i två etapper. I en första etapp baseras valet av forskningsprojekt på inlämnade ansökningar inom NRP-II:s ram. I en andra etapp, som startar 1996, väljs projekten

med utgångspunkt i en utvärdering av tidigare programarbete och startade projekt. Denna utvärdering ska göras hösten 1995.

Budgeten för NRP-II för åren 1995-2000 ligger på NFL 74,5 milj (SEK 322,6 milj), varav ca NFL 4 milj (SEK 17,3 milj) avser medverkan i WCRP, IGBP, HDP program och andra internationellt organiserade studier. I budgeten har NFL 27,5 milj (SEK 119 milj) avsatts för beslut under 1995-1996 om en första grupp forskningsprojekt och NFL 15 milj (SEK 65 milj) för finansieringsbeslut under 1997. NFL 20 milj (SEK 216,5 milj) har avsatts som reserv. Så långt möjligt vill man tillämpa regeln att 50% av projektkostnaderna inom NRP-II ska bestridas av universitetsinstitution eller av annan forskningsfinansiär. Internationell expertis kan anlitas inom tema 3 och tema 4 med finansiering från NRP.

De institutioner som deltar i programmet har uppmanats att integrera forskning som stöds av NRP i sina reguljära forsknings- och forskarutbildningsprogram då NRP avslutas.

4. Reflektioner

Risken för önskad global klimatförändring identifierades först inom meteorologisk och klimatologisk forskning. I samband med att kunskapen om denna risk under 1980-talet fördes från vetenskapliga till politiska domäner i flera industrialiserade länder nämndes också möjliga orsaker: historiska val i fråga om energiproduktion, transportteknologi, industrialisering, utveckling av infrastruktur, produktionsmönster och beteenden. Eftersom snabb klimatförändring skulle sätta stora värden på spel är det naturligt att säkerheten i utsagorna om global klimatförändring fått strategisk betydelse. Den forskning som startats i många länder för att undanröja osäkerheten om huruvida klimatet förändras globalt och regionalt så att nuvarande produktions- och samhällsmönster kan komma att störas, orsakerna till klimatförändring, hur förändringarna manifesteras och vad klimatförändringar kan leda till har därför blivit väsentlig. Ett syfte har varit att förbättra kunskapen om globala klimatförändringar. Ett annat ofta uttalat syfte har varit att ge underlag för nationell och internationell policy för att hantera globala och regionala klimatförändringar.

Att undanröja osäkerhet om verklighetens beskaffenhet genom att förtydliga och fördjupa beskrivningar av den är en klassisk forskningsuppgift. Inom naturvetenskapen angrips den uppgiften genom hypotestestning där verklighetens beskaffenhet undersöks empiriskt via mätningar, experiment och modellering och genom ansatser att finna kvantitativa mått som gör det möjligt att spåra utveckling av olika fenomen över tid. Angreppssättet ger värdefulla resultat när undersökningarna rör få, väl valda, lagbundna variabler som på avgörande sätt påverkar de fenomen som studeras. Men experimentell forskning och lineära antaganden är av mindre praktiskt värde när de fenomen som studeras är komplexa, med många variabler som inte styrs av identifierbara naturlagar utan av motsägelsefulla, ibland subtila "försant-

hållanden", värderingar, traditioner, stämningar och assymetriska maktförhållanden.

Osäkerheten i fråga om global klimatförändring, dess orsaker och verkningar samt hur dessa verkningar kan förhindras eller utnyttjas i utvecklingssyfte är inte enbart bestämd av brist på kunskap. Uppfattningar om risk och osäkerhet formas i samspelet mellan människor och grupper i ständigt pågående processer om hurdan verkligheten är och hur den ska vara beskaffad. Samhällsvetarna Mary Douglas och Aaron Wildavsky publicerade 1983 sin kontroversiella bok "Risk and Culture", där de argumenterar att vad som uppfattas som risk i ett visst samhälle vid en viss tidpunkt är resultatet av kulturellt betingade val. De för bl a ett resonemang om sambandet mellan risk, osäkerhet och samförstånd som bäst illustreras genom en matris (se fig. 4). Deras diskurs är en kritik mot upplysningsidéns essens - tron på att om människor bara har rätt kunskap om verkligheten så följer det rätta handlandet. De visar att för vissa typer av problem är forskning för ökad kunskap en möjlighet som står till buds för att undanröja osäkerhet och skapa underlag för beslut om handling. I fråga om andra typer av problem räcker emellertid inte forskning, om än aldrig så god ur vetenskaplig synvinkel, som underlag för politiska beslut.

Risken för global klimatförändring och mänsklighetens olika strategier för att få kontroll över utvecklingen är väl värda att betrakta ur de olika perspektiv som de fyra rutorna i matrisen ger. Forskning kan visserligen bidra till undanröja osäkerheten om de naturlagsbundna förloppen, men ökad kunskap om faktiska fysiska förhållanden är bara en av flera resurser som behövs för de politiska uppgörelserna om åtaganden för att begränsa oönskade effekter av klimatförändringar. Politiken om global klimatförändring präglas inte enbart av brist på kunskap om fysiska förlopp utan också av intressekonflikter. Den naturvetenskapliga forskningens bidrag till att lösa upp de intressekonflikter som finns såväl inom nationer som internationellt beträffande hur global klimatförändring ska hanteras är betydelsefulla men begränsade. Andra kunskapsstrategier krävs som komplement om man vill nå hållbara uppgörelser för kontroll av utvecklingen. En väsentlig utmaning är att skapa samförstånd om global klimatförändring som ett problem och om dess potentiellt allvarliga konsekvenser. I viss mån har ett sådant samförstånd i princip stadfäst i UNFCCC. Så länge övertygelsen inte räcker till handfasta förändringar i produktions-, transport-, och konsumtionsmönster förblir frågan om global klimatförändring dock ett inslag av nästan eskatologisk karaktär i nationell och internationell miljöpolitik.

Tonvikten i Nederländernas stora satsning på forskning rörande risken för global klimatförändring har hittills legat på naturvetenskaplig forskning om klimatsystemet i syfte att nå policyförändringar. Den är säkerligen ett gott bidrag till kunskapsökningen om globala klimatförhållanden och sambanden mellan klimat och ekologiska förändringar. Den fysiska verkligheten är emellertid en typ av fenomen; våra uppfattningar om den är en annan typ av fenomen. Satsningen på klimatiforskning i t ex det välorganiserade nederländska nationella

Fig 4. Risk, osäkerhet och samförstånd

FOUR PROBLEMS OF RISK

		Knowledge	
		Certain	Uncertain
Consent	Complete	Problem: <i>Technical</i> Solution: <i>Calculation</i>	Problem: <i>Information</i> Solution: <i>Research</i>
	Contested	Problem: <i>(dis)Agreement</i> Solution: <i>Coercion or Discussion</i>	Problem: <i>Knowledge and Consent</i> Solution: <i>?</i>

Source: M. Douglas and A. Wildavsky. *Risk and Culture: "An essay on the selection of technical and environmental dangers."* (Berkeley: University of California Press).

programmet för klimatforskning synes ha samma ansats av social ingenjörskonst som vi i Sverige också ofta anlägger. Det är en ansats baserad på upplysningsidéns premiss: mer kunskap leder till upplysta, mer "riktiga" politiska beslut. Det förefaller som om medvetandet om att det omvända förhållandet är möjligt inte fått stort utrymme i planeringen av programmet - att politiska värderingar kan driva forskning till val av vissa problem och till att bortse från andra, till formulering av problemställning, till val av teorier och undersökningsmetodik, till tillgång till resurser för att genomföra vissa undersökningar men inte andra samt påverka analytisk ansats och utvärdering av resultat. Med andra ord: politik kan driva forskning lika väl som forskning kan driva politik och att det inte alltid är klart vilken kraft som är starkast.

Tesen att en global klimatförändring pågår som innebär viss uppvärmning i vissa regioner i världen och avkylning i andra är nu vetenskapligt accepterad. Detta ökar behovet att vidta politiska åtgärder internationellt såväl som nationellt för att hejda en icke önskvärd utveckling. För att skapa samförstånd inför sådana beslut krävs ytterligare forskning med annan disciplinär inriktning än den naturvetenskapliga.

Mer forskning behövs sålunda om samband mellan klimatförändringar och samhällsliga förhållanden. Merparten samhällslig forskning i anslutning till klimatproblematiken har under det senaste decenniet varit inriktad på ekonomiska styrmedel - samtidigt som man kan konstatera att mycket få politiska beslut fattats om att ta sådana styrmedel i anspråk.

Jag menar att fortsatt forskning som stöd för policyutformning i fråga om global klimatförändring bör vara mindre målstyrd och mer öppen för olika problemformuleringar och forskningsansatser. Det förefaller mig som om den tydligare borde inriktas på att öka förståelse av samband mellan miljö och säkerhet, globalt och regionalt. Verkningarna - empiriskt belagda eller prognosticerade - av klimatförändringar behöver studeras i en social kontext och infogas i en helhetsbild av vad miljöförändringar och deras förlopp innebär för människors möjligheter till någorlunda gott liv. Då behövs bl a studier av hur olika folkgrupper och näringssektorer i olika regioner på jordklotet kan drabbas av klimatförändringar, vilka möjligheter de har att anpassa sig till förändringarna och att utnyttja möjligheter som erbjuds, samt vilka begränsningar som hindrar en positiv utveckling. En del väsentliga globala och regionala problem är redan kända och kräver forsknings- och utvecklingsinsatser för att konstruera socialt acceptabla alternativa teknologier och utveckla gynnsam infrastruktur. Ett exempel på kända problem är de utsläpp av växthusgaser som den förutsedda dramatiska ökningen av världens bilpopulation i samband med utvecklingen i Öst- och Centraleuropa och Asien kommer att medföra. Andra problem återstår förmodligen att upptäcka.

Jag anser också att undersökningar av själva intressekonflikterna kring risken för global

klimatförändring är väsentliga för att olika parter ska kunna nå samförstånd om åtgärder. Ökad kunskap om olika intressenters hot- och framstegsbilder är ett steg i riktning mot att finna den minsta gemensamma nämnaren i intressekonflikter, inte bara i de salar där internationella miljöförhandlingar bedrivs. En intressentgrupp är olika länder. De strategiska val som t ex länder som Indien och Kina står inför vad gäller utvecklings- och miljöpolitik kommer att på avgörande sätt prägla utvecklingen, regionalt såväl som globalt. En annan intressentkrets är de samhällsägda eller privata företag som påverkar vilken teknologi som ska tillhandahållas och användas för transportväsende, energiproduktion och annan infrastruktur. Deras strategier för upphandling och försäljning kommer att avsevärt forma regional och global utveckling inför framtiden. Rollfördelningen mellan olika intressenter globalt, regionalt och lokalt och möjligheterna för olika grupper att medverka i strategiska miljöval är också betydelsefulla. Detta synes vara viktiga frågor för en nationell och internationell klimatiforskning som siktar till att skapa bättre underlag för policyutformning, inte minst i små, exportberoende, europeiska länder som Nederländerna och Sverige.

Källor

Douglas, Mary och Aaron Wildavsky. 1982. *Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers* (Berkeley: University of California Press).

Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. 1994. *Project Abstracts: October 1992*. Report No. 00-07 (Bilthoven:RIVM).

Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. 1994. *Main Features, Second Phase 1995-2000*. Report No. II-3 (Bilthoven:RIVM).

Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. 1994. *Programming Memorandum, Second Phase 1995-2000*. Report No. II-4 (Bilthoven:RIVM).

Ministry of Housing, Special Planning and Environment. 1994. *The Netherlands' National Environmental Policy Plan 2. The Environment: Today's Touchstone*. (The Hague: Ministry of Housing, Special Planning and Environment).

Ministry of Housing, Special Planning and Environment. 1994. *Netherlands' National Communication on Climate Change Policies* (The Hague: Ministry of Housing, Special Planning and Environment).

National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. 1994. *Climate Research in The Netherlands* (Bilthoven: RIVM).

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek. 1995. "Eindverslag en evaluatie van de ZWO/NOW Werkgemeenschap CO₂-problematiek 1985-1994." (Otryckt dokument).

Netherlands Organization for Scientific Research. 1994. *NWO Now* (The Hague: NWO).
Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. 199?. *Climate Research in the Netherlands* (Bilthoven:RIVM).

Netherlands, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, Ministry of Economic Affairs, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Ministry of Foreign Affairs and Development Cooperation, Ministry of Education and Sciences. 1994. *Netherlands' National Communication on Climate Change Policies: Prepared for the Conference of the Parties under the Framework Convention on Climate Change*. (The Hague: Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment).

Science Policy Associates, Inc. 1995. "Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. NRP Final Review. Conclusions on NRP Phase I and Recommendations for Phase II." (Otryckt dokument).

United Nations. 1993. *United Nations Framework Convention on Climate Change* (New York: United Nations).

Appendix 1.

Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP) fas I (1989-1994): Projektförteckning

Källa: Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. 1994. *Project Abstracts: October 1992*. Report No. 00-07 (Bilthoven:RIVM).

THEME A - THE SYSTEM

Subtheme water

- 850003 Phytoplankton and the oceanic carbon cycle; Emiliania Huxleyi as a model system; University of Leiden; P. Westbroek.
- 850005 VIERS-1 (Preparation Interpretation ERS-1) field experiment; W.A. Oost; Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).
- 850007 Variability of the North Atlantic Sea Surface Temperature; A. Kattenberg; Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).
- 850021 CO₂ exchange between ocean and atmosphere; H.J.W. de Baar; Netherlands Institute for Sea Research.
- 850025 Ocean circulation and climate; W.P.M. de Ruijter; Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Utrecht (RUU/IMAU).
- 850026 Air Sea Exchange of Dimethylsulphide (DMS); R. Guicherit; TNO Institute of Environmental Sciences (TNO-IMW).
- 850027 Water/atmosphere exchange of N₂O in marine systems; W. Helder; Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ).

Subtheme land

- 852069 Contribution to the international HAPEX-II-SAHEL project; H.A..R. de Bruin; Agricultural University Wageningen (LUW).
- 852077* Determination of soil-vegetation-atmosphere exchange at the landscape scale (10 km); the SLIMM project (Surface Layer Integration Measurements and Modelling); W. Klaassen; University of Groningen (RUG); Department of Physical Geography.
- 91-165* Fluxes of C and S containing trace gases in the atmosphere sediment interface in tidal zones; L.J. Stal; University of Amsterdam.
- 91-169* Effects of climatic change on the mineralisation of organic matter in a boreal ecosystem; N. van Breemen; Agricultural University Wageningen (LUW).
- 91-179* Determination of the fluxes of momentum, heat, water vapour and CO₂ in the surface layer on a regional scale; H.A.R. de Bruin; Agricultural University Wageningen.

Subtheme atmosphere

- 850018 Research into the Interaction between UV Radiation and Clouds Influence on Tropospheric Chemistry; P.J.H. Builtjes; Institute for Marine and Atmospheric research (RUU/IMAU).

- 850024 Dutch Participation in the International Network for the Detection of Stratospheric Change (NDSC); D.P.J. Swart; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 851050 Meteorological Aspects of Global Modelling of Atmospheric Chemistry (GLOMAC); H. Kelder; Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).
- 851058 Clouds-Radiation-Hydrolic interactions in a limited-area model; dr.G.J. Prangsmas (principle investigator drs. A.J. Feijt); Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).
- 852066 The role of aerosol of anthropogenic origin in the radiation balance of the atmosphere; H.M. ten Brink; Netherlands Energy Research Foundation (ECN).
- 852094 Measurement of tropospheric ozone and precursors; J.P. Beck; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 852094 Analysis and modelling of ozone concentrations over Europe.
- 852070 Application of a global 3-D model; J.P. Beck; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 852072 Application of 2-D global models; M.G.M. Roemer; TNO Institute of Environmental Sciences.
- 852082* ASGASEX (Air-Sea Gas Exchange Experiment); W.A. Oost; Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).
- 852087 Coordinated approach to the determination of the UV-B climate: spectral measurements, monitoring and modelling; H. Slaper (RIVM) / W.H. Slob (KNMI); National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).

Subtheme palaeo

- 850016 Land ice and sea level; J. Oerlemans; Institute for Marine and Atmospheric Research, Utrecht University (IMAU/RUU).
- 166* Estimating the magnitude of climate variability across deglaciations by modelling hydrographic variations in the Mediterranean Sea and Red Sea/Gulf of Aden; J.E. Meulenkaamp; University of Utrecht.
- 192* Quantitative modelling of neotectonic vertical motions of the lithosphere with implications for glaciations and global change; S.A.P.L. Cloetingh; Free University of Amsterdam (VU).
- 206* Palaeoclimate of tropical Africa and its relation to the paleo-oceanography of the south-eastern Atlantic; a high resolution study of ocean sediments; J.H.F. Jansen; Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ).

Subtheme diagnosis

- 850004** Computer Infrastructure KNMI; R. van Lier; Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).
- 850035** Climatic Scenarios; G.P. Konnen; Royal Netherlands Meteorological Institute.
- 91-177*** Non-linear dynamics of the equatorial ocean-atmosphere; H.A. Dijkstra; University of Utrecht (RUU); Institute of Marine and Atmospheric Research; Department of Physics and Astronomy.
- 852075*** Assimilation of wind wave data to produce global flux fields; P.A.E.M. Janssen; Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI).

THEME B - THE CAUSES

Subtheme CH₄

- 850008 Quantification of methane emissions due to natural gas losses and petroleum production; R.J. Nielen; IMET-TNO.
- 850009 The influence of soil parameters on the production and emission of methane in/by wet rice paddies; N. van Breemen; Agricultural University Wageningen (LUW).
- 850023 Greenhouse gases from landfills in The Netherlands; C. Verschut; (IMET-TNO).
- 852068 Programming study methane research; H.S.M.A. Dieren; Department of Environmental Chemistry, TNO Institute of Environmental Sciences (IMW-TNO).

Subtheme CO₂

- 852062 The seasonal cycle of the CO₂ exchange between atmosphere and vegetated surfaces; J. Goudriaan; Agricultural University Wageningen (LUW).
- 852063 Quantification of carbon fluxes in grassland; P.J. Kuikman; Institute for Soil Fertility Research (IB-DLO).
- 852065 A feasibility study for aircraft bases flux measurements of CO₂; W. Ruijgrok; KEMA.
- 852067 The development of a geographically explicit dynamic carbon cycle model; R. Leemans; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 852071 Quantification of carbon fluxes in Dutch forests (part I: Desk study); G.M.J. Mohren; Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO).
- 852076 Determining relative importance of sources and sinks of carbon dioxide using carbon isotope measurements; W.M. Kieskamp; Netherlands Energy Research Foundation (ECN).

Subtheme N₂O

- 850006 N₂O emission from fossil fuel combustion in power plants; H. Spoelstra; KEMA.
- 850012 Preliminary study on N₂O flux measurements; H.S.M.A. Dieren; Department of Environmental Chemistry, TNO Institute of Environmental Sciences (IMW-TNO).
- 850030 Investigation of the contribution of traffic to N₂O emissions both now and in the future; R. Bosman; TNO Institute of Environmental Sciences.
- 852073 Effects of fertilization and grazing on the N₂O emission from grassland; O. Oenema; Institute for Soil Fertility Research (NMI).

- 852074 Factors influencing the ratio N_2/N_2O as nitrate is removed from the soil by denitrifications; P.A. Leffelaar; Agricultural University Wageningen (LUW).
- 852078 The emission of N_2O from grassland; H.G. van Faassen; Institute for Soil Fertility Research (IB-DLO).
- 852079 Modelling of soil emissions of nitrous oxide for global studies; A.F. Bouwman; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).

Subtheme databases

- 850032 Proposal to set up a global emission database; J.J.M. Berdowski; TNO Division of Technology for Society (IMW-TNO).
- 851039 Geographic quantification of soil factors and soil processes that control fluxes of greenhouse gases (Currently used acronym: WISE, World Inventory of Soil factors and processes that control Emissions of greenhouse gases); E.M. Bridges / N.H. Batjes; International Soil Reference and Information Centre (ISRIC).
- 851060 Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR); phase 2: data collection and implementation; J.G.J. Olivier; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).

Subtheme socio economic causes

- 850019 Social Causes of the Greenhouse Effect and Emissions Inventories; R.J. Swart; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).

THEME C - THE CONSEQUENCES

Subtheme UV-B

- 850017 Influence of UV-B on the immune system and the related resistance to infections and tumors; H. van Loveren / F. de Gruyl; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM); Laboratory for Pathology.
- 850022 Effects of increased UV-B radiation on the competitive relationships between plant species in natural ecosystems; J. Rozema; Free University Amsterdam (VU); Department of Ecology and Ecotoxicology.
- 851054 Effects of increased UV-B radiation on structure and function of algal communities in different climatic zones: risks of a global decrease in stratospheric ozone; L. van Liere; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).

Subtheme land use terrestrial ecosystems

- 850010 The role of organic soil profiles in the effects of climate changes on the availability of water in woodland; W. Bouten; University of Amsterdam (UvA); Laboratory of Physical Geography and Soil Science.
- 850014 Phenological reactions of the main Dutch tree species to climate change described by a simulation of the annual cycle; G.M.J. Mohren; Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO).
- 850020 The interaction between atmospheric CO₂ concentration and environmental factors on the relation between photosynthesis, distribution of assimilates and development in three agricultural crops; A.H.C.M. Schapendonk; Centre for Agrobiological Research (CABO-DLO).
- 850029 Distribution of carbon over plant and soil compartments during the growth of perennial plants at elevated atmospheric CO₂-concentrations; A. Gorissen; Institute for Soil Fertility (IB-DLO).
- 851057 Potential impact of climatic changes on the ecology and distribution of malaria vectors; W. Takken; Agricultural University Wageningen (LUW); Department of Entomology.

Subtheme regional hydrology

- 850001 Impact of climate change on the discharge of the river Rhine; M.A.M. Mann; Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA).

- 850002 Influence of climate change on the sedimentation of the rivers Rhine and Meuse, especially on the embanked floodplains; H.J.A. Berendsen; University of Utrecht (RUU), Geographical Institute.
- 850015 Effect of increase of carbon dioxide on the water balance of the forested land surface; A.W.L. Veen; University of Groningen (RUG), Department of Physical Geography.
- 851041 Effect of climate challenge on groundwater and surface hydrology in the low-coastal regions of The Netherlands; P. Kabat / L.C.P.M. Stuyt; The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research (SC-DLO).
- 851059 The effects of climatic change on transport and sedimentation of suspended load of the rivers Rhine and Meuse in The Netherlands; H.J.A. Berendsen / J.H. van den Berg; University of Utrecht (RUU); Geographical Institute.
- 852089 The impact of temperature and rainfall changes on land degradation in source areas of the suspended sediment load of the Rhine; A.C. Imeson and F.J.P.M. Kwaad; University of Amsterdam (UvA); Laboratory of physical geography and soil science.

Subtheme Wadden

- 850011 Effects of an increased sea level rise on geomorphology and ecological functioning of the Wadden Sea; J.P.M. Mulder; Rijkswaterstaat Tidal Waters Division (RWS-DGW).
- 850033 Salt marshes and sea level rise: plant dynamics in relation to accretion processes and accretion enhancement techniques; J.H.J. Terwindt; State University of Utrecht (RUU); department of Physical Geography.
- 850034 Effects of climatic change on bird migration strategies; C.J. Smit; Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO).
- 851053 Winter temperature and reproductive success in bivalves living on tidal flats in Western Europe; J.J. Beukema; Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ).

THEME D - THE INTEGRATION

Subtheme model development

- 851037** IMAGE subproject: international applications; J.M. Alcamo; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 851040** IMAGE subproject: regionalization of the climate module of IMAGE; B.J. de Haan; J.M. Alcamo; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 851042** IMAGE core project; J.M. Alcamo; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 851044** IMAGE subproject: development of an integrated emissions model; A. Olivier; J.M. Alcamo; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 851045** IMAGE subproject: feedback mechanisms; J.M. Alcamo; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).
- 852080** Review of the IMAGE model; L. Hordijk; Agricultural University Wageningen (LUW); Centre for Environment Studies.
- 852083** Negotiating about greenhouse gas emissions: a policy exercise about global warming; H.J.M. de Vries; National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).

Subtheme regional hydrology

- 850001** Impact of climate change on the discharge of the river Rhine; M.A.M. Mann; Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA).

THEME E - SUSTAINABLE SOLUTIONS

Subtheme energy supply

- 850028 Energy and material use scenarios (EMS) for the limitation of emissions of CO₂ and other greenhouse gases; P.A. Okken; Netherlands Energy Research Foundation (ECN/ESC).
- 850031 Programming study theme E; E.H. Lysen; Lysen Consulting Engineer; Technical University Eindhoven (TU Eindhoven).
- 851043 Management of SOP CO₂ (SOP CO₂ means: Integrated research programmes on carbon dioxide removal and storage); P.W. Renaud; PME.
- 851046 Evaluation study of SOP CO₂ removal and storage; K. Blok; University of Utrecht (UU).
- 851047 CO₂ removal at energy intensive industries; K. Blok; University of Utrecht (UU).
- 851048 Investigations regarding the storage of carbon dioxide in aquifers in The Netherlands; F.C. Dufour; TNO Institute of Applied Geosciences (TNO-IGG).
- 851049 Definition and control of the boundary conditions of the system studies in the SOP-CO₂; L.J.M.J. Blomen / J.E. Hille; KTI Group.
- 852091 Anaerobic digesting processes as means to reduce emissions of greenhouse gases; G. Zeeman; Agricultural University Wageningen (LUW).

Subtheme energy material saving

- 852095 Energy Conservation and Investment Behaviour of Firms; J.B. Opschoor; Free University Amsterdam (VU): Department of Spatial and Environmental Economics.

Subtheme mobility and transport

- 850013 Attitudes and behaviours towards the environment; D. van Kreveld; Section of Social and Organisational Psychology (VSOP) and Interdisciplinary Social Scientific Research Institute (ISOR), both of the University of Utrecht (RUU).
- 852081 A behavioral analysis of private car use by households; J. Rouwendal; Agricultural University Wageningen (LUW).
- 852092 Environmentally relevant differences among car user groups and the effectiveness of policy measures; L. Hendrickx; State University of Groningen (RUG); Centre for Energy and Environmental.

Subtheme consumption and lifestyles

- 851038 Conditions for a moral code of moderation; J. Goudsblom; Graduate School for Social Science (University of Amsterdam).
- 852085 Analysis of the social significance, acceptability and feasibility of longterm low-energy/low-CO₂ scenarios for The Netherlands; W. Biesiot; University of Groningen (RUG); Centre for Energy and Environmental Studies (IVEM).
- 852086 Reduction of CO₂ emissions by lifestyle changes; W. Biesiot; University of Groningen (RUG); Centre for Energy and Environmental Studies (IVEM).

Subtheme economic and financial instruments

- 851051 The Feasibility of an Ecological Tax Reform in The Netherlands; J.G. Backhaus; State University of Limburg (RU Limburg); Faculty of Economics and Business Administration.
- 851052 Tradeable CO₂ emission permits; A. Nentjes; University of Groningen (RUG).
- 851055 Socio-economic aspects of the greenhouse effect: climate fund; H.M.A. Jansen; Free University/Institute for Environmental Studies (VU/IVM).
- 851061 Socio-economic aspects of the greenhouse effect: Applied General Equilibrium Model; H.M.A. Jansen; Free University; Institute for Environmental Studies (VU/IVM).

Subtheme international greenhouse policy/development cooperation

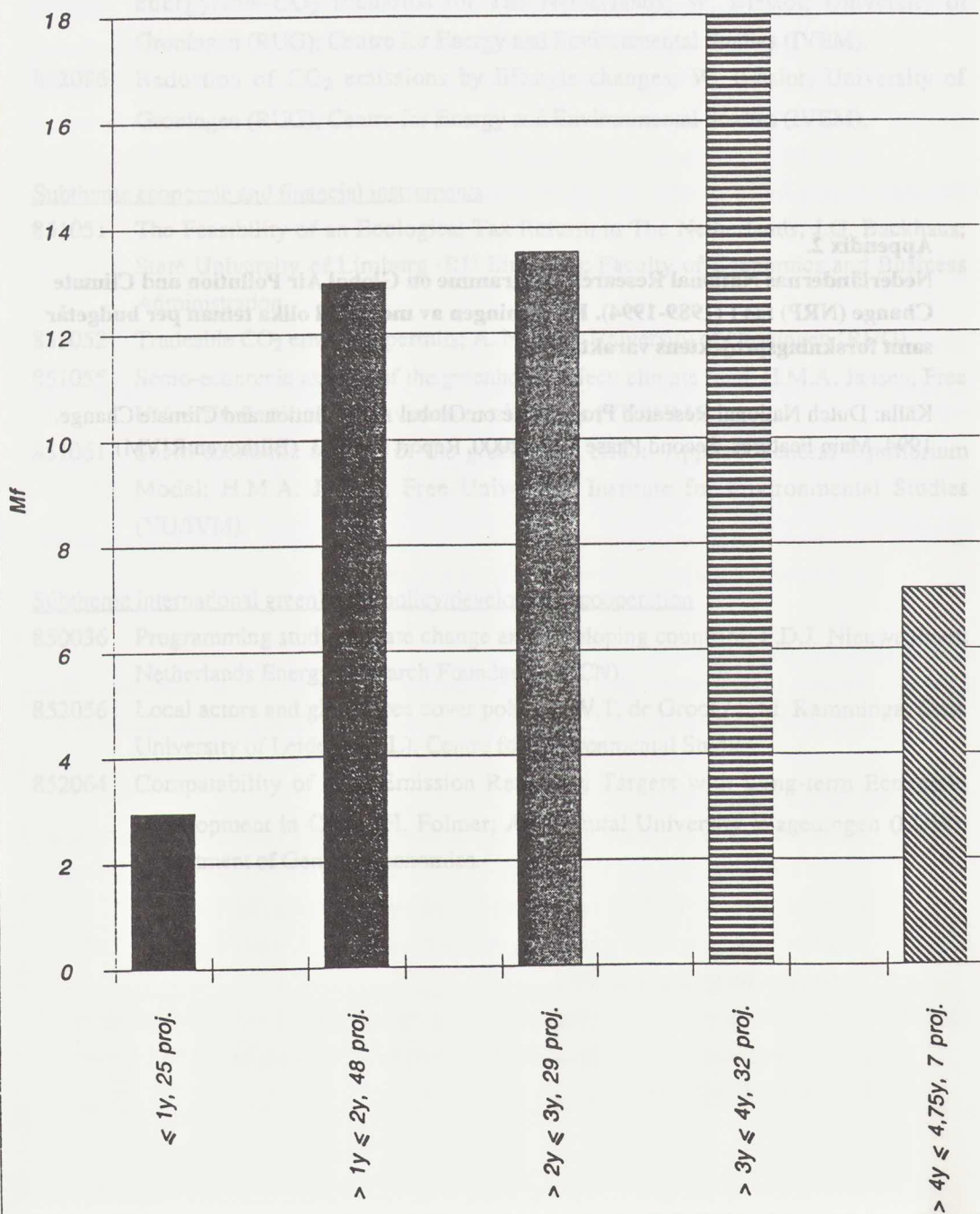
- 850036 Programming study climate change and developing countries; F.D.J. Nieuwenhout; Netherlands Energy Research Foundation (ECN).
- 852056 Local actors and global tree cover policies; W.T. de Groot / E.M. Kamminga; State University of Leiden (RUL); Centre for Environmental Studies.
- 852064 Compatability of CO₂ Emission Reduction Targets with Long-term Economic Development in China; H. Folmer; Agricultural University Wageningen (LUW); Department of General Economics.

Appendix 2.

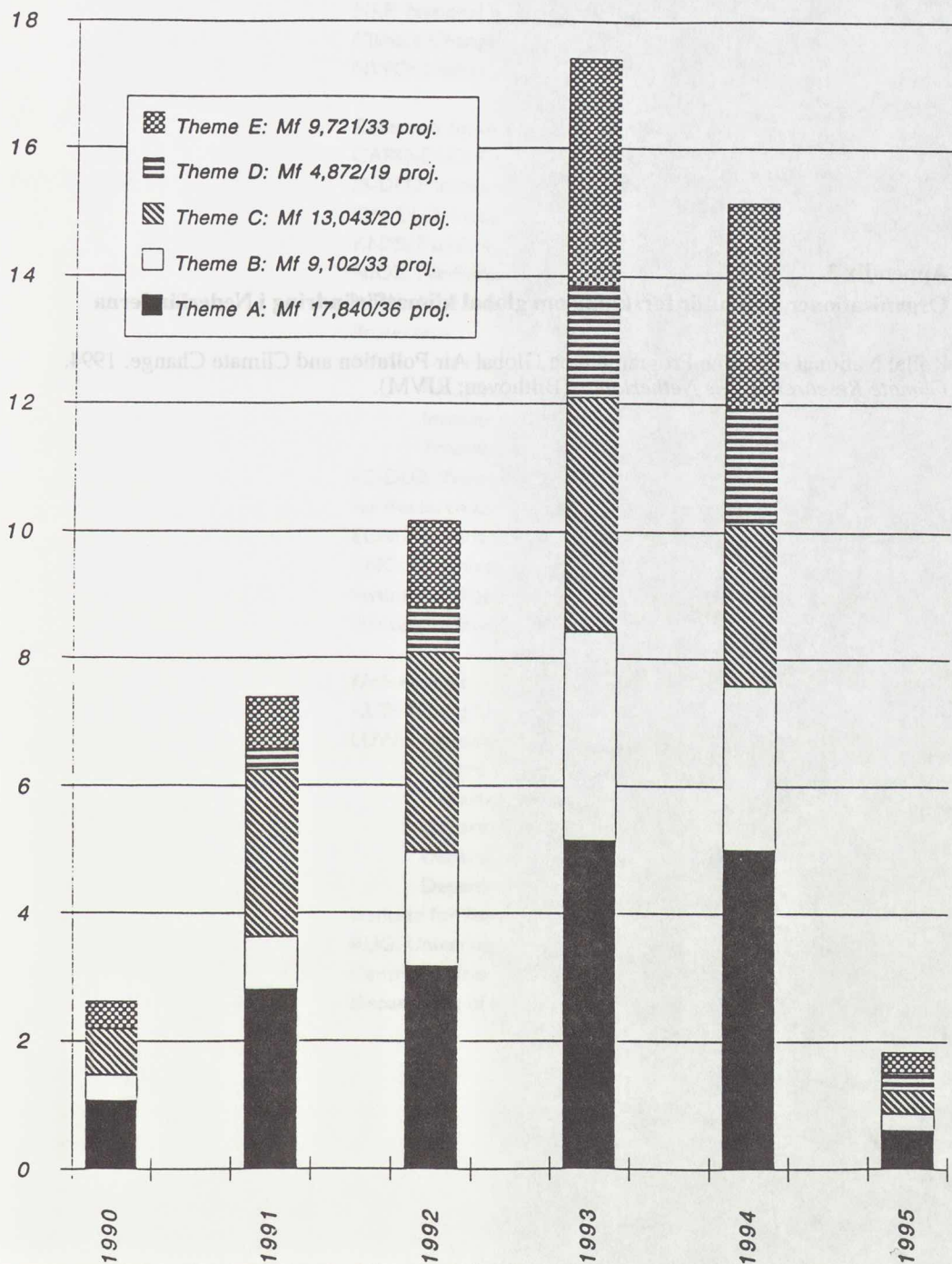
Nederländernas National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change (NRP) fas I (1989-1994). Fördelningen av medel till olika teman per budgetår samt forskningsprojektens varaktighet.

Källa: Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. 1994. Main Features, Second Phase 1995-2000. Report No. II-3 (Bilthoven:RIVM).

Duration of execution of NRP Phase I projects. Number of projects per category and contribution from the NRP. (Total Mf 54,578; 141 projects; 28 institutions), 27 April 1994.



Contractual commitments NRP Phase I. (Total Mf 54,578; 141 projects; 28 institutions) per year, per theme, 27 April 1994.



Dutch Research on Global Climate Change

List of Research Organisations

National Programme

NRP: National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change

NWO: Netherlands Organisation for Scientific Research

Research Institutes

CABO-DLO: Centre for Agrobiological Research

IB-DLO: Institute for Soil Fertility Research

IBN-DLO: Institute for Forestry and Nature Research

KNMI: Royal Netherlands Meteorological Institute

NIOZ: Netherlands Institute for Sea Research

RIVM: National Institute of Public Health and Environmental Protection

RWS: Department of Public Works and Water Management/
RIKZ Institute for Coast and Sea
Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA)

SC-DLO: Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research Large Technical Institutes

ECN: Netherlands Energy Research Foundation

TNO: Organization for Applied Scientific Research

Institute of Applied Geosciences (IGG)

Institute of Environmental Sciences (IMW)

Universities

KUB: Tilburg University

LUW: Agriculture University Wageningen

Centre for Environmental Studies

Department of Entomology

Department of General Economics

Department of Mathematics

Department of Soil Science and Geology

Institute for Soil and Fertility Research (NMI)

RUG: University of Groningen

Centre for Energy and Environmental Studies (IVEM)

Department of Physical Geography

Department of Social and Organizational Psychology

RUL: University of Leiden

Centre for Environmental Studies

E&M

RUU: University of Utrecht

Department of Science, Technology and Society (NW&S)

Department of Physical Geography

Institute for Marine and Atmospheric Research (IMAU)

Institute of Earth Sciences

Laboratory for Paleobotany and Palynology

Social and Organizational Psychology

TUD: Technical University of Delft

TUE: Technical University of Eindhoven

TUT: Technical University of Twente

UL: University of Limburg

Faculty of Economics and Business Administration

MERIT

UvA: University of Amsterdam

Graduate School for Social Science

Institute for Pre- and Prohistorical Archeology

Laboratory of Physical Geography and Soil Science

Social Geographic Institute

VU: Free University of Amsterdam

Department of Ecology and Ecotoxicology

Department of Spatial and Environmental Economics

Institute of Earth Sciences

Institute for Environmental Studies (IVM)

Other Organisations

Centre for Energy Conservation and Environmental Technology

Delft Hydraulics

International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)

KEMA

KTI Group

PME

Statens offentliga utredningar 1996

Kronologisk förteckning

1. Den nya gymnasieskolan – hur går det? U.
 2. Samverkansmönster i svensk forskningsfinansiering. U.
 3. Fritid i förändring.
Om kön och fördelning av fritidsresurser. C.
 4. Vem bestämmer vad? EU:s interna spelregler inför regeringskonferensen 1996. UD.
 5. Politikområden under lupp. Frågor om EU:s första pelare inför regeringskonferensen 1996. UD.
 6. Ett år med EU. Svenska statstjänstemäns erfarenheter av arbetet i EU. UD.
 7. Av vitalt intresse. EU:s utrikes- och säkerhetspolitik inför regeringskonferensen. UD.
 8. Batterierna – en laddad fråga. M.
 9. Om järnvägens trafikledning m.m. K.
 10. Forskning för vår vardag. C.
 11. EU-mopeden. Ålders- och behörighetskrav för två- och trehjuliga motorfordon. K.
 12. Kommuner och landsting med betalnings-svårigheter. Fi.
 13. Offentlig djurskyddstillsyn. Jo.
 14. Budgetlag – regeringens befogenheter på finansmaktens område. Fi.
 15. Union för både öst och väst. Politiska, rättsliga och ekonomiska aspekter av EU:s sjätte utvidgning. UD.
 16. Förankring och rättigheter. Om folkomröstningar, utträdesrätt, medborgarskap och mänskliga rättigheter i EU. UD.
 17. Bättre trafik med väginformatik. K.
 18. Totalförsvarspliktiga m95. Förslag om jobb/studier efter muck, bostadsbidrag, dagpenning, försäkringar. Fö.
 19. Sverige, EU och framtiden. EU 96-kommitténs bedömningar inför regeringskonferensen 1996. UD.
 20. Samordnad rollfördelning inom teknisk forskning. U.
 21. Reform och förändring. Organisation och verksamhet vid universitet och högskolor efter 1993 års universitets- och högskolereform. U.
 22. Inflytande på riktigt – Om elevers rätt till inflytande, delaktighet och ansvar. U.
 23. Kartläggning och analys av den offentliga sektorns upphandling av varor och tjänster med miljöpåverkan. N.
 24. Från Maastricht till Turin. Bakgrund och övriga EU-länders förslag och debatt inför regeringskonferensen 1996. UD.
 25. Från massmedia till multimedia – att digitalisera svensk television. Ku.
 26. Ny kurs i trafikpolitiken + Bilagor. K.
 27. En strategi för kunskapslyft och livslångt lärande. U.
 28. Det forskningspolitiska landskapet i Norden på 1990-talet. U.
 29. Forskning och Pengar. U.
 30. Borgenärsbrotten – en översyn av 11 kap. brottsbalken. Fi.
 31. Attityder och lagstiftning i samverkan + bilagedel. C.
 32. Möss och människor. Exempel på bra IT-användning bland barn och ungdomar. SB.
 33. Banverkets myndighetsroll m.m. K.
 34. Aktiv arbetsmarknadspolitik + expertbilaga. A.
 35. Kriminalunderrättelseregister DNA-register. Ju.
 36. Högskola i Malmö. U.
 37. Sveriges medverkan i FN:s familjeår. S.
 38. Nationalstadsparker. M.
 39. Rapport från klimatdelegationen 1995. Klimatrelaterad forskning. M.
-

Statens offentliga utredningar 1996

Systematisk förteckning

Statsrådsberedningen

Möss och människor. Exempel på bra IT-användning bland barn och ungdomar. [32]

Justitiedepartementet

Kriminalunderrättelseregister
DNA-register. [35]

Utrikesdepartementet

Vem bestämmer vad? EU:s interna spelregler inför regeringskonferensen 1996. [4]
Politikområden under lupp. Frågor om EU:s första pelare inför regeringskonferensen 1996. [5]
Ett år med EU. Svenska statstjänstemäns erfarenheter av arbetet i EU. [6]
Av vitalt intresse. EU:s utrikes- och säkerhetspolitik inför regeringskonferensen. [7]
Union för både öst och väst. Politiska, rättsliga och ekonomiska aspekter av EU:s sjätte utvidgning. [15]
Förankring och rättigheter. Om folkomröstningar, utträdesrätt, medborgarskap och mänskliga rättigheter i EU. [16]
Sverige, EU och framtiden. EU 96-kommitténs bedömningar inför regeringskonferensen 1996. [19]
Från Maastricht till Turin. Bakgrund och övriga EU-länders förslag och debatt inför regeringskonferensen 1996. [24]

Försvarsdepartementet

Totalförsvarspliktiga m95. Förslag om jobb/studier efter muck, bostadsbidrag, dagpenning, försäkringar. [18]

Socialdepartementet

Sveriges medverkan i FN:s familjeår. [37]

Kommunikationsdepartementet

Om järnvägens trafikledning m.m. [9]
EU-mopeden. Ålders- och behörighetskrav för två- och trehjuliga motorfordon. [11]
Bättre trafik med väginformatik. [17]
Ny kurs i trafikpolitiken + Bilagor. [26]
Banverkets myndighetsroll m.m. [33]

Finansdepartementet

Kommuner och landsting med betalnings-svårigheter. [12]
Budgetlag – regeringens befogenheter på finansmaktens område. [14]
Borgenärsbrotten – en översyn av 11 kap. brottsbalken. [30]

Utbildningsdepartementet

Den nya gymnasieskolan – hur går det? [1]
Samverkansmönster i svensk forskningsfinansiering. [2]
Samordnad rollfördelning inom teknisk forskning. [20]
Reform och förändring. Organisation och verksamhet vid universitet och högskolor efter 1993 års universitets- och högskolereform. [21]
Inflytande på riktigt – Om elevers rätt till inflytande, delaktighet och ansvar. [22]
En strategi för kunskapslyft och livslångt lärande. [27]
Det forskningspolitiska landskapet i Norden på 1990-talet. [28]
Forskning och Pengar. [29]
Högskola i Malmö. [36]

Jordbruksdepartementet

Offentlig djurskyddstillsyn. [13]

Arbetsmarknadsdepartementet

Aktiv arbetsmarknadspolitik + expertbilaga. [34]

Kulturdepartementet

Från massmedia till multimedia – att digitalisera svensk television. [25]

Näringsdepartementet

Kartläggning och analys av den offentliga sektorns upphandling av varor och tjänster med miljöpåverkan. [23]

Civildepartementet

Fritid i förändring.
Om kön och fördelning av fritidsresurser. [3]
Forskning för vår vardag. [10]
Attityder och lagstiftning i samverkan + bilagedel. [31]

Miljödepartementet

Batterierna – en laddad fråga. [8]
Nationalstadsparker. [38]
Rapport från klimatdelegationen 1995.
Klimatrelaterad forskning. [39]







Behovet av ökad kunskap inför hotet att klimatet förändras genom människans snabbt växande aktiviteter på jorden har medfört att klimatforskningen under senare år vuxit fram som ett mer vittomfattande begrepp. Det innefattar inte bara grundläggande naturvetenskaplig forskning om det globala klimatiska systemet och hur det kan påverkas av människan. Viktiga delar är också sökande efter vidgad kunskap om hur terrestra och marina ekosystem och vi människor skulle påverkas av en klimatförändring och de förändrade möjligheter att utnyttja naturens resurser som skulle följa i dess spår.

Forskning och finansiering av forskning om klimatfrågor är fördelade på många olika forskningsinstitutioner, forskningsråd och sektororgan. Det finns starka skäl att samordna klimatrelaterade forskningsinsatser inom olika områden, inte minst mot bakgrund av klimatproblematikens internationella karaktär och att frågan berör alla samhällssektorer. Även den åtgärdsinriktade forskningen bör samordnas med andra forskningsdiscipliner. Genom en sådan samordning skapas förutsättningar för en sammanhållande klimatpolitik. Klimatdelegationen, som är en statlig kommitté under Miljödepartementet, lämnar här i sin slutrapport förslag till prioriteringar och åtgärder för att främja samordning och tvärvetenskapliga insatser inom den klimatrelaterade forskningen.

FRITZES

POSTADRESS: 106 47 STOCKHOLM
FAX 08-205021, TELEFON 08-6909190

ISBN 91-38-20209-3
ISSN 0375-250X