

Meteorologi på reise

Veivalg og impulser i Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtofts
forskerkarrierer

Thorleif Aass Kristiansen



Avhandling for graden philosophiae doctor (ph.d)
ved Universitetet i Bergen

2017

Dato for disputas: 13. januar 2017

© Copyright Thorleif Aass Kristiansen

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndverkslovens bestemmelser.

År: 2017

Tittel: Meteorologi på reise

Veivalg og impulser i Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtofts forskerkarrierer

Forfatter: Thorleif Aass Kristiansen

Trykk: AIT Bjerch AS / Universitetet i Bergen



Disputasdato:

13. januar 2017

Veiledere:

Astri Andresen (hovedveileder)
Universitetet i Bergen

Robert Marc Friedman (biveileder)
Universitetet i Oslo

Opponent:

Christer Nordlund
Umeå universitet

Matthias Heymann
Aarhus Universitet

Komitéleder

Svein Atle Skålevåg
Universitetet i Bergen

Abstract

This dissertation examines the scientific careers of the Norwegian meteorologists Arnt Eliassen (1915–2000) and Ragnar Fjørtoft (1913–1998). Through six chapters, different stages in their careers are analyzed, beginning with their time as students during the politically tense 1930s and their scientific upbringing in the wake of the Bergen school of meteorology, and ending in the 1960s, when they were both established in senior positions: Eliassen as a professor at the University of Oslo and Fjørtoft as director of the Norwegian Meteorological Institute. During these years, Eliassen and Fjørtoft were constantly on the move, working and conducting research at various institutions in Norway, other Scandinavian countries, and the US, while trying to build careers as scientists.

By focusing on their interactions with researchers in many countries, as well as drawing upon correspondence, publications and other documentation, I explore three themes in particular. First, I investigate Eliassen and Fjørtoft's scientific travels. How did their respective travels and engagements impact the exchange of ideas, practices and technology between the scientific milieus they visited? More broadly, this scientific migration is related to networks, teamwork and the circulation of knowledge, important topics in the history of science.

Second, through the cases of Eliassen, Fjørtoft and their networks, I illuminate some of the many ways researchers may leave their mark on their scientific disciplines. In addition to producing academic research, scientists must adapt to expectations and their surroundings. I show how Eliassen and Fjørtoft, as well as other scientists, employed a variety of strategies in order to reach their personal and institutional goals. Sometimes their personal and professional lives conflicted; due to strong ties to Norway, neither Eliassen nor Fjørtoft accepted permanent positions at prestigious American research institutions.

Third, I examine what Eliassen and Fjørtoft are mostly known for, their critical role in the early breakthroughs of numerical weather prediction in the 1940s and 1950s. Although historical accounts of numerical weather prediction note the seminal contributions of Norwegian meteorologists, this is the first detailed analysis of their work.

While Norwegian meteorologists brought their expertise abroad, my dissertation also investigates how the new insights gained abroad were imported back home to Norway, as

well as the attempt to introduce new styles of research and actual know-how in the Norwegian context of resources, institutional cultures, and expectations. Eliassen and Fjørtoft realized that the resources and manpower necessary to pursue big science were not present in post-war Norway; hence they mostly focused on non-numerical meteorology, often within the framework of the theoretical Oslo school of hydrodynamics. Also, Fjørtoft invented an ingenious, but impractical, graphical alternative to computer generated forecasts. At the same time they continued to contribute to the development of numerical weather prediction in other countries. I argue that when Eliassen and Fjørtoft had the opportunity, they took part in large, expensive projects and contributed towards the overall goals of the ruling research programs. At other times, when the resources—economical, institutional and personal—were harder to come by, they were happy to work with theoretical research that did not require substantial resources.

In 1961, Ragnar Fjørtoft was responsible for the acquisition of the first electronic computer by the Norwegian meteorological institute. However, although the machine became the core of the research at the institute, this did not lead to an immediate breakthrough of numerical weather prediction in Norway. The real breakthrough occurred later, starting in the 1970s, and was mostly driven by programmers and computer engineers.

Forord

I arbeidet som har ledet fram mot denne teksten, har jeg møtt mye velvilje. Mange har hjulpet meg. Først og fremst vil jeg rette en stor takk til mine veiledere. Hovedveileder Astri Andresen har vært svært forståelsesfull og tålmodig, og hun har i alle prosjektets faser gitt konstruktive og glupe kommentarer. Biveileder Robert Marc Friedman har sørget for en kontinuerlig strøm av entusiasme og kunnskap, og jeg er spesielt takknemlig for hans helhjertede støtte til prosjektet hele veien. Tusen takk, begge to!

Arbeidet med avhandlingen har inngått i *Meteorologiens historie i Norge*, et samarbeid mellom Meteorologisk institutt og Institutt for arkeologi, historie, kultur- og religionsvitenskap ved Universitetet i Bergen. Takk til de øvrige historikerne på prosjektet: Gunnar Ellingsen, Yngve Nilsen og Magnus Vollset, og dessuten Svein Atle Skålevåg, for nyttige innspill, givende diskusjoner og utstrakt hjelp med kilder. Takk til Anton Eliassen og Heidi Lippestad fra Meteorologisk institutt for all hjelp og støtte – både moralsk og økonomisk. En spesiell takk til Anton for å ha gitt meg tilgang til sin fars faglige papirer.

Tidligere versjoner av avhandlingen har blitt lagt fram på seminarer i forskergruppa Helse-, velferd- og vitenskapshistorie. Takk til alle derfra for tilbakemeldinger og for å ha delt sine egne arbeid og erfaringer. Jeg vil takke Peder Roberts, som kom fra Stockholm for å delta på sluttseminaret mitt, og ga positive og oppløftende innspill. Takk også for hans gjestfrihet da jeg besøkte Kungliga tekniska högskolan i Stockholm.

En stor takk og hilsen til alle ved Department of the History of Science ved Harvard University, der jeg var så heldig å få tilbringe studieåret 2014/15. Under oppholdet hadde jeg stor glede av samtaler og diskusjoner med mange personer, men jeg vil trekke fram Dani Hallett, Andrew Inkpen, Naomi Oreskes og i særdeleshet Felix Lüttge. Takk også til min alle tiders roommate Dami Animashaun. Norge-Amerikaforeningen/American Scandinavian Foundation, Meteorologihistorieprosjektet og AHKR ga kjærkommen økonomisk støtte til oppholdet.

Avhandlingen kunne ikke blitt til uten hjelp fra arkivarer som har sporet opp brev og andre kilder. Jeg har ikke oversikt over alle som har gjort en innsats, men jeg kan i hvert fall nevne samtlige ved MIT-arkivet, Nina Korbu (Nasjonalbiblioteket), Kate Legg (NCAR), Arvid

Nelsen (Charles Babbage Institute), Thomas Notthoff (Archiv der Max-Planck-Gesellschaft), Heather Smedberg (UC San Diego), Ola Søndena (Spesialsamlingene) og Kjersti Åberg (Arbark). Dessuten må Anne Vaalund takkes for hjelp med bilder og tips om interessante personer å snakke med, og Terje Restad for innsyn i papirene på Geofysisk institutt. Takk også til Kari Normo og de andre i bibliotekstjenestene ved universitetet.

Det har vært en glede, både personlig og for prosjektet, å komme i kontakt med personer som kjente menneskene jeg har skrevet om. Anton Eliassen er allerede nevnt, men takk også til Jørgen Eliassen, Inge Fjørtoft, Kari Fjørtoft og Klaus Høiland for å ha tatt seg tid til å treffe meg, og for å ha delt gamle papirer og bilder. Takk til Anne og Tore Kamsvaag for tillatelse til å sitere deres bestefar Jacob Bjerknes' korrespondanse. Takk til Arne Foldvik, Trond Iversen, Per Jacobsen, Sofus Linge Lystad og Joseph Tribbia for hyggelige samtaler, som har gitt innblikk i tidligere tiders vitenskapelige virksomhet.

Takk til det spesielt trivelige stipendiatmiljøet ved AHKR. I løpet av min tid ved instituttet har Dunja Blazevic, Harald Bokn, Bruno Costa, Åsmund Gjerde, Rune Hornnes, Karine Jansen, Runar Jordåen, Synnøve Lindtner, Terje Moseng, Thomas Slettebø, Pål Svenungsen, Bjørnar Vik og Eyvind York sørget for kaffe, skravling og avsporinger. Både Synnøve og Åsmund har vært godt selskap på kontoret, Thomas gjorde det til en fornøyelse å jobbe utover kveldene sist høst, Terje har vært gjestfriheten selv og Eyvind har bestandig sørget for god stemning.

Heldigvis har jeg dessuten nytt godt av oppbakking fra familie og venner. Takk til min bror, Frode, som tydeligvis ikke har noen grenser i sitt interessefelt, og som har brukt mye av sin tid til å diskutere meteorologihistorie med meg. Takk til mine søstre, Arnhild og Øygunn, og dessuten Brage, Eline, Magnus og Sondre, som heldigvis ikke har villet diskutere meteorologihistorie. Takk til mine foreldre for støtte og for korrekturlesning i slutfasen.

Venn og kollega Knut Aukland fortjener en stor takk for sine mange inspirerende innspill til prosjektet og sitt smittende humør. Tusen takk til Kristin Isdal Selmer for blant annet verdifulle kommentarer til innledningen. Til slutt vil jeg takke alle venner som hver på sin måte har vært der under mine lange og korte vitenskapelige reiser de siste årene. Mange er nevnt allerede, og det er nok enda flere, men takk uansett til Aner, Eirik, Fredrik, Geirmund, Karl Ingar, Jo, Jonas, Kjetil, Lars, Magnus, Oda, Sebastian, Stefan, Torbjørn og Vilde.

Innhold

ABSTRACT	III
FORORD	V
INNHold	VII
1. INNLEDNING	1
METEOROLOGISK LITTERATUR.....	2
Å SKRIVE VITENSKAPSHISTORIE.....	9
AVHANDLINGENS OPPBYGNING.....	14
KILDER.....	15
2. I SKYGGEN AV BERGENSSKOLEN	19
MOT DAG.....	20
UT I NATUREN.....	24
VILHELM BJERKNES OG SIRKULASJONSSATSEN.....	26
BERGENSSKOLEN.....	28
VILHELM BJERKNES OG KULTURPOLITIKKEN.....	32
AMERIKANSKE PENGER.....	34
ROSSELANDS INSTITUTT.....	35
DIFFERENSIALANALYSATOREN.....	38
OSLOSKOLEN: TILBAKE TIL RØTTENE.....	40
FORSKNINGSFRONTEN FLYTTER VESTOVER – CARL-GUSTAF ROSSBY.....	43
HJERNEFLUKT.....	47
HVA BLE IGJEN I NORGE?.....	51
REINT FOR MYE FOR EN ENKELT MANN.....	53

DET METEOROLOGISKE LABORATORIEKURS.....	55
EN VITENSKAPSMANN BLIR TIL	57
KODEGRUPPE 2.....	60
DEN SVARTHÅRETE METEOROLOGEN.....	61
GODSKE ENDRER METEOROLOGIEN I BERGEN.....	63
I SKYGGEN AV BERGENSSKOLEN.....	65
3. «TRAVELS WITH CHARNEY»	68
FORSKNINGSPOLITIKKEN (KAMPEN OM RESSURSENE)	69
RIKSVÆRVARSLINGSSJEFEN	72
ELIASSEN VIL DRIVE NUMERISK VÆRVARSLING.....	73
FJØRTOFT SØKER SEG BORT FRA BERGEN	76
VITENSKAPELIG NYBYGGERLIV	79
JULE CHARNEY	80
BAROKLINITET OG BAROTROPI.....	81
MOT STRØMMEN.....	83
STOPP I CHICAGO	85
TO AMERIKANERE I NORGE.....	88
SAMTIDIGE OPPDAGELSER.....	90
NUMERISKE FORBEREDELSE.....	93
ELIASSEN BLIR REKRUTTERT TIL PRINCETON	96
HVEM TRAKK EGENTLIG I TRÅDENE?	99
4. AMERIKA	101
INSTITUTE FOR ADVANCED STUDY	101
KUNNE REGNEMASKINENE ANVENDES PÅ VÆRET?	103

METEOROLOGIPROSJEKTET KOMMER I GANG.....	104
CHICAGO-SKOLEN.....	106
«THE PROJECT»	109
FORENKLINGER	111
LIVET PÅ INSTITUTTET	113
SIDESPOR.....	114
«HUMAN COMPUTERS».....	116
ELIASSEN TIL LOS ANGELES	117
FJØRTOFT TIL PRINCETON.....	119
FJØRTOFT OG MCCARTHYTIDEN.....	123
ENIAC-EKSPERIMENTET	126
CHICAGO, WASHINGTON OG LOS ANGELES	131
HJERNEKRAFT	134
5. HJEMKOMSTENE	136
HUSEBYGREDA.....	136
FAST STILLING TIL ELIASSEN, TAKK!	138
Å SLIPPE HYDRODYNAMIKKEN INN GJENNOM BAKVEIEN	142
TØRKESOMMER OG GRUNNFORSKNING.....	144
UTVALGET BLIR ET METEOROLOGISK FORSKNINGSINSTITUTT	150
US AIR FORCE VIL STØTTE NORSK METEOROLOGI?	152
FORSPILTE MULIGHETER?	157
ELIASSEN REISER TIL STOCKHOLM.....	160
HVA ARBEIDET DE MED?	164
HØILANDS INSTITUTT.....	166

KUNSTIG NEDBØR	172
FAST STILLING OG NYTT TILBUD FRA USA	179
ELIASSEN BLIR ENGASJERT I INTERNASJONALT ARBEID	182
NYTT SYN PÅ AMERIKAOPPHOLD	184
KUNNSKAPSSTRØM OVER HINDER	190
6. FJØRTOFTS METODE	195
DOKTOR FJØRTOFT	196
FJØRTOFTS GRAFISKE METODE	199
HVORDAN VIRKET DEN GRAFISKE METODEN?	200
INTERNASJONAL PUBLISERING	202
DET DANSKE PROFESSORATET I METEOROLOGI	206
SVERRE PETERSSSENS RAKE MOTSETNING	215
FJØRTOFTS VIRKE SOM PROFESSOR	217
FJØRTOFTS ANDRE PRINCETON-OPPHOLD	221
BLE FJØRTOFTS METODE BRUKT?	225
FJØRTOFT SØKER SEG BORT FRA DANMARK	229
NY DIREKTØR FOR METEOROLOGISK INSTITUTT	231
GRAFISK OG VITENSKAPELIG METODE	236
7. Å BLI DUS MED REGNEMASKINENE	240
REGNEMASKINENS INNTOG	241
TESTEKONTORET	244
DISIPLINUTVIKLINGEN UTE OG HJEMME	247
FJELLBØLGER	250
PROFESSOR ELIASSEN	251

NYE FASER	252
NETTVERK TIL VÆRVARSLING	253
FACIT PÅ VÆRET	255
REGNEMASKINER VED UNIVERSITETENE	261
STATISTISK VÆRVARSLING	262
INSTITUTT FOR VÆR- OG KLIMAFORSKNING LEGGES NED	269
ELIASSEN I NYE KONSTELLASJONER	271
ELIASSENS MANGLENDE NATO-ENGASJEMENT	276
ENDELIG ETABLERT	280
8. KONKLUSJON	284
FORSKERMIGRASJON	285
STRATEGI OG TILPASNING	287
NUMERISK VÆRVARSLING	288
Å DRIVE VITENSKAP I EN OVERGANGSPERIODE	289
KILDER OG LITTERATUR	294
ARKIVKILDER	294
AVISER	295
ÅRSBERETNINGER	295
INTERVJUER	296
TRYKTE KILDER OG LITTERATUR	297

1. Innledning

I 1948 og 1949 tilbrakte den norske meteorologen Arnt Eliassen 13 måneder ved Institute for Advanced Study i den amerikanske universitetsbyen Princeton. Han var blitt invitert av den berømte matematikeren John von Neumann til å delta i et forskningsprosjekt som forsøkte å utarbeide værvarsler ved hjelp av datamaskiner. Da Eliassens engasjement i Princeton var omme, ble han erstattet av sin gode venn og meteorologkollega, Ragnar Fjørtoft. Både Eliassen og Fjørtoft ga avgjørende bidrag til prosjektet i Princeton, et prosjekt som senere skulle vise seg å være banebrytende, ikke bare for meteorologi, men også for utviklingen av datamaskiner generelt. De norske forskerne hadde også senere flere opphold i USA, der de fortsatte å bidra til utviklingen av numerisk værvarsling. Med tiden havnet de i sentrale posisjoner i Norge. Fjørtoft ble direktør for Meteorologisk institutt i 1955, og Eliassen fikk i 1958 et personlig professorat i geofysikk ved Universitetet i Oslo.

Eliassen og Fjørtoft ble begge oppfostret i den vitenskapelige tradisjonen som gjorde Norge til en meteorologisk stormakt. Vilhelm Bjerknes og Bergensskolens program for værvarsling spredte seg på 1920- og 1930-tallet ut over hele verden. Etter andre verdenskrig oppsto imidlertid en ny virkelighet for meteorologien, med nye teknologiske verktøy og nye krav til værvarslingstjenestene. Samtidig ble meteorologi i økende grad et internasjonalt felt. Norske meteorologer som ønsket å opprettholde nasjonens dominerende posisjon innen vitenskapen, måtte ta til seg utenlandske impulser og tilpasse dem etter hjemlige interesser.

Denne avhandlingen handler om Eliassen og Fjørtofts forskeropphold i USA og om hva som skjedde da de kom hjem igjen. Den handler om hvorfor akkurat disse to ble håndplukket til dette oppdraget og måtene de forvaltet sine erfaringer på i årene som fulgte. Avhandlingen viser hvordan mennesker brakte vitenskapelig kunnskap, i dette tilfelle meteorologi, fra ett miljø til et annet. Og den analyserer ulike sider ved det å være forsker, for eksempel hvordan en forskerkarriere kan bli til og hvordan forskere må tilpasse seg omgivelser og forventninger.

Arbeidet har sentrert seg rundt tre hovedspørsmål. Det første er hvilken innvirkning Eliassen og Fjørtofts mange reiser fram og tilbake mellom Norge og USA og andre skandinaviske land i etterkrigsårene fikk på den vitenskapelige utvikling i disse miljøene. Andre

verdenskrig kuttet bånd mellom forskere i ulike land som derfor arbeidet flere år i isolasjon fra hverandre. Da Eliassen og Fjørtofts reiser fant sted, var tiden derfor overmoden for kontakt og kommunikasjon på tvers av landegrensener. De to ambisiøse meteorologene hadde flere ulike typer engasjementer i andre land, men vendte alltid tilbake til Norge. Dermed har det også vært naturlig å studere i hvilken grad de maktet å bringe teknologi, kunnskap og ekspertise hjem, og helt konkret hvilke følger de vitenskapelige reisene ga for deres karrierer.

For det andre har jeg vært opptatt av hvordan enkeltforskere kan prege vitenskapelig utvikling. Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft har åpenbart satt spor etter seg i meteorologisk forskning. Men å redusere analysen av deres karrierer til en gjennomgang av vitenskapelig produksjon, er å overse de mange personlige valg som ligger bak forskeres gjerning. Derfor har jeg utforsket strategiene Eliassen og Fjørtoft har anvendt for å nå sine vitenskapelige mål, og jeg viser hvordan de har måttet tilpasse seg omgivelser og forventninger.

Det tredje spørsmålet er i hvilken grad Eliassen og Fjørtoft kan sies å ha innført numerisk værvarsling til Norge. Min opprinnelige plan var å kartlegge hvordan numerisk værvarsling ble del av norsk meteorologi. Det beste stedet å begynne var da å utforske Eliassen og Fjørtofts karrierer, siden det er kjent at de to ga fundamentale bidrag til numerisk værvarsling internasjonalt, samtidig som det er mer uklart hva de gjorde for å fremme denne grenen av meteorologi i Norge. Det er imidlertid både vanskelig og kunstig å avgrense deres arbeid med numerisk værvarsling fra alt det andre de arbeidet med. Spørsmålet henger dessuten sammen med en rekke andre forhold det er verdt å utforske, slik som hva det var mulig å gjennomføre på denne tiden, og hvor avgjørende numerisk værvarsling egentlig var.

Meteorologisk litteratur

Tidligere historieskrivning om norsk meteorologi har i all hovedsak dreid seg om Vilhelm Bjerknes og Bergenskolen. Det har manglet en analyse av perioden post-Bjerknes. Denne perioden var en tid med store omveltninger innen norsk og internasjonal meteorologi. De viktigste årsakene til omveltningene var værvarslingens betydning for krigsmaktene, forbedret tilgang til værdata, økt flytrafikk og utviklingen av regnemaskiner. Hvordan Bergenskolen tradisjoner ble videreført i møte med teknologiendringer og stort tilfang av kunnskap etter andre verdenskrig har ikke blitt studert inngående tidligere. Og selv om Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft er velkjente og respekterte innen norsk og internasjonal

meteorologi, finnes det ingen detaljert analyse av arbeidet deres. I framstillingen min trekker jeg imidlertid inn elementer fra flere verdifulle bidrag, som på hver sin måte kommer inn på temaet norsk etterkrigsmeteorologi.

Meteorologisk institutt ble formelt utskilt fra universitetet i Oslo i 1909, men meteorologien fortsatte å eksistere som disiplin ved universitetet og har blitt omtalt i institusjonens jubileumsverk. I *Universitetet i Oslo 1911–1961*, utgitt i forbindelse med 150-årsjubileet i 1961, blir de ulike fagenes historie presentert kronologisk. Kapitlet om Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet er signert Aadne Ore og Ove Arboe Høeg, men forfatterne opplyser om at det er professorene Halvor Solberg og Arnt Eliassen som i all hovedsak står bak avsnittet «Geofysikken».¹ Geofysikkfagene meteorologi, nordlysforskning, oseanografi og den faste jords fysikk blir altså presentert samlet av de to sentrale utøverne Solberg og Eliassen. I skildringene av etterkrigsårene går forfatterne inn på meteorologiinstituttets økonomiske bekymringer, og de nevner det berikende tilskuddet vitenskapsakademiets institutt for vær- og klimaforskning hadde gitt forskningsmiljøet.² Eliassen og fysikeren Einar Høiland blir trukket fram som representanter for de stolte teoretisk-hydrodynamiske tradisjonene etter Vilhelm Bjerknes.³ Det er altså kontinuiteten i den vitenskapelige virksomheten under skiftende betingelser som blir vektlagt av forfatterne.

I Universitetet i Oslos jubileumsverk i anledning 200-årsdagen i 2011 har bindet om perioden 1945–1975 fått tittelen *Den store transformasjonen*.⁴ Med tittelen henspiller forfatterne Fredrik Thue og Kim Helsvig på de mange omfattende endringene universitetet gjennomgikk etter krigen; viktigst var naturligvis den markante økningen i studentantallet. Meteorologi er ikke det mest omtalte universitetsfaget i denne boka, men viktige aktører som inngikk i transformasjonene, blir trukket fram i ulike sammenhenger. Eliassen og Fjørtofts var blant disse, og deres gode forbindelser med meteorologiprojektet i Princeton blir omtalt som en av mange kontakter universitetets naturvitenskapsmenn knyttet med amerikanske forskningsmiljøer. Andre forskere forfatterne nevner er Odd Hassel, Svein Rosseland, Harald

¹ Aadne Ore og Ove Arboe Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», i *Universitetet i Oslo 1911–1961* (Oslo: Universitetsforlaget, 1961), 475.

² Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 534–535.

³ Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 492, 509, 534.

Ulrik Sverdrup, Tom Barth og Per Fredrik Scholander.⁵ Selv om hver enkelt vitenskapsmann som reiste ut var drevet av personlige motiver og gjorde seg individuelle erfaringer, uttrykker alle disse eksemplene en klar tendens: Norsk vitenskap etter andre verdenskrig orienterte seg mot USA. De mange Amerika-kontaktene fikk ringvirkninger for finansiering av norsk forskning, innføring av teknologi og for reformering av studieordningen ved universitetene.

Thue og Helsvig gjør et poeng av at hjemvendte vitenskapsmenn med høy stjerne utenlands ikke fikk eller skapte sterke miljøer rundt seg og sin forskning. I stedet ble de administratorer hjemme i Norge og skaffet andre forskere innpass i utenlandske miljøer.⁶ Forfatterne skriver blant annet at «de ambisiøse visjonene» mislyktes, spesielt Svein Rosselands tanke om at grunnforskning skulle være en drivkraft for nasjonale framskritt.⁷ Rosselands utfordringer innen norsk astrofysisk forskning er tidligere tatt opp av Ole Anders Røberg,⁸ men som jeg skal vise spilte Rosseland også en birolle i utviklingen av meteorologisk forskning.

Oversiktsverket gir oss glimt av norske naturviteres hjemkomster og deres forutsetninger for å føre utenlandsk forskning videre. Dette er temaer jeg ser nærmere på. Thue og Helsvig går ikke i dybden på årsakene til at det ikke oppsto Amerika-inspirerte kraftsentre ved Universitetet i Oslo, eller hva det egentlig innebærer at ambisiøse visjoner feilet. De kommer ikke inn på hvorvidt eventuelle tapte muligheter der og da ble opplevd nettopp slik – som tapte muligheter. Gjennom min analyse og mine eksempler viser jeg at det langt fra var noen automatikk i at avansert utenlandsk forskning kunne gjenskapes i Norge. Dette er samme konklusjon som Helsvig og Thue forsiktig har antydnet. Jeg peker dessuten på at det ikke bestandig forelå et ønske om store omveltninger i forskningen. Ikke alt som senere er definert som framskritt, ble oppfattet slik i samtiden.

Når norske meteorologer har skrevet sin egen historie, karakteriseres gjerne etterkrigsårene som en tid der meteorologiprofesjonen vokste som følge av større krav til

⁴ Fredrik W. Thue og Kim G. Helsvig, *Universitetet i Oslo 1811–2011: 1945–1975: Den store transformasjonen* (Oslo: Unipub, 2011).

⁵ Thue og Helsvig, *1945–1975: Den store transformasjonen*, 111–112.

⁶ Thue og Helsvig, *1945–1975: Den store transformasjonen*, 104.

⁷ Thue og Helsvig, *1945–1975: Den store transformasjonen*, 113.

⁸ Ole Anders Røberg, «"Vitenskap i krig og fred": astrofysikeren Svein Rosseland i norsk forskningspolitikk 1945-1965», hovedoppgave i historie ved Universitetet i Oslo, 2000.

værvarslingstjenestene. Hva angår meteorologisk vitenskap, betegnes perioden som en brytningstid. De norske forskningstradisjonene ble supplert av ny forskning som delvis erstattet og delvis satte Bergenskolen sine ideer «inn i en større sammenheng».⁹ Norske forskere, både hjemme og i eksil, tok del i den vitenskapelige utviklingen.

Meteorologisk institutts bok til 100-årsjubileet i 1966 ble utgitt mens Ragnar Fjørtoft var direktør. Boka er ikke stramt redigert og inneholder bidrag om flere aspekter av meteorologien. Fjørtoft sto bak et kapittel der han drøftet forholdet mellom vitenskap, disiplin og organisasjon.¹⁰ Kapitlet trekker enkelte historiske linjer og gir innganger til å analysere samspillet mellom meteorologien og samfunnet. Spesielt interessant er Fjørtofts eget syn på elementene som måtte være på plass for å bringe værvarslene ut til folket: godt observasjonsnett, innsikt i atmosfærens fysikk og anvendbare matematiske metoder. Alle disse elementene gjennomgikk store endringer i de delene av Fjørtofts karriere jeg studerer. Ellers i boka gis datidens framgangsmåter for å utarbeide værvarslere god plass, mens beretningen om institusjonens historie peker framover mot tidspunktet boka er skrevet. Det er som om utviklingen av meteorologiens historie var fullendt i 1966.

En festskriftartikkel om norsk meteorologihistorie skrevet av meteorologen Trond Iversen har vært et meget godt utgangspunkt for å studere de vitenskapelige tradisjoner Eliassen og Fjørtoft inngikk i.¹¹ Artikkelen fra 1996 har et forfriskende historisk perspektiv der etterkrigsårene blir tildelt like stor plass som Bjerknes og Bergenskolen. Iversen kan sies å stå for et syn der Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft ledet an i den andre storhetstiden innen norsk meteorologi. Han tar i bruk begrepet Osloskolen for å beskrive miljøene rundt Astrofysisk institutt ved Universitetet i Oslo og vitenskapsakademiets institutt for vær- og klimaforskning. Innenfor disse rammene produserte Vilhelm Bjerknes' siste assistent Einar Høiland, Eliassen, Fjørtoft og flere andre anerkjente teoretiske arbeider innen hydrodynamikk og dynamisk meteorologi.

⁹ Finn Pedersen, «Et tilbakeblikk», i *Dette er Værvarslinga på Vestlandet...* (Bergen: Nordanger, 1968), 38; se også *Det norske meteorologiske institutt 1866–1966*, red. av Asbjørn Barlaup (Oslo: 1966), 76.

¹⁰ Ragnar Fjørtoft, «Vitenskap, teknikk og organisasjon i meteorologien», i *Det norske meteorologiske institutt 1866–1966*, red. av Asbjørn Barlaup (Oslo: 1966), 81–94.

¹¹ Trond Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnsetning», i *Om forskning og forskningspolitikk: Anders Omholt 70 år 27. november 1996: Ravnetrykk nr. 8*, red. av Asgeir Brekke og Olav Holt (Tromsø: 1996), 73–86.

I internasjonal litteratur knyttes Eliassen og Fjørtofts navn i de fleste sammenhenger opp mot utviklingen av numerisk meteorologi. Spesielt gjelder dette opptakten til det første numeriske værvarselet, som skjedde i 1950. Flere før meg har pekt på nordmennenes betydning for pionérarbeidet i Princeton, men mindre er skrevet om sammenhengene mellom dette feltet og Eliassen og Fjørtofts virke. Et typisk trekk ved den tidlige forskningen innen numerisk værvarsling var at medarbeiderne hele tiden var klar over at det de drev med var av historisk betydning. Flere av dem som i større eller mindre grad var delaktige, skrev senere beretninger om disse begivenhetene. I disse beretningene ble egen rolle sjelden nedtonet, mens bakenforliggende årsaker ofte ble underkommunisert. Verken Eliassen eller Fjørtoft skrev førstehåndsskildringer fra Princeton, men begge blir nevnt i framstillinger forfattet av andre aktører.¹² Bakgrunnen deres blir ikke drøftet, sannsynligvis fordi historiene ble fortalt fra personlige, amerikanske synsvinkler og fordi det neppe ble regnet som oppsiktsvekkende at meteorologer fra Norge var dyktige.

De beste eksemplene på mer analytisk historieskrivning om numerisk værvarsling er Frederik Nebekers *Calculating the Weather* og Kristine Harpers *Weather by the Numbers*.¹³ I Nebekers bok blir meteorologivitenskapen beskrevet som en kumulativ virksomhet. Forfatteren studerer tekniske hjelpemidlers betydning for værvarsling og gir forbillig presise og forståelige beskrivelser av innholdet i den meteorologiske forskningen. Slik jeg tolker Nebeker, anser han oppfinnelsen av datamaskinen som det avgjørende øyeblikket da meteorologien nådde målet som alltid har vært iboende i denne vitenskapen, nemlig å gjøre værvarslingen rasjonell og objektiv. Dette er imidlertid et problematisk syn av i hvert fall tre grunner. For det første har oppfatningen av hva som regnes for vitenskapelig ved værvarsling endret seg flere ganger gjennom historien. For det andre undervurderer han den lange tiden

¹² Se for eksempel George W. Platzman, «The ENIAC computations of 1950—gateway to numerical weather prediction», *Bulletin of the American meteorological society* 60, nr. 4 (april, 1979), 302–312; Philip D. Thompson, «Charney and the revival of numerical weather prediction», i *The Atmosphere—A challenge: The science of Jule Gregory Charney*, red. av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman (Boston: American meteorological society, 1990), 93–119.

¹³ Frederik Nebeker, *Calculating the weather: Meteorology in the 20th century* (Waltham: Academic press, 1995); Kristine C. Harper, *Weather by the numbers: The genesis of modern meteorology* (Cambridge: The MIT press, 2008).

det tok før datagenererte varsler ble etterrettelige. For det tredje gjør vektleggingen av teknologi meteorologene til bifigurer i sin egen vitenskap.¹⁴

Med unntak av Vilhelm Bjerknes er ikke nordmennene hovedpersoner i Nebekers bok. Eliassen er samarbeidspartner til amerikaneren Jule Charney, mens Fjørtoft dukker opp i ulike sammenhenger der han er i kontakt med viktigere aktører enn ham selv. I tillegg nevner Nebeker kort Fjørtofts grafiske metode.¹⁵ Parallelt med forskningen innen numerisk værvarsling utviklet Fjørtoft nemlig et atskillig mindre ressurskrevende alternativ. Hvorfor Fjørtoft valgte å prioritere sin grafiske, forenklete metode er et sentralt tema i avhandlingen.

Kristine Harpers bok *Weather by the Numbers* er den mest inngående framstillingen av meteorologiprojektet ved Institute for Advanced Study i Princeton. Harper får klart fram de mange ulike interessene – militære, vitenskapelige og sivile – som ønsket innflytelse på prosjektet. Dessuten lar boka meteorologene være hovedpersoner. Deres funksjon var ikke å assistere utviklerne av regnemaskinen, det var snarere meteorologene som drev værvarslingsdelen av John von Neumanns prosjekt framover. I andre framstillinger er det som om det første numeriske værvarslet var en ren datateknisk prestasjon. Eliassen og Fjørtoft er begge nøkkelfigurer for Harpers budskap om meteorologenes betydning. De er de to første i det hun kaller «the Scandinavian tag team», som brakte meteorologisk sunn fornuft til det i overkant matematikkorienterte miljøet.¹⁶ Harpers bok har et amerikansk utgangspunkt, og forteller historien om numerisk værvarsling i USA. Av den grunn utbroderer hun ikke Eliassen og Fjørtofts roller når de ikke befant seg akkurat på dette prosjektet. Hva de tok seg til etter at de relativt korte engasjementene deres i Princeton tok slutt, er dermed forståelig nok ikke et tema.

Noe Harper ikke får fram, er at numerisk værvarsling bare var ett av flere forskningsområder innen meteorologi i etterkrigsårene. Maskinene må ikke forstås som den eneste sanne veien til meteorologisk innsikt, i hvert fall ikke i en analyse av vitenskapen på 1940- og 50-tallet.

¹⁴ Særlig det siste argumentet er i tråd med Kristine Harpers innvending mot boka, se Harper, *Weather by the numbers*, 3.

¹⁵ Nebeker, *Calculating the weather*, 167–168.

¹⁶ Se Harper, *Weather by the numbers*, særlig i kapitlet «An international atmosphere: Carl-Gustav Rossby and the Scandinavian connection (1948–1950)», 121–150.

Se også Kristine C. Harper, «The Scandinavian tag-team: Providers of atmospheric reality to numerical weather prediction efforts in the United States (1948–1955)», *History of Meteorology* 1 (2004): 84–90.

At datamaskinens utvikling har gjort at nærmest all værvarsling i vår tid er basert på numeriske beregninger, var vanskelig å forutse da denne teknologien var i sin barndom. Til tross for at numerisk værvarsling var det viktigste forskningsfeltet blant en liten krets av eliteforskere, hadde tilnærmingen lenge begrenset innflytelse på annen meteorologisk virksomhet. Harper kommer så vidt inn på dette poenget, men siden hele framstillingen er basert på at numerisk værvarsling er *den* moderne meteorologien, er det vanskelig å få øye på andre strømninger underveis.¹⁷ I tillegg til å utdype Harpers historie når det gjelder det norske bidraget til meteorologiprojektet i Princeton, viser jeg hvordan Eliassen og Fjørtoft var i stand til å forske ut i fra flere andre meteorologiske problemstillinger parallelt. Vitenskapshistorien er full av avstikkere, blindveier og forgreininger, så ved å følge Eliassen og Fjørtofts karrierer, bidrar jeg til å løfte fram også andre sentrale deler av meteorologisk vitenskap i etterkrigstiden.

Det beste forsøket på å sette Eliassen og Fjørtofts rolle i en større sammenheng finner vi hos Anders Persson, en svensk meteorolog som står bak flere artikler om historien til numerisk værvarsling.¹⁸ Persson har skrevet at utviklingen av numerisk værvarsling i Norge er innhyllet i et mystisk slør. Han hevder at det, til tross for Eliassen og Fjørtofts bidrag i Princeton, svært lenge skjedde påfallende lite innen numerisk værvarsling i Norge, nasjonens anseelse innen meteorologi tatt i betraktning. For eksempel skriver han at Arnt Eliassen hadde to personligheter: «Den internasjonale Eliassen», som arbeidet med numerisk værvarsling fra 1948 til 1965 i utlandet, og «den norske Eliassen», som produserte forskning innen dynamisk meteorologi, men ikke involverte seg i numerisk værvarsling på hjemmebane.¹⁹

¹⁷ Harper, *Weather by the numbers*, 229–231.

Se Robert Marc Friedman, «Kristine C. Harper: Weather by the numbers: The genesis of modern meteorology», bokanmeldelse i *Isis* 101, nr. 1 (mars, 2010), 255–257.

¹⁸ Anders Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: an historical introduction: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69», *Meteorological applications* 12, nr. 2 (2005), 135–159;

Anders Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: an historical introduction: Part II: Twenty countries around the world», *Meteorological Applications* 12, nr. 3 (2005), 269–289;

Anders Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: an historical introduction: Part III: Endurance and mathematics – British NWP, 1948–1965», *Meteorological Applications* 12, nr. 4 (2005), 381–413.

¹⁹ Persson, «Early operational Numerical Weather Prediction outside the USA: Part II: Twenty countries around the world», 284.

Jeg følger opp Perssons påstand og nyanserer den. Persson har rett i at de to utrettet mye for utviklingen av numerisk værvarsling internasjonalt, men at de samtidig konsentrerte seg om andre prosjekter i Norge. Dette er en god observasjon, men ut i fra Perssons artikkel framstår det som et mysterium hvorfor denne todelingen fant sted. Jeg vil vise hvilke konkrete økonomiske, vitenskapelige og personlige begrunnelser som lå bak dette angivelige skillet og forsinkelsen av numerisk værvarsling til Norge.

I tillegg til alle arbeidene nevnt ovenfor har jeg fått lese kapittelmanuskripter til en bok som i skrivende stund ikke er utgitt. I forbindelse med at Meteorologisk institutt fyller 150 år i 2016, har Yngve Nilsen og Magnus Vollset skrevet jubileumboka *Været i morgen*. Nilsen og Vollset utfyller, nyanserer og kontekstualiserer tidligere oppfatninger av norsk meteorologihistorie, ikke minst innenfor perioden jeg analyserer.

Å skrive vitenskapshistorie

Andre vitenskapshistorikeres begreper, perspektiver og tilnærminger har vært til stor inspirasjon for framstillingen, særlig med henblikk på personlige forhold, utveksling av kunnskap og rammer for vitenskapelig virksomhet.

Det er ulike syn i litteraturen på hvor stor plass personlige forhold skal gis i vitenskapshistoriske framstillinger. For eksempel har Harald Dag Jølle i sitt doktorgradsarbeid om Fridtjof Nansens vitenskap knyttet dette spørsmålet til en diskusjon om hvor egnet biografisjangeren er i historievitenskap. Jølle taler varmt for at hans biografi er fullverdig vitenskapshistorie, noe den etter mitt syn også er, og han skriver blant annet treffende at «kulturelle, økonomiske, politiske, strategiske, nasjonalistiske, sjåvinistiske, personlige og relasjonelle forhold [ofte står] like sentralt som de enkelte vitenskapelige resultatene.»²⁰

Jeg vil presisere at denne avhandlingen ikke må forstås som en biografi om Eliassen og Fjørtoft. Jeg har imidlertid hentet inn elementer fra vitenskapshistorieskrivning som synliggjør enkeltaktører, men som ikke påberoper seg å skrive uttømmende biografier eller

²⁰ Harald Dag Jølle, «Innledning til en historiefaglig biografi: *Tillegg til Nansen*. Oppdageren», avhandling levert for graden doctor philosophia, Universitetet i Tromsø, 2013, 87.

livsløpsskildringer. Robert Kargon hevder for eksempel i sin bok om fysikeren Robert Millikan at de mange stadiene i Millikans karriere belyser viktige endringer i vitenskapen generelt.²¹ Robert Marc Friedmans *Appropriating the Weather* viser hvordan Vilhelm Bjerknes' vitenskap til dels var preget av hans personlige ambisjoner. Men ingen av disse har altså skrevet biografier.

Jeg tilhører dem som mener forskeres personlighet, karakter og interesser bør tillegges vekt, vel og merke under forutsetning at det kan belegges klart. Hvis slike særtrekk ikke er del av vitenskapshistorien, står vi i fare for å beskrive vitenskapelig virksomhet som mer planmessig og fornuftsstyrt enn det som er tilfelle. I denne teksten blir personlige forhold som oftest trukket inn som ledd i årsaksforklaringer. Av og til, når historiske aktører er i en valgsituasjon der deres personlige tilbøyeligheter styrer, får vi innblikk i deres strategier, og hvorfor de handler på en bestemt måte og ikke en annen. Helt personlige beveggrunner som for eksempel hjemlengsel, kan påvirke karrierevalg og vitenskapelig utvikling.

Spørsmålet om hvilken innvirkning Eliassen og Fjørtofts reiser fikk på vitenskapelig utvikling i miljøene de beveget seg mellom, er på et overordnet nivå knyttet til forutsetninger for spredning av kunnskap. Dette er et mye diskutert tema i vitenskapshistorisk litteratur. I artikkelen «Knowledge in Transit» skriver James A. Secord at nøkkelen til å analysere spredning av kunnskap, er å være mest mulig konkret. Han oppfordrer til ikke å vektlegge sirkulasjon av abstrakte størrelser som ideer og tenkning, men lete etter kunnskap som utveksles gjennom gjenstander som forflyttes.²² Secords eksempler på slike objekter inkluderer vitenskapelige instrumenter, artikler og tegninger, og jeg vil legge til forelesningsnotater, håndbøker og brev. Kunnskap er i bevegelse, hevder han, og dermed må de som skriver om vitenskap, sette konkrete interaksjoner, oversettelser og overganger i fokus.²³

Et utbredt grep i studier av kunnskapsspredning er å identifisere hvordan forskere er knyttet sammen i nettverk. Begrepet, slik jeg ser det, rommer de ulike formene for kommunikasjon

²¹ Robert Kargon, *The rise of Robert Millikan: Portrait of a life in American science* (Ithaca: Cornell university press, 1982), 11–12.

²² James A. Secord, «Knowledge in transit», *Isis* 95, nr. 4 (desember, 2004), 665.

²³ Secord, «Knowledge in transit», 654.

som foregår mellom vitenskapelige miljøer. Kunnskap og ideer formidles i slike nettverk, og forskere kan bevege seg langs dem. I denne sammenheng blir nettverk således et nyttig begrep til å analysere aktørenes vitenskapelige reiser, men også til å utforske deres strategier og karrierebygging. For enkelte vitenskapsmenn strekkes nettverket inn i politiske sirkler eller til viktige aktører i forvaltningen eller næringslivet.²⁴ Eliassen og Fjørtoft gjorde seg kun unntaksvis nytte av slike eksterne, personlige nettverk, men de nøt begge godt av å tilhøre det samme vitenskapelige nettverket med forgreininger til mange land.

Feltet transnasjonal historie gir nyttige verktøy til å analysere sirkulasjon av vitenskapelig kunnskap og betydningen av nettverk. I en metodebok for denne formen for historieskrivning hevder forfatteren Pierre-Yves Saunier at transnasjonal historie åpner perspektiver som eksisterer på siden av mer tradisjonell, nasjonal metodologi.²⁵ Han mener at den totale forståelsen av et historisk fenomen blir beriket ved å studere bevegelse og overganger mellom nasjonale miljøer, sammenlignet med kun å vektlegge ett bestemt land, ett bestemt område eller lignende. I en slik betraktningstype blir mellommenn viktige, og det samme blir de konkrete kunnskapskildene som Secord framhever. Når dette er sagt, leter jeg også etter forklaringer innenfor nasjonale rammer, ikke bare i overgangene mellom ulike miljøer. De to tilnærmingene utelukker heldigvis ikke hverandre. Nasjonale og transnasjonale perspektiver kan fint eksistere side om side i en historisk framstilling.

I henhold til Sauniers tilnærming er det for eksempel viktig å avgrense området sirkulasjonen foregår i.²⁶ Vitenskapelige nettverk strekker seg mellom noen bestemte personer og miljøer, gjerne i flere land, og unnlater å gå innom andre. Et annet poeng er at bevegelse og overganger ikke bare skjer én vei.²⁷ For eksempel ble det samme nettverket som fraktet flere norske forskere til miljøer i USA, brukt til å bringe den fremadstormende forskeren Jule

²⁴ I sin studie av samarbeid mellom svensk forskning og industri under andre verdenskrig skiller Sven Widmalm mellom interne og eksterne kontakter, se Sven Widmalm, «Forskning og industri under andra världskriget», i *Vetenskapens sociala strukturer: Sju historiska fallstudier om konflikt, samverkan och makt*, red. av Sven Widmalm (Lund: Nordic academic press, 2008), 57–58;

Olav Wicken har bemerket at «personlige kontakter og nettverk» trolig var utslagsgivende for forskningspolitisk innflytelse i Norge i etterkrigsårene, se Olav Wicken, «Teknologer og industriutvikling», i *Arbeiderpartiet og planstyret 1945–1965*, red. av Trond Nordby (Oslo: Universitetsforlaget, 1993), 168.

²⁵ Pierre-Yves Saunier, *Transnational history* (Houndmills, Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2013), 2.

²⁶ Saunier, *Transnational history*, 67.

²⁷ Saunier, *Transnational history*, 70–71.

Charney til Norge like etter krigen. Dessuten er det fruktbart å peke på anledningene da de historiske aktørene selv sammenliknet ulike kontekster.²⁸ Mange meteorologiske forskere hadde god oversikt over hvordan situasjonen var i ulike land. De brukte gjerne kunnskap om likheter og forskjeller til å korrigere stillingen i sitt eget miljø eller søke lykken i et annet.

En form for sirkulasjon av vitenskap i nettverk skjer når en forsker bringer kunnskap fra ett miljø til et annet, for så å returnere med ny, foredlet kunnskap tilbake til utgangspunktet. Dette kaller jeg *forskermigrasjon*. Det er ikke alltid så enkelt å anvende disse impulsene direkte i det opprinnelige miljøet, slik at jeg gjennom å studere forskermigrasjon også kan si noe om begrensninger og hindringer for spredning og sirkulasjon av vitenskap. Med seg til Princeton-prosjektet brakte Eliassen og Fjørtoft en måte å kombinere teoretisk kunnskap og værvarslingserfaring. Dette ledet til framganger for det amerikanske prosjektet. Senere brakte de innblikk i avansert regnemaskinteknologi, ny teori og ny kunnskap om organisering av prosjekter tilbake til Norge. Vi ser at det ikke bare er ideer og metoder som utveksles. Institusjonene de forlot var ikke nødvendigvis uforandret. Den nye og den foredlede kunnskapen de hadde med tilbake måtte tilpasses betingelsene og kravene som fantes ved hjeminstitusjonene.

Jeg har latt meg inspirere av hvordan enkelte vitenskapshistorikere studerer hvordan vitenskapelig virksomhet foregår innen disipliner. Dette vil si å vektlegge hvordan vitenskapelige miljøer avgrenses gjennom kunnskap og ideer som skaper identitet og fellesskapsfølelse.²⁹ Disipliner er avhengige av ytre forhold som økonomi, fasiliteter og teknologi, men de kan ikke forstås eller defineres som summen av disse. Ved å anvende meteorologidisiplinen som rammeverk, oppnår jeg å inkludere den evige kampen om ressurser, samarbeid eller konflikter med andre disipliner, hvordan rekrutteringen har vært og i hvilken grad kunnskap har blitt videreført. Utvikling av disiplinen henger naturligvis ofte sammen med utvikling i forskningen, men ikke alltid. Ved å studere likheter, motsetninger og koblinger mellom meteorologidisiplinen forskjellige steder er det mulig å komme til

²⁸ Saunier, *Transnational history*, 5.

²⁹ Charles Rosenberg, «Toward an ecology of knowledge: On discipline, context, and history», i *The organization of knowledge in modern America, 1860–1920*, red. av Alexandra Oleson og John Voss (Baltimore: The Johns Hopkins university press, 1979), 444.

andre innsikter enn ved bare å studere forskningen isolert. Vi ser at ved å studere endringer i disiplinen, kan jeg peke på et konkret utslag av kunnskapsutveksling og forskermigrasjon.

Robert Kohler og Charles Rosenberg, som i mange sammenhenger har brakt oppmerksomhet om disipliner, er særlig opptatt av det de kaller kunnskapsøkologi.³⁰ Med dette mener Kohler og Rosenberg hvordan forskere og andre forvaltere av kunnskap agerer i samspill med sine omgivelser. Det finnes vekselvirkninger mellom kunnskapsforvaltere og institusjonene de befinner seg ved, andre personer som praktiserer kunnskapen deres, politiske myndigheter og tilgjengelig teknologi. På den måten kommer spenningene mellom enkeltforskeres ambisjoner og hva det er mulig å oppnå som vitenskapsmann og administrator, klart fram. Et av Kohlers poenger er at forskning må være i samsvar med institusjonelle strukturer og mål for at den skal blomstre.³¹ Han hevder at dersom vitenskapelige ideer ikke går overens med målene i institusjoner der de blir forvaltet, vil ideene ikke overleve, selv om de kan være dypsindige eller grensesprengende. Institusjoner er ikke uforanderlige størrelser, men resultat av samhandling eller dragkamp og forhandlinger mellom personene i dem.³²

Avhandlingen tar for seg meteorologi og værvarsling, men for å være helt presis hører forskningen som blir beskrevet, vel så mye inn under betegnelsen hydrodynamikk. Einar Høiland, en viktig autoritet i avhandlingen, har definert hydrodynamikk som «læren om flytende og gassformige mediers bevegelse».³³ I dag kalles dette fluiddynamikk, men jeg bruker benevnelsen som ble brukt i samtiden. Av grunner som kommer fram i avhandlingen, har denne vitenskapen stolte tradisjoner i Norge.

Prinsippet om å følge samtidens benevnelser følges også når det gjelder maskinene som ble brukt til å regne ut de hydrodynamiske likningene. I avhandlingen bruker jeg for det meste betegnelsen elektroniske regnemaskiner, men det er viktig å merke seg at dette ikke betyr noe annet enn de aller første datamaskiner.

³⁰ Rosenberg, Charles, «Toward an ecology of knowledge», 440–455.

³¹ Robert E. Kohler, *From medical chemistry to biochemistry: The making of a biomedical discipline* (Cambridge: Cambridge university press, 1982), 324.

³² Jan Golinski, *Making natural knowledge: Constructivism and the history of science: with a new preface* (Chicago: The university of Chicago press, 2005), 55.

³³ Einar Høiland, *Innføring i hydrodynamikk* (Oslo: 1960), 1.

Avhandlingens oppbygning

Jeg har begrenset meg til å behandle Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtofts tidlige vitenskapelige karrierer, det vil si fra studietiden på slutten av 1930-tallet til de var etablert i faste stillinger på begynnelsen av 1960-tallet. Denne perioden kan beskrives som en overgangsperiode mellom gullalderen i norsk meteorologi i Bjerknes-perioden og den reelle innføringen av numerisk værvarsling, som først begynte i 1970-årene.

Hvert av de neste seks kapitlene er sentrert rundt ulike perioder i Eliassen og Fjørtofts karrierer. Periodene er definert ut i fra hvilke oppgaver de hadde, hva som drev dem og hva de faktisk gjorde.

I kapittel 2 viser jeg hvordan norsk meteorologi var som fag og vitenskap da Eliassen og Fjørtoft gikk inn i disiplinen som studenter på 1930-tallet. Til tross for at Norge på denne tiden mistet flere av sine ledende geofysikere, og gjenværende forskere var bekymret over utviklingen, ble Eliassen og Fjørtoft innlemmet i et av nasjonens mest levende vitenskapsmiljøer.

Kapittel 3 tar opp kontrasten mellom norske og amerikanske forskningsmiljøer de første etterkrigsårene og hvordan disse like fullt var knyttet sammen gjennom nettverk etablert på 1930-tallet. I tråd med idealet for norske meteorologer forsøkte Eliassen og Fjørtoft å kombinere stilling i værtjenesten med en forskerkarriere. Jeg viser hvordan de nokså tilfeldig ble introdusert for den amerikanske stipendiaten Jule Charney, som oppsøkte det han trodde var et tyngdepunkt for meteorologisk forskning. Charneys opphold i Norge belyser drahjelp for vitenskapelige karrierer, så vel som hindringer for vitenskapelig samarbeid. Spørsmålet om vitenskapelige reisers innvirkning på vitenskapelig utvikling står sentralt i kapitlet.

Det samme spørsmålet belyses for alvor også i kapittel 4, som omhandler bidragene Eliassen og Fjørtoft ga meteorologiprojektet ved Institute for Advanced Study i Princeton fra 1948 til 1951. Til forskjell fra tidligere studier av Princeton-prosjektet anskueliggjør kapitlet til aktiviteten rundt John von Neumanns regnemaskin var en av flere tilnærminger til værvarslingsspørsmålet i amerikansk vitenskap på denne tiden. Jeg argumenterer for at Eliassen og Fjørtoft med glede lånte ut sin meteorologiske innsikt til et forskningsprosjekt de ikke hadde innflytelse over. Eliassen og Fjørtoft oppsøkte dessuten flere amerikanske vekstpunkter for meteorologisk vitenskap og bidro til kunnskapsutveksling mellom en rekke

miljøer. Jeg viser hva de hadde å tilføre og hva de lærte ved å forske og leve i uvante omgivelser.

Kapittel 5 og 6 behandler de ulike måtene enkeltforskere kan prege vitenskapelig utvikling. I lys av denne tematikken analyserer jeg hva som skjedde da Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft kom hjem fra forskeroppholdene sine i USA. Viktige delspørsmål er hvordan de bygde karrierene sine, og hvilke oppgaver de løste i de ulike rollene de ble tildelt. Et interessant poeng er at de fikk stillinger i henholdsvis Sverige og Danmark, men at begge sterkt ønsket å vende tilbake til Norge. Gjennom analyser av deres utenlandsopphold sammenlikner jeg personlige og kunnskapsøkologiske premisser for meteorologisk vitenskap i de skandinaviske land, og viser de til dels slående kontrastene i virksomheten. Jeg demonstrerer utslag av Fjørtofts helt karakteristiske vitenskapelige stil, og forklarer hvorfor Eliassen utviklet en todelt forskerkarriere.

Kapittel 7 tar opp hvordan Eliassen og Fjørtoft påvirket utviklingen av meteorologi som forskning, disiplin og profesjon i Norge fra posisjonene de hadde ved Universitetet i Oslo og ved Meteorologisk institutt fra midten av 1950-tallet. Jeg drøfter spørsmål som hvilke stillinger, kontakter, ressurser og muligheter disse to hadde som ledende skikkelser, og jeg undersøker hvordan de løste økonomiske og institusjonelle utfordringer. Med begivenhetene i kapittel 5 og 6 som bakteppe utforsker jeg Eliassen og Fjørtofts rolle i de første forsøk på å innføre numeriske metoder i norsk meteorologi.

Jeg har latt Fjørtofts del av avhandlingen slutte med at Meteorologisk institutt i 1962 offisielt innviet sin første elektroniske regnemaskin. Fjørtoft var ansvarlig for denne prosessen, og maskinen representerte et vendepunkt for institusjonen han ledet. Eliassens del strekkes et par år lenger. På denne tiden var han involvert i flere nasjonale og internasjonale engasjementer som ledet fram mot hvordan disiplinen og vitenskapen kom til å bli organisert i de kommende tiårene. Eliassen og Fjørtofts vitenskapelige karrierer fortsatte, men deres identiteter som forskere var nå vel definert og etablert.

Kilder

Tilgangen på kilder har lagt flere føringer for avhandlingen. I familien Eliassens eie finnes Arnt Eliassens vitenskapelige korrespondanse fra 1942–1959 og også hans søknader og

administrative papirer fra store deler av hans karriere. Ingenting av dette har blitt analysert tidligere. Disse svært verdifulle kildene gir gode innblikk i hvilke fagfelt Eliassen var opptatt av, hvem han sto i kontakt med, og hvordan administrative rammer preget arbeidet hans. Fra Ragnar Fjørtoft finnes det mindre arkivmateriale. I sum har uansett tilfanget av arkivkilder vært omfattende, spesielt er arkivene etter Halvor Solberg og Jule Charney store og oversiktlige. Det samlede materialet har bidratt til å tegne et godt bilde av Eliassen og Fjørtofts forskerkarrierer og vitenskapelige reiser, så vel som deres forhold til andre ledende forskere.

Jeg har studert alle publikasjonene til Eliassen og Fjørtoft fra den aktuelle perioden, både faglige og populærvitenskapelige. Jeg har også studert et utvalg norske aviser samt årsrapporter fra institusjonene de arbeidet ved, deriblant Meteorologisk institutt og Universitetet i Oslo.

Mot slutten av livet, da Charney, Eliassen og Fjørtoft kunne skue tilbake på karrierene sine, ble de intervjuet av med-meteorologer om sitt virke og sitt syn på den vitenskapelige utvikling. Jeg har basert meg på trykte intervjuer av Eliassen og Fjørtoft fra en intervjuiserie i *WMO Bulletin* på 1980-tallet og et lengre utdrag fra et intervju som ble gjort med Jule Charney av meteorologkollegaen George Platzman kort tid før Charney døde i 1981. Utdraget ble trykket i et samleverk om Charney og hans vitenskap i 1990.³⁴ I tillegg har tre ikke-publiserte intervjuer av Arnt Eliassen vært sentrale kilder. Joseph Tribbia og Philip Thompson intervjuet ham i 1989, og jeg har fått opptak av dette gjennom University Corporation for Atmospheric Research (UCAR).³⁵ I 1997 ble Eliassen intervjuet av sin student Arne Bratseth. Filmen av dette er tilgjengelig på Nasjonalbiblioteket i Oslo.³⁶ Dessuten har jeg fra Arnt Eliassens familie fått en transkribert utgave av et intervju fra 1988

³⁴ George W. Platzman, «The atmosphere—A challenge», i *The atmosphere—A challenge: The science of Jule Gregory Charney*, red. av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman (Boston: American meteorological society, 2000).

³⁵ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, lydopptak, Boulder, 11. oktober 1989.

³⁶ Arnt Eliassen, i samtale med Arne Bratseth, filmopptak, Oslo, november 1997.

foretatt av John Green fra Royal Meteorological Society.³⁷ Også andre tilsvarende intervjuer av sentrale personer innen meteorologien har blitt brukt som kilde.

Det finnes flere fallgruver i møte med det å intervju vitenskapsmenn eller å basere vitenskapshistorie på vitenskapsmenns egen oppfatning av seg selv, sin innsats og sine kolleger. For eksempel har astronomi- og romfartshistorikeren David DeVorkin skrevet at det finnes en «Heisenbergs uskarphetsrelasjon» når historikere intervjuer vitenskapsmenn.³⁸ Samspillet i intervjusituasjonen påvirker både intervjueren og intervjuobjektet. Siden vitenskapsmannen er klar over at det han sier blir bevart for ettertiden, er han eller hun gjerne opptatt av å gi et presentabelt, nærmest offentlig, inntrykk av seg selv. Hvordan dette har gjort seg utslag i Eliassen-intervjuene, har jeg naturlig nok ikke mulighet til å vite noe om. Slike egenframstillinger gir imidlertid innblikk i vitenskapsmannens normer og intellektuelle bagasje. DeVorkin skriver: «As such, oral history becomes an invaluable means for capturing a deeper perspective on the human condition in science, if used correctly and with cautious reserve.»³⁹ Alle menneskelige faktorer er viktig i vitenskap, og aktørenes egne uttalelser er blant de beste kilder til hvilke personlige strategier som kan ha drevet dem. Et annet trekk ved slike intervjuer generelt er at intervjuobjektet kan gi innblikk i nettverk, praksiser og rutiner som ikke bestandig kommer til uttrykk i andre former for kilder.⁴⁰ Alle intervjuene jeg har brukt ble foretatt av personer som selv var betydelige skikkelser innen vitenskapen. Dette virket nok tillitvekkende på intervjuobjektene, men kan også ha medført at hovedtyngden kretset om utviklingen av vitenskapen i seg selv, og mindre om forholdet mellom vitenskap og institusjonene, eller vitenskap og samfunnet.⁴¹

At aktørenes egne etterpåkloke refleksjoner, og da spesielt Eliassens syn fra 1980- og 90-tallet, preger deler av kildematerialet, kan være problematisk. Alle som gjenkaller hendelser langt tilbake i tid, står i fare for simpelthen å huske feil. Dessuten er ikke dette så offentlig

³⁷ Arnt Eliassen, «Taped interview», intervjuet av John Green, The royal meteorological society, Oslo, mars 1988.

³⁸ David H. DeVorkin, «Interviewing physicists and astronomers: Methods of oral history», i *Physicists look back: Studies in the history of physics*, red. av John Roche (Bristol: Adam Hilger, 1990), 47.

³⁹ DeVorkin, «Interviewing physicists and astronomers: methods of oral history», 49–50.

⁴⁰ Soraya de Chadarevian, «Using interviews to write the history of science», i *The historiography of contemporary science and technology* 4, red. av Thomas Söderqvist (Amsterdam: Harwood, 1997), 53.

⁴¹ Se Ronald E. Doel. «Oral history of American science: A forty-year review». *History of Science* 41 (2003), 364.

kjente personer at det finnes mange innganger til de samme utsagnene og oppfatningene. En potensiell feilkilde, som kan bli forsterket av min betoning av personlige forhold i vitenskapshistorie, er at framstillingens mest sentrale skikkelser alltid blir tatt i beste mening. Med dette mener jeg at for eksempel Eliassens egne synspunkter på oppholdet i Princeton kan farge min forståelse av prosjektet, mens andre medarbeideres minst like reflekterte oppfatninger ikke kommer til syne.

At mye av avhandlingen omhandler temaer og hendelser aktørene selv var opptatt av, må jeg bare erkjenne, men jeg har på enkelte konkrete måter forsøkt å ta hensyn til begrensningene i denne type kilder. Beretninger om hva de faktisk sa og gjorde tillegges større vekt der slike kilder eksisterer. Jeg bruker ofte formuleringer av typen «hevdet Eliassen» eller «ifølge Fjørtoft», og når jeg gjengir innholdet i intervjuene, opplyser jeg som regel om nettopp det.

Jeg har hatt nytte av samtaler med Anton Eliassen, Jørgen Eliassen, Inge Fjørtoft, Kari Fjørtoft, Klaus Høiland, Arne Foldvik (Institutt for vær- og klimaforskning), Trond Iversen (Meteorologisk institutt), Per H. Jacobsen (Institutt for informatikk) og Sofus Linge Lystad. Det er et skille mellom arkivintervjuene jeg har brukt som kilder og mine egne møter med familiemedlemmer, studenter og kolleger. Samtalene har først og fremst blitt brukt til å tegne et bilde av personene og miljøene. Enkelte blir likevel referert til her og der, oftest i sammenheng med interessante og karakteristiske enkeltepisoder. Særlig når det gjelder de vitenskapelige reisene, har barnas perspektiv i enkelte tilfeller vært motvekt til aktørenes egen oppfatning. I andre tilfeller har jeg gjennom samtaler blitt gjort oppmerksom på hendelser som jeg deretter har forsøkt å finne tegn til i skriftlige kilder. De ovennevnte ulempene ved bruken av intervjuer og muntlig historie gjør seg gjeldende også her, men oppveies av innsikten møtene har frambrakt om de historiske aktørene og deres vitenskap.

2. I skyggen av Bergensskolen

I konklusjonskapitlet i Robert Marc Friedmans bok om Vilhelm Bjerknes, *Appropriating the Weather*, gjengir Friedman en bekymret ytring Bjerknes kom med i 1937. Bjerknes skrev til havforskeren Bjørn Helland-Hansen at Norge kunne ha utviklet en meteorologisk elite, men i stedet hadde fått et meteorologisk proletariat.⁴² Bakgrunnen, ifølge Friedman, var at økonomien i norsk vitenskap i mellomkrigstiden gjorde at støtten til akademisk forskning ble begrenset, og det fantes ikke mange mulige stillinger for meteorologer.

Gjennom etableringen av Bergensskolen i 1918 hadde Bjerknes oppnådd store framganger som vitenskapsmann og misjonær for en bestemt type værvarsling. Suksessen til Bergensskolen hadde blant annet vært resultat av lite ytre styring og mulighet til å forske relativt fritt. Bjerknes og hans elever fikk et klart uttalt samfunnsnyttig oppdrag, men hadde i stor grad kunnet styre seg selv. De daglige forpliktelsene var ikke flere enn at medlemmene kunne forfølge mer abstrakte ideer over lang tid. Gruppen var dessuten fylt av unge entusiastiske forskere og ble etablert i en vekstperiode i norsk økonomi.

Noen år senere, etter økonomiske nedgangstider, hadde muligheten for å kombinere praktisk, samfunnsnyttig tjenesteyting med fri akademisk forskning praktisk talt forsvunnet i de meteorologiske institusjonene. Budsjettrestriksjoner begrenset antallet meteorologer som kunne bli ansatt og arbeidsmengden for den enkelte meteorolog økte kraftig. Så godt som all tilgjengelig tid måtte gå med til værvarsling, forskning måtte eventuelt gjøres på fritiden. Bjerknes erkjente at det ikke fantes ressurser til en samling av forskere lik den han hadde vært ansvarlig for i Bergen, og noe liknende hadde ikke vært realistisk å få til på flere år.

1937, året Bjerknes klaget over norsk meteorologi, var omtrent på den tiden da denne avhandlingens hovedpersoner Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft bestemte seg for å bli meteorologer. De ble fengslet av det virksomme akademiske miljøet rundt Bjerknes, hans kompanjong Einar Høiland og hans tidligere elev Halvor Solberg. Hvilken verden var de i ferd med å gå inn i?

Jeg skal i dette kapitlet beskrive forholdene innen norsk meteorologisk forskning i perioden da Eliassen og Fjørtoft fikk sin utdannelse. Jeg viser hvordan den meteorologiske stormakten Norge ikke hadde de samme forutsetningene for meteorologisk forskning som hadde vært til stede noen år tidligere. Forskningsfronten befant seg ikke lenger i Norge, selv om landet hadde forskere av høy kvalitet som ga til dels avgjørende bidrag der forskningsfrontene befant seg. Arven fra Bergensskolen var fremdeles stor.

Andre verdenskrig medførte omveltning på alle samfunnsområder, inkludert kunnskapsøkologien i norsk vitenskap. I senere kapitler peker jeg på i hvilken grad ressurstilgang og institusjoner lå til rette for at vitenskapelige ambisjoner kunne virkeliggjøres innen norsk meteorologi i etterkrigstiden. Viktige tendenser som preget meteorologisk vitenskap senere, var allerede til stede mot slutten av 1930-tallet. Jeg kan kort nevne tre: Forskningsfronten befant seg ikke lenger i Norge, Einar Høiland ledet en teoretisk forskerskole i Oslo og amerikanske penger påvirket norsk vitenskap.

Mot Dag

Ragnar Fjørtoft ble født i Kristiania 1. august 1913. Hans far, Laurits Andreas Hansen Fjørtoft, kom fra øya Fjørtoft i Haram kommune på Sunnmøre og var folkeskolelærer i Kragerø da han traff Anne Birgitte Schulze. De giftet seg og fikk fire barn, hvorav Ragnar var den yngste. Familien slo seg ned i Kristiania, der Laurits Fjørtoft arbeidet som lærer for døve.⁴³ Han var kulturinteressert, ga ut diktsamlinger og fikk oppført flere skuespill, deriblant stykket *Syndarar* på Det norske teatret i 1916.⁴⁴

Da Ragnar var 14 år, fikk faren stilling som bestyrer for døveskolen i Trondheim, og familien flyttet dit. I 1933 avla han eksamen artium ved Trondheim katedralskole og dro tilbake til hovedstaden for å studere.⁴⁵ Han var den eneste av søsknene som tok høyere

⁴² Vilhelm Bjerknes til Bjørn Helland-Hansen, 18. juli 1937, hentet fra Robert Marc Friedman, *Appropriating the weather: Vilhelm Bjerknes and the construction of a modern meteorology* (Ithaca: Cornell university press, 1989), 242.

⁴³ Odd Falkenér Bertheussen, *Norsk audiopedagogisk forening 1896-1996: en historie om døvelærere og faget deres gjennom hundre år* (Bergen: Døves forlag, 1996), 43.

⁴⁴ *Det norske teatret femti år 1913–1963*, red. av Nils Sletbak (Oslo: Det norske samlaget, 1963), 444.

⁴⁵ *Det Kongelige Fredriks universitets årsberetning* 1. juli 1931 – 30. juni 1932 (Oslo: 1933), 22–23.

utdanning og møte en viss forventning hjemme om at han skulle begynne ved universitetet.⁴⁶

Det var riktignok ikke eksamenslesing som opptok den ferske studenten mest. Fjørtoft var politisk engasjert på venstresiden og ble 29. september 1933 medlem av Mot Dag.⁴⁷ Den radikale elitebevegelsen hadde eksistert siden 1921, hele tiden sirkulerende rundt den karismatiske lederen Erling Falk. Ifølge Trygve Bull, en annen lederskikkelse, tilhørte Fjørtoft «en helt ny, ung garde» som kom inn i bevegelsen utover i 1930-årene.⁴⁸ Mot Dag fikk et oppsving på denne tiden, mye på grunn av Hitlers maktovertakelse i Tyskland og den ladede politiske atmosfæren i Norge. I tilbakeblikk trakk Fjørtoft fram disse elementene som utslagsgivende for hans eget sterke engasjement.⁴⁹ At det var om å gjøre å holde fascismen unna det akademiske miljøet, var en viktig årsak for den sterke mobiliseringen blant radikale studenter.⁵⁰

En annen årsak til oppsvinget Mot Dag opplevde var utgivelsen av Arbeidernes leksikon, som kom ut i seks bind mellom 1932 og 1936. Leksikonproduksjonen genererte stor entusiasme. Som fersk motdagist var Fjørtoft involvert i arbeidet med å skrive artikler. I tillegg reiste han en del rundt for å selge leksikon og agitere blant arbeidsfolk.

Høsten 1934, i perioden da Fjørtoft var mest aktiv, hadde Mot Dag totalt 140 medlemmer.⁵¹ Bevegelsen hadde flere underutvalg. Fjørtoft ble naturlig nok del av Studentergruppen, som ble ledet av Torolf Elster og med Brynjulf Bull som sekretær. Fjørtoft var med på å redigere *Mot Dags studentertillegg*, en informasjonsavis utgitt ved studiestart, og han bidro også i friundervisningen. Han hadde ingen ledende posisjon, men det var det heller ingen fra hans generasjon som fikk. Lederne i Mot Dags studentarbeid var godt over 30 år gamle og var

⁴⁶ Hessa Tabá, «The Bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», *WMO Bulletin: The official journal of the World meteorological organization* 37, nr. 1 (1988), 6.

⁴⁷ Johan Vogt, *På talefot med sin egen ungdom* (Oslo: J.W. Cappelens forlag, 1990), 47.

⁴⁸ Trygve Bull, *Mot Dag og Erling Falk* (Oslo: Cappelen, 1987), 213.

⁴⁹ Tabá, «The Bulletin interviews: Ragnar Fjørtoft», 6.

⁵⁰ Knut Langfeldt, «To årtier fram til 1940», i *Det norske studentersamfund gjennom 150 år*, red. av Aake Anker-Ording m. fl. (Oslo: H. Aschehoug & Co., 1963), 321–322.

⁵¹ «Mot Dag medlemsliste 1934», Mot Dag Ab – Møtereferater grupper og utvalg, Arbeiderbevegelsens arkiv og bibliotek, Oslo.

dyktige strateger med lang erfaring fra bevegelsen.⁵² Fjørtoft var en av fotsoldatene som delte ut flyvesedler, solgte tidsskrift og ble utkommandert til debatter i Studentersamfundet.

Studentpolitikken var Mot Dags viktigste kamplass. Bevegelsen hadde i flere år kontrollert Det norske Studentersamfund, med den følge at store deler av Studentersamfundets virksomhet ble bestemt på møtene i Mot Dags studentgruppe. Våren 1934 ble Fjørtoft utpekt til å bli del av styret i Studentersamfundet, og i april ble han formelt innvalgt for høstsemesteret, sammen med seks andre motdagister.⁵³ På denne tiden var studentpolitikken særdeles livlig, med steile fronter. Høsten 1933 var det blitt reist mistillitsforslag mot styrets ensidige motdagistisk-kommunistiske program, og i vårsemesteret 1934 havnet motdagister og Nasjonal Samlings studenter i slåsskamp i det såkalte Forumslaget i Oslo gymnassamfunn.⁵⁴ Fjørtofts styreperiode, høsten 1934, forløp imidlertid uten de helt store kontroversene. Mye av styrets oppmerksomhet dreide seg om å utarbeide en resolusjon mot Den norske forfatterforening, som nylig hadde ekskludert Aksel Sandemose. I et foredrag i Studentersamfundet samme år hadde Sandemose kommet med harde utfall mot forleggerne, og i etterkant hadde forfatterforeningen ekskludert ham med den offisielle begrunnelsen at han var dansk. I Studentersamfundets protokoller kan man lese en resolusjon ført i pennen av sekretær Fjørtoft der styret uttrykker «skuffelse over at Den norske forfatterforening har tillatt chauvinistiske stemninger og innbyrdes nid å bestemme dens standpunkt til en forfatter som i de senere år har levert en betydelig innsats i norsk litteratur.»⁵⁵

I 1934 ble Fjørtoft også immatrikulert på universitetet og kom i gang med studiene.⁵⁶ Året etter avla han sin første eksamen, i matematikk. Samtidig som Fjørtoft konsentrerte seg mer om studiefagene, gikk aktiviteten i Mot Dag inn i sin siste fase. Bevegelsen gikk i 1936 kollektivt inn i Arbeiderpartiet. Resten av livet var Fjørtoft arbeiderpartimann. Videre i

⁵² Langfeldt, «To årtier fram til 1940», 321.

⁵³ De øvrige styremedlemmene var Hans Vogt (formann), Carsten Boysen, Thorolf Elster, Johan Cappelen, Andreas Emjellem og Ivar Holm. «Styremøte tysdag 24. april 1934», styreprotokoll 12/10 1930–28/04 1936, boks 6, Det Norske Studentersamfund, Riksarkivet, Oslo.

⁵⁴ Langfeldt, «To årtier fram til 1940», 286. Torbjørn Klippenvåg Pettersen, «Mot Dag og fascismen – motdagistisk antifascisme i teori og praksis», masteroppgave i historie ved Universitetet i Oslo, 2007, 44–46.

⁵⁵ «Styremøte 3/10 – 34.», styreprotokoll, 12/10 1930–28/04 1936, Det Norske Studentersamfund.

⁵⁶ *Norges realister 1907–1962*, red. av Toralf Hernes (Oslo: 1963), 102.

studietiden engasjerte han seg i Sosialistisk bondeungdomslag, der han møtte Ragnhild Nordskog fra Lunde i Telemark. De giftet seg i mars 1939 og fikk to barn: Kari og Inge. Ragnhild var hjemmевærende i hele Ragnars yrkesaktive karriere, og kompenserte etter sigende for sin manns noe mangelfulle interesse for praktiske gjøremål.

Erfaringene fra Mot Dag og Studentersamfundet preget Ragnar Fjørtoft sterkt, og sikret livsvarige vennskap med flere andre som også havnet i prominente posisjoner i etterkrigstiden.



Ragnar Fjørtoft som ung (fotografi fra Vervarslinga på Vestlandet).

Ut i naturen

Arnt Eliassen ble født i Kristiania 9. september 1915 og vokste opp i et borgerlig hjem på Majorstua. Hans far var arkitekten Georg Eliassen, som blant annet tegnet Sjømannsskolen på Ekeberg og Kongelig Norsk Seilforenings klubblokale Dronningen på Bygdøy.⁵⁷ Moren Helfrid (født Strömberg) var brukskunstner og opprinnelig fra Göteborg. Foreldrene hadde møttes i Stockholm der Georg tok arkitektutdannelse og Helfrid gikk på kunstscole. Arnt hadde to eldre søstre og en yngre bror: Den eldste søsteren, Gunvor, døde forholdsvis tidlig, men søster nummer to, Rønnaug, levde til hun ble 102 år gammel. Hun var advokat og kvinnesaksforkjemper. Blant mye annet var hun den første som oversatte Simone de Beauvoirs *Det annet kjønn* til norsk. Broren Trond ble som sin far en anerkjent arkitekt.

I oppveksten lærte Arnt å spille fiolin, og han og søstrene ble ofte utkommandert av moren til å opptre etter gudstjenestene i Svenska Margaretakyrkan i Oslo. Selv om disse konsertene ikke var noe Eliassen mintes med glede, bevarte han en sterk musikkinteresse. Han spilte fiolin og bratsj livet ut.⁵⁸ Eliassens favorittaktivitet i ungdomstiden var å være i Nordmarka. I likhet med svært mange i hans generasjon norsk ungdom var det ute i naturen mye av ungdomstiden utspant seg. Så godt som hver helg ble tilbrakt i marka med kamerater.

Arnt Eliassen gikk på Frogner gymnas og avla eksamen artium i 1933, samme år som Fjærtøft.⁵⁹ Han ble umiddelbart immatrikulert ved Universitetet i Oslo og begynte studier i realfag. Selv om han for det meste hadde gode karakterer på gymnaset, opplevde han selv at han var heller dårlig i språk- og samfunnsfagene, og han likte dessuten realfagene klart best. Foreldrene, som var opptatt av arkitektur og estetikk, uttrykte ingen entusiasme for sønnens store interesse for matematikk og astronomi. De hindret ham heller ikke, og lot ham bo hjemme i studietiden. Gjennom søsteren Rønnaug og studievenner som Fjærtøft kom han i

⁵⁷ Åse Moe Torvanger, «Georg Eliassen», i *Norsk biografisk leksikon*, https://nbl.snl.no/Georg_Eliassen (oppsøkt 17. juni 2016).

⁵⁸ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 1; Anton Eliassen, «What makes a great scientist?», foredrag i Det norske videnskaps-akademiet 18. september 2015.

⁵⁹ *Det Kongelige Fredriks universitets årsberetning* 1. juli 1931 – 30. juni 1932 (Oslo: 1933), 22–23.

kontakt med det radikale studentmiljøet, men han var lite begeistret. Fritiden brukte han til å øve fiolin og være i Nordmarka.⁶⁰

For å oppnå cand.mag.-graden måtte studenter i realfag ta tre bifag.⁶¹ Videre kunne studentene ta matematisk-naturvitenskapelig embetseksamen høyere grad (cand.real), det vil si hovedfag, eller matematisk-naturvitenskapelig magistergrad (mag.scient). Meteorologi og oseanografi var som studiefag underlagt geografi, som ble administrert ved Geografisk institutt. Antallet kandidater i geografi med meteorologi som fordypning var kun to per år i gjennomsnitt på 1930-tallet. Meteorologistudentene utgjorde med andre ord kun en liten del av et ikke spesielt stort studiefag.

Eliassen og Fjørtoft tok begge bifagene matematikk, fysikk, mekanikk og geografi, en fagkombinasjon som ga flere valgmuligheter for hovedfaget. Matematikkundervisningen ble holdt av Carl Størmer og danske Poul Heegaard. Størmer tok seg av forelesningene i kalkulus og algebra og Heegaard forelesningene i geometri. Edgar Bonsak Schieldrop foreleste i mekanikk, og Lars Vegard og Sem Sæland delte fysikkundervisningen mellom seg. Arnt Eliassen satte Størmer høyt, og også Heegaard og Schieldrop var flinke forelesere som ga ham et godt grunnlag, uttalte han senere.⁶²

I det hele tatt var den generelle undervisningen i matematikk- og fysikkfagene preget av geofysiske eksempler og professorer med sterke interesser innen jordklodens fysikk. Både Størmer og Vegard hadde for eksempel nordlys som sin viktigste forskningsinteresse. Geografiprofessor Werner Werenskiold, som hadde isbreer som sin spesialitet, anla et pensum som la relativt stor vekt på temaer om havet og atmosfæren.⁶³ Vilhelm Bjerknes var nettopp gått av med pensjon, men preget miljøet ved universitetet, og hadde innlemmet meteorologiske og hydrodynamiske anvendelser i undervisningen. Miljøene for geofysikk var sterke, og det var ikke unaturlig at de tiltrakk seg begavete studenter.

⁶⁰ Samtale med Jørgen Eliassen, 5. oktober 2015.

⁶¹ Totalt ble ti fag tilbudt: matematikk, mekanikk, fysikk, kjemi, astronomi, geografi, mineralogi og petrografi, historisk geologi og paleontologi, botanikk, og zoologi med fysiologi.

⁶² Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 2–3.

⁶³ Hessam Taba, «The Bulletin interviews: Professor Arnt Eliassen», *WMO Bulletin: The official journal of World Meteorological Organization* 46, nr. 4 (1997), 311; Se for eksempel Werner Werenskiold, *Fysisk geografi I* (Oslo: Aschehoug, 1948).

Vilhelm Bjerknes og sirkulasjonssatsen

Takket være et knippe vitenskapsmenn som evnet å bringe begreper, teorier og eksperimentelle metoder fra forskningsfrontene i Europa for så å anvende dem på nordiske naturfenomener, var geofysiske vitenskaper blitt regnet som en norsk spesialitet siden begynnelsen av 1900-tallet. Kanskje den aller fremste eksponenten for slik forskning i Norge var Vilhelm Bjerknes.

Vilhelm Bjerknes ble født i 1862 og var sønn av professor i anvendt matematikk ved Det kongelige Frederiks universitet Carl Anton Bjerknes. Vilhelm gjorde seg tidlig bemerket som assistent i farens vitenskapelige arbeid, og som en løfterik teoretisk fysiker. I Stockholm på 1890-tallet fordypet han seg i arbeider i hydrodynamikk av Hermann von Helmholtz og Lord Kelvin, og kombinerte disse med innsikter fra faren og fra sin tidligere veileder Heinrich Hertz. I 1897 formulerte han generaliserte teoremer for sirkel- og virvelbevegelse, det som senere er blitt hetende Bjerknes' sirkulasjonssats.⁶⁴ Sirkulasjonssatsen beskrev hvordan virvler i væsker kunne oppstå, noe som hadde vært uforklarlig ut i fra Helmholtz og Kelvins teorier. Bjerknes hadde ingen spesielle kunnskaper innen oseanografi eller meteorologi, men gjennom svenske kolleger ble han gjort klar over at sirkulasjonssatsen burde kunne anvendes til å beskrive havets eller atmosfærens bevegelser. Bjerknes begynte nå å analysere sirkulasjonssatsen med en geofysisk tilnærming og ikke en ren hydrodynamisk.⁶⁵

Oppildnet av anseelsen han gradvis opparbeidet seg, begynte Bjerknes en meteorologisk kampanje som skulle bli langvarig. I 1904 la han fram en erklæring der han slo fast at meteorologi skulle betraktes som en gren av matematisk fysikk.⁶⁶ Videre formulerte han et program for det han mente var en vitenskapelig tilnærming til værvarsling. Værvarsling burde fra nå av være et spørsmål om forståelse og løsning av væskers bevarings- og bevegelseslikninger. Først gjaldt det å stille en diagnose over været, det vil si å gjøre observasjoner av de sju variablene han betraktet som relevante: vindstyrke i tre retninger,

⁶⁴ Vilhelm Bjerknes, «Über die Bildung von Cirkulationsbewegungen und Wirbeln in reibungslösen Flüssigkeiten», *I. Mathematisch-naturvidenskabelige Klasse*, nr. 5 (1898); Vilhelm Bjerknes, «Über einen hydrodynamischen Fundamentalsatz und seine Anwendung besonders auf die Mechanik der Atmosphäre und der Weltmeeres», *K. Svenska vetenskaps-akademiens handlingar* 31, nr. 4 (1898/99).

⁶⁵ Friedman, *Appropriating the weather*, 37, 39.

⁶⁶ Se for eksempel Vilhelm Bjerknes, «Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkte der Mechanik und der Physik», *Meteorologische Zeitschrift* 21 (1904), 1–7.

luftfuktighet, lufttrykk, temperatur og tetthet. Når diagnosen var stilt, kunne man gå over til å lage en prognose over været. Det vil si at dersom man visste verdien av alle variablene ved et gitt tidspunkt, kunne man i prinsippet regne seg fram til været ved ethvert senere tidspunkt. Til å regne ut de sju variablene presenterte han sju likninger. Disse var alle kjente uttrykk for fysiske lovmessigheter slik som Newtons andre lov, energiprinsippet og loven om massens bevarelse. Men selv om likningene var kjent fra før, var de ikke nødvendigvis løsbare. Bjerknæs var fullt klar over at både oversikt over værvariablene og løsning av de kompliserte differensiallikningene foreløpig ikke var mulig, men nå var i hvert fall problemet avgrenset. Heretter gjaldt det å utbedre alle faktorer i værvarslingen ut i fra to vitenskapelige prinsipper: diagnose og prognose. Ved å bringe fysikk inn i meteorologi på denne måten løftet han meteorologidisiplinens status.

I 1905 holdt Bjerknæs en forelesning i Washington D.C. om sin visjon for meteorologi og værvarsling. En av tilhørerne, Robert S. Woodward var president i det nylig etablerte Carnegie Institute, en stiftelse grunnlagt av stålmagnaten Andrew Carnegie for å fremme naturvitenskapelig forskning.⁶⁷ Woodward oppfordret Bjerknæs til å søke Carnegie om støtte.⁶⁸ Søknaden ble innvilget tidlig i 1906, noe som skulle få enorm betydning for Bjerknæs' videre virke som vitenskapsmann. Han fikk æren av å være «research associate» ved Carnegie-instituttet, og ble resten av karrieren tildelt forskningsmidler som han brukte til å lønne vitenskapelige assistenter. Bjerknæs evnet å rekruttere kompetente medarbeidere og erstatte dem etter hvert som de vokste ut av assistentrollen og fikk egne stillinger.⁶⁹

I en viktig periode etter unionsoppløsningen var Bjerknæs professor ved Det kongelige Frederiks universitet i Kristiania, men i 1912 ble han kalt til å bygge opp meteorologisk forskning ved universitetet i Leipzig. Der var den ambisiøse planen å kombinere teoretiske og aerologiske studier. Aerologi er vitenskapen om den frie atmosfære, og den kunne utforskes takket være de seneste årenes utvikling innen ballonger. Da første verdenskrig brøt ut, ble imidlertid forutsetningene for å drive et vitenskapelig institutt i Tyskland gradvis forverret, noe mange i Norge fikk med seg. Etter flere initiativer for å få ham tilbake, fra blant

⁶⁷ Robert E. Kohler, *Partners in science: Foundations and natural scientists 1900–1945* (Chicago: The university of Chicago press, 1991), 7.

⁶⁸ Friedman, *Appropriating the weather*, 57.

⁶⁹ Arnt Eliassen, «Vilhelm Bjerknæs and his students», *Annual review of fluid mechanics* 14, nr. 1 (1982).

andre Fridtjof Nansen og Bjørn Helland-Hansen, etablerte Bjerknes seg i Bergen i 1917 og ble professor ved et helt nytt Geofysisk institutt.

Norske forskningsprosjekter innen geofysikk på denne tiden var preget av patriotisme på nasjonens vegne. De ulike geofysiske vitenskapene gikk delvis inn i hverandre, og miljøet var oversiktlig og med samhold på tvers av disiplinene. Ved hjemkomsten til Norge utnyttet Bjerknes sin personlige status og nettverket av dyktige norske geofysikere til å få etablert Norsk geofysisk forening og dens fagpolitiske gren Geofysisk kommisjon. Gjennom dette initiativet kunne aktører innen beslektede vitenskaper koordinere framstøt overfor myndighetene slik at de geofysiske vitenskapene ble sikret pengestøtte.⁷⁰

Bergensskolen

Bjerknes fryktet små forhold og begrensede ressurser til forskningen sin, og innså at han burde utvikle metoder for praktisk værvarsling i sin meteorologi. Han lyktes i å overbevise regjeringen med argumenter om at værvarslingstjenestene var viktige for landbruket, fiskerinæringen og den gryende militære luftfart. Han sikret økonomisk og institusjonell støtte til kombinasjonen værvarsling og forskning. I tillegg kunne Bjerknes, som Yngve Nilsen og Magnus Vollset viser, etablere sitt program på velfungerende strukturer i de norske værvarslingstjenestene.⁷¹ Meteorologisk institutt hadde lenge hatt ulike vitenskapelige tilnærminger til værvarslingsspørsmålet.⁷² Bjerknes' tidligere assistent Theodor Hesselberg var nylig blitt ansatt som direktør med begrunnelsen at han hadde større vitenskapelig produksjon.⁷³

Med seg som Carnegie-assistent fra Tyskland hadde han sønnen Jacob «Jack» Bjerknes og Halvor Solberg. Begge var svært unge. Jacob (født i 1897) hadde ikke rukket å avlegge en

⁷⁰ Robert Marc Friedman, «Civilization and national honour: The rise of Norwegian geophysical and cosmical science», i *Making sense of space: The history of Norwegian space activities*, red. av John Peder Collett (Oslo: Scandinavian university press, 1995), 26–27.

⁷¹ Yngve Nilsen og Magnus Vollset, «Bergensskolens første år», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016. Særlig dette kapitlet, men også resten av verket argumenterer for at Vilhelm Bjerknes hadde mer å takke det eksisterende meteorologiske apparat for enn hva som kommer fram i hans egne og flere andres beretninger.

⁷² Eksempler inkluderer klimatologi og studier av jordmagnetisme og nordlys, se Yngve Nilsen og Magnus Vollset, «Geofysikk i værvarslingens tjeneste», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016.

⁷³ Nilsen og Vollset, «Bergensskolens første år».

eneste eksamen da han i 1916 gikk inn i farens forskning på fast basis. Solberg, som var to år eldre, var blitt cand.mag. og hadde vært assistent for Størmer og Vegards nordlysforskning, før Bjerknæs rekrutterte ham. Takket være Vilhelm Bjerknæs' gode relasjoner til Sverige sluttet også den nyutdannede svenske meteorologen Tor Bergeron seg til den vesle forskergruppa.

Dermed oppsto Bergensskolen i meteorologi. I juli 1918 ble Jacob Bjerknæs ansatt som meteorolog ved Det Meteorologiske Observatorium i Bergen for å bestyre en spesialvarsling for landbruket.⁷⁴ Solberg reiste til Meteorologisk institutt i Oslo og fikk ansvar for tilsvarende varslingstjeneste for Østlandet.⁷⁵ Innen 1920 var varslingen i Bergen blitt institusjonalisert i den nye Veirvarslinga paa Vestlandet, med den nå 22 år gamle Jacob som leder. Bergeron vekslet mellom Bergen og Stockholm, og det samme gjorde etter hvert flere svenske medarbeidere.

Begrepet Bergensskolen dekker både en bestemt tilnærming til værvarslingsproblemet og et forskningsprogram som utdannet meteorologer på en bestemt måte. Tilnærmingen besto i å systematisk analysere værkart for å forstå utviklingen av atmosfærebevegelsene. Akkurat dette arbeidet var ikke Vilhelm Bjerknæs involvert i. Han var ikke den som utførte forskningen, han administrerte og la til rette for de yngre medarbeidernes virksomhet. I tillegg var framgangsmåtene i stor grad basert på Bjerknæs' tidligere arbeid og innsikter.⁷⁶

Det første, og sannsynligvis aller viktigste, resultatet av gruppas arbeid var Jacob Bjerknæs' modell for sykloner (lavtrykk), som han i oktober 1918 lanserte i artikkelen «On the Structure of Moving Cyclones».⁷⁷ I de neste årene samarbeidet Jacob Bjerknæs, Solberg og Bergeron tett om å beskrive sykloners utvikling og levetid. Etter syklonmodellen til Bjerknæs

⁷⁴ Finn Spinnangr, «Værvarslinga på Vestlandet gjennom 25 år», i *Værvarslinga på Vestlandet 25 år: Festskrift utgitt i anledning 25-års jubileet 1. juli 1943* (Bergen: 1943), 63.

⁷⁵ «Solberg, Halvor Skappel», i *Studentene fra 1912: Biografiske opplysninger samlet til 25-års-jubileet 1937*, red. av Jonas Jansen (Oslo: 1927), 327–328.

⁷⁶ Arnt Eliassen. «Vilhelm Bjerknæs's early studies of atmospheric motions and their connection with the cyclone model of the Bergen school», i *The life cycles of extratropical cyclones 1*, red. av Sigbjørn Grønås og Melvyn A. Shapiro (Bergen: 1994), 3, 11.
Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnset», 80–81.

⁷⁷ Jacob Bjerknæs, «On the structure of moving cyclones», *Monthly weather review* 47, nr. 2 (1919).

Friedman, *Appropriating the weather*, 128.

den yngre, fulgte de andre medarbeiderne opp med beskrivelser og forklaringer av andre elementer i atmosfærebevegelsene. Solberg observerte et skarpt skille mellom kald polarluft og varm luft fra tropiske strøk, og så at lavtrykk gjerne oppsto langs denne grensen.⁷⁸ Etter noen år med gradvis konseptualisering fikk grensen navnet polarfronten, inspirert av frontene på slagmarken i verdenskrigen. Solberg presenterte utviklingen av en bølge på en øst-vestgående frontflate, og Tor Bergeron beskrev sykloner i ferd med å dø ut.⁷⁹ Alle disse resultatene hadde det til felles at de sprang ut fra en praktisk-vitenskapelig tilnærming, der utgangspunktet var tilgjengelige værkart, og sluttproduktet var forbedrede værvarslingsmetoder. Målet var å produsere resultater direkte anvendbare i værvarslingen.

Vilhelm Bjerknes og hans medarbeidere utviklet nye begreper og innførte ny værvarslingspraksis, og det ble tidlig viktig for Bjerknes å spre disse ideene ut til meteorologiske institusjoner i andre land. Påvirkningsarbeidet for å utbre Bergensskolens metoder vedvarte de neste årene og var en viktig del av Bergensskolens selvforståelse. Den aktive misjoneringen og de lovende resultatene de kunne vise til fungerte godt. Spesielt var frontbegrepet viktig. Polarfronten var for bergensmeteorologene en ny idé og modell som var enkel å formidle og som ga dem et fundament for videre utvikling av metodene.⁸⁰ Begrepet var også en markør som enkelt bestemte om man tilhørte Bergensskolen eller ikke, noe som ga alle som bifalt frontanalysen en felles meteorologisk identitet. Bergensskolen ble raskt en merkelapp for metodisk, objektiv og god værvarsling, og både metodene og personene bak dem ble ettertraktet ved universiteter og meteorologiske institusjoner i andre land.

Det er interessant å observere at værvarslingsprinsippene Bergensskolen utviklet fra 1918, fikk mye større betydning i samtiden enn hva Bjerknes hadde oppnådd da han i 1904 formulerte differensiallikningene som beskrev atmosfærens bevegelser. Selv om polarfrontmodellen fulgte Bjerknes' skjema med diagnose og prognose, inneholdt den ikke forsøk på å løse likningene eller gi grunnleggende forklaringer på hvorfor værssystemene oppførte seg slik de gjorde. Syklonene og frontbegrepet hadde et pragmatisk utgangspunkt.

⁷⁸ Øyvind Grøn, «Halvor Solberg», i *Norsk biografisk leksikon*, https://nbl.snl.no/Halvor_Solberg (oppført 17. juni 2016).

⁷⁹ Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnset», 80.

⁸⁰ Friedman, *Appropriating the weather*, 195.

Det ble imidlertid gjort ett, spektakulært forsøk på å regne ut været ved hjelp av Bjerknæs' likninger, eller de primitive likninger som de ofte blir kalt.⁸¹ I løpet av en tiårsperiode, deriblant under mildt sagt trykkende arbeidsforhold som ambulansesjåfør under første verdenskrig, utarbeidet britten Lewis Fry Richardson alternative formuleringer av likningene. Løsningsmetoden var basert på differensregning. Det geografiske området han studerte ble inndelt i et rutenett slik at hver rute inneholdt en verdi av alle værvariablene. Hver gang Richardson trengte den deriverte av en variabel erstattet han den med et slags gjennomsnitt av differansen av variabelen og variablene i naborutene. På den måten kunne han trinnvis regne ut endringen av samtlige variable i samtlige ruter.⁸² Metoden var ekstremt tidkrevende og ga totalt uriktige resultater. For eksempel kom han fram til trykkforandringer som var 10 til 100 ganger større enn de faktiske verdiene. Årsaken har i ettertid blitt forklart som en kombinasjon av tre feilkilder: for det første samtidens mangelfulle værobservasjoner, for det andre innbyrdes vekting mellom ledd i likningene, noe som stilte mye større krav til nøyaktige inn-verdier enn Richardson var i stand til å oppnå, og for det tredje en uoppdaget matematisk effekt kalt numerisk stabilitet: at valg av rutenett og tidsintervall må oppfylle visse betingelser diktert av likningene for at ikke små feil skal vokse og bli store.⁸³ Richardsons liknings- og løsningsystem var ikke tilstrekkelig balansert.

Richardson utga sin prosedyre og sine resultater i bokform i 1922.⁸⁴ Utgivelsen ble gjenstand for en hel del oppmerksomhet i meteorologiske miljøer. Vilhelm Bjerknæs fattet for eksempel stor interesse for forsøket, som angivelig forsikret ham om at det hadde vært et fornuftig valg å gå bort fra direkte anvendelse av atmosfærelikningene. Og verken Richardson selv eller noen andre gjorde et nytt forsøk på å regne ut været ved hjelp av metoden.⁸⁵ Likningene til Bjerknæs ble først tatt i bruk etter andre verdenskrig da teknologi i form av regnemaskiner ga forskere tro på at de kunne løses. Richardsons bestrebelse passet imidlertid så godt inn i allmenne forestillinger om den eksentriske ensomme forsker at han

⁸¹ Primitiv i betydningen opprinnelig, ikke underutviklet.

⁸² Seymore L. Hess, *Introduction to theoretical meteorology* (New York: Henry Holt and company, 1959), 312–313.

⁸³ Hess, *Introduction to theoretical meteorology*, 314–315.

Kravet til numerisk stabilitet kalles Courant-Friedrichs-Lewy-betingelsen og ble formulert i 1928.

⁸⁴ Lewis F. Richardson, *Weather prediction by numerical process* (Cambridge: Cambridge university press, 1922).

⁸⁵ Nebeker, *Calculating the weather*, 81–82.

fikk mye honnør. I så godt som samtlige framstillinger av numerisk værvarsling blir Richardson løftet fram som forløper til senere vitenskapelige framganger.

Vilhelm Bjercknes og kulturpolitikken

Bjercknes flyttet fra Bergen til Oslo i 1926 og ble professor ved universitetet, blant annet motivert av et ønske om å sikre mer statlig støtte til ren forskning. Gjennom 1920- og 30-tallet argumenterte han, i foredrag, artikler og direkte henvendelser til myndighetene, for at veien ut av økonomiske nedgangstider og kulturell underutvikling gikk gjennom målrettet støtte til vitenskap.⁸⁶ Hvis ikke det kom en mer helhetlig tanke rundt alt som angikk vitenskapen, ville Norge stagnere ytterligere og ikke komme ut av de økonomiske vanskene man var inne i. Mer støtte til forskning ville imidlertid effektivt motvirke arbeidsløsheten og gi hele samfunnet et løft.⁸⁷

Bjercknes brukte betegnelsen *forskningsalderen* om tiden man var inne i, og *kulturpolitikk* om samfunnets vilje til å anvende ekspertise og erfaring til befolkningens beste. Bakgrunnen for begrepene var at den vitenskapelige utvikling hadde gitt mennesker herredømme over verden. Makten over naturen og kulturen førte med seg et ansvar om å virke for det beste for menneskeheten, noe stadig flere vitenskapsmenn erkjente. Nå, i forskningsalderen, hadde en samlet vitenskapelig verden blikket rettet forover, og det øvrige samfunnet måtte ta del i utviklingen. «Det blir en vitenskap for sig å trekke de sociale og politiske konsekvenser av forskningsalderens opdagelser», uttalte han i 1937.⁸⁸ Bjercknes viste enorm tro på vitenskapens positive innvirkning og på genier, utvalgte forskere som kunne trosse motvilje og tilbakeslag, og på egenhånd bringe verden framover.⁸⁹

Bjercknes' konseptualisering av forskningsalderen kom gjennom en selvutviklet historisk analyse. Han anvendte vitenskapshistorien og egne erfaringer til å sette diagnose på samtidens *kulturpolitikk*, og angi prognose for Norges framtid som kulturnasjon. Utviklingen

⁸⁶ Friedman, *Appropriating the weather*, 242 (fotnote).

⁸⁷ Se Anne Kristine Børresen, «Fra tegneøving til regneøving – om undervisning og forskning innen elektronikk 1945–1970», STS-rapport nr. 12, 1991, 1–2.

⁸⁸ Vilhelm Bjercknes, «Forskningsalderen», *Samtiden* 47 (1936), 184.

⁸⁹ Vilhelm Bjercknes, «Heinrich Hertz og femtiårsminnet for opdagelsen av de elektriske bølger», *Samtiden* 50 (1939), 540–541.

som ledet til forskningsalderen, hadde foregått uten betydelige norske bidrag. Norge var en utkant i verden, og vitenskapelige framskritt hadde oftere skjedd til tross for enn på grunn av myndighetenes arbeid for å legge til rette for forskere. Forskningspolitikken var ikke-eksisterende eller virket mot sin hensikt; norsk skolevesen var i en skrøpelig tilstand. Videre hadde politikerne gjennom flere generasjoner sviktet sitt ansvar, ikke av ond vilje, men fordi de var tankeløse og ikke tok inn over seg vitenskapens direkte betydning for velstandsvekst og kulturell modning. Kulturpolitikken oppgave var «å bringe de rette forskerbegavelser fra folkedypet frem til forskningsfronten, og den nyhvervede viden fra forskningsfronten til arbeidsmarken».⁹⁰

Løsningen hans var at styringen av naturvitenskapen måtte følge en rasjonell plan. Dette innebar ikke at forskere skulle detaljstyres, tvert imot. Et viktig prinsipp var å la forskerne forvalte sin egen tid og sine egne midler. Samtidig måtte det opprettes flere stillinger løfterike forskere kunne gå inn i. De måtte gis muligheter ved universitet, ved andre vitenskapelige institusjoner, i industrien og i skoleverket, slik at dyktige kandidater kom i gode, trygge posisjoner. Derfor trengte man kyndige administratorer som forsto seg på forskningen, og som visste når man skulle styre og når man skulle trekke seg unna.

For Bjerknes var Tyskland et land der enkeltpersoners initiativ fikk bedre og mer organisert støtte, og Sverige et land hvor store formuer fra tekniske-vitenskapelige oppfinnelser ble tilbakeført til grunnforskningen.⁹¹ Det ikke ubetydelige politiske aspektet ved tysk vitenskap på 1930-tallet ble ikke brakt på bane. Bjerknes forankret sin strategi i egne erfaringer fra flere år tilbake.

I et foredrag som senere ble trykket i *Samtiden*, presenterte han to konkrete forslag. Lærerutdanningen måtte reformeres, og det måtte opprettes en stilling som «ekspedisjonschef for universitetet, høiskoler og forskning».⁹² Bjerknes ønsket nok helst et nytt departement til å administrere forskning og vitenskapelig undervisning, men en sjef for forskningen burde kunne innføres rimelig enkelt.

⁹⁰ Bjerknes, «Kulturpolitikk og arbeidsløshet», *Samtiden* 46 (1935), 510.

⁹¹ Bjerknes, *Forskningsalderen*, 187.

⁹² Rune Slagstad, *Kunnskapens hus: fra Hansteen til Hanseid* (Oslo: Pax, 2000), 53; Bjerknes, «Kulturpolitikk og arbeidsløshet», 515.

På det siste punktet fikk Bjerknes viljen sin. I 1938 ble Kulturavdelingen etablert under Kirke- og undervisningsdepartementet. Avdelingen fikk forvaltningsansvaret for blant annet de vitenskapelige institusjonene. Bjerknes og tidligere universitetsrektor Sem Sæland var med på å utforme kulturavdelingens mandat, og de håndplukket Olaf Devik til stillingen som ekspedisjonssjef.⁹³ Devik hadde erfaring fra de aller fleste norske vitenskapelige institusjoner, hans vitenskapelige karriere ble til og med innledet som Carnegie-assistent for Bjerknes. Han burde være en perfekt kandidat til å administrere forskningen. Devik fikk det viktige ansvaret å sørge for at Norge var «med ved forskningsfronten, der hvor alt gjærer og veksler».⁹⁴

Med initiativene om kulturpolitikken viste Bjerknes at han trodde det var mulig å bedre vitenskapens stilling i samfunnet og bringe Norge inn i forskningsalderen. Han var imidlertid direkte pessimistisk på vegne av den vitenskapelige meteorologien. Som nevnt innledningsvis i kapitlet mente Bjerknes at disiplinen hadde mislykkes i å opprettholde sin definisjonsmakt over hva meteorologi skulle være. Værvarslingens kunder hadde stor påvirkningskraft over værtjenestene og dermed også over meteorologiutdanningen og meteorologiforskningen. Det meteorologiske proletariatet ble satt til å løse oppgaver andre hadde gitt. Situasjonen var forskjellig fra da han selv fikk anledning til å forme forskningen og værvarslingen. Meteorologiens vitenskapelige autoritet var blitt svekket, selv om disiplinen og profesjonen fortsatt var respektert. Samtidig som Bergenskolen internasjonale autoritet var sterk, følte Bjerknes at den nasjonale autoriteten forvitret.

Amerikanske penger

Amerikanske penger har lange tradisjoner i norsk vitenskap. Bjerknes hadde siden 1905 mottatt en jevn strøm av forskningsmidler fra Carnegie-stiftelsen. I tillegg ble den nærmest utømmelige Rockefeller-stiftelsen en særdeles viktig bidragsyter på 1920- og 1930-tallet. Rockefeller-donasjonene ble ledsaget av investeringer fra norske myndigheter og brakte betydelige løft på flere områder. Først ut var nordlysobservatoriet i Tromsø. Mye av norsk nordlysforskning hadde siden 1899 foregått ved observatoriet som Kristian Birkeland

⁹³ Olaf Devik, *Blant fiskere, forskere og andre folk* (Oslo: Aschehoug, 1971), 145–147.

⁹⁴ Slagstad, *Kunnskapens hus*, 53; Bjerknes, «Kulturpolitikk og arbeidsløshet», 515.

oppførte på den avsidesliggende Halddetoppen ved Kåfjord. Etter et tiltak fra Birkelands etterfølger som fysikkprofessor, Lars Vegard, bevilget Rockefeller-stiftelsen i 1926 75 000 dollar til oppføring av et nordlysobservatorium med en mer praktisk beliggenhet. Pengene dekket byggekostnadene og nødvendig vitenskapelig utstyr.⁹⁵ Som en del av avtalen, forpliktet norske myndigheter seg til å sikre driften av observatoriet og opprettet samtidig en avdeling for magnetisme ved Geofysisk institutt i Bergen. Avdelingen skulle bidra i å analysere data fra det nye observatoriet.⁹⁶

Nordlysobservatoriet i Tromsø ble etablert før store militærmakter begynte å interessere seg for atmosfæren i nevneverdig grad, og det lå ikke militære eller strategiske interesser bak støtten fra Rockefeller-stiftelsen. Viktige argumenter for støtten var den unike beliggenheten i nordlysbeltet, Skandinavias årelange tradisjoner for nordlysforskning og at observatoriet innlemmet forskning på jordmagnetisme og solflekker. Man så muligheten til å legge til rette for grunnleggende forskning og sikre internasjonal utveksling av Rockefeller-stipendiater og andre forskere.⁹⁷

Så snart nordlysobservatoriet sto ferdig, bevilget Rockefeller midler til en ny norsk vitenskapelig institusjon. Astrofysisk institutt, som med rette bærer navnet Svein Rosselands hus, ble brukt som brekkstang for å få fart på utbyggingen av universitetsområdet på Blindern. Bygningen og instituttet ble også stedet der teoretisk meteorologisk forskning ble hjemmehørende.

Rosselands institutt

Svein Rosseland hadde en kort periode fra 1919 vært assistent for Vilhelm Bjerknes i Bergen, men han fant seg aldri helt til rette med arbeidet, som var i overkant praktisk etter hans smak. Bjerknes hadde merket seg Rosselands evner i teoretisk retning og var delaktig i å ordne et opphold for ham ved Niels Bohrs institutt for teoretisk fysikk i København.⁹⁸

⁹⁵ Reidulv Larsen og Steinar Berger, *Nordlysobservatoriet – historie og erindringer* (Tromsø: 2000), 6–9.

⁹⁶ Friedman, «Civilization and national honour», 32.

⁹⁷ Friedman, «Civilization and national honour», 30–31.

⁹⁸ Randi Marie Lokøy Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger: Svein Rosseland og innføringen av forskningsrettet arbeid ved Universitetet i Oslo», hovedoppgave i teoretisk astrofysikk ved Universitetet i Oslo, 2004, 15.

Dette var et mer passende miljø for Rosseland, som ble værende i København fra 1920 til 1924. Ved Bohr-instituttet fikk han kjennskap til moderne atomfysikk og brukte innsikten han opparbeidet seg til astrofysiske problemstillinger.

Rosseland fikk stor anerkjennelse for forskningen sin og ble en ettertraktet vitenskapsmann. I desember 1927 ble han utnevnt til professor i astronomi ved Universitetet i Oslo. Å bestyre universitetets observatorium var professorens viktigste oppgave, så utnevnelsen av teoretikeren Rosseland framfor søkere mer skolert i klassisk astronomi skjedde ikke uten kontroverser.⁹⁹ Han gikk heller ikke inn i arbeidet med nevneverdig entusiasme.

Observatoriet ble oppført i 1830-årene og lå ved Solli plass, som aldri hadde vært en ideell plassering for et astronomisk observatorium – og i hvert fall ikke nå hundre år senere.

Rosseland hadde liten tro på at noe av vitenskapelig verdi ville bli produsert der.¹⁰⁰ I tillegg var ikke undervisningen i astrofysikk noen umiddelbar suksess all den tid studentene ikke hadde de rette forkunnskapene.¹⁰¹ I september 1929 dro han til Harvard University for ett års opphold som gjesteprofessor. Der fikk han etter kort tid tilbud om professorat på fast basis.¹⁰²

Vilhelm Bjerknes og de andre i kretsen som hadde sikret professoratet til Rosseland, forsto at de var nødt til å tilby ekstra gunstige vilkår for å få ham til å velge å slå seg til ro i hjemlandet. Et ledd i denne spesialbehandlingen fikk stor betydning for meteorologifaget. Halvor Solberg hadde etter sine grunnleggende bidrag til Bergensskolen vært på langvarige studieopphold i Göttingen og Paris der han fordypet seg i matematikk og hydrodynamikk. Siden 1927 hadde han igjen vært assistent for Vilhelm Bjerknes, og han lå godt an til en professorstilling. Hans snarlig forventede professorat ble på strategisk vis koblet til Rosseland-saken.¹⁰³ Det akademiske kollegium foreslo å opprette professorstillinger til Solberg samt økonomen Ragnar Frisch, men regjeringen meddelte at kun ett professorat var aktuelt. Universitetets rektor, og fysiker, Sem Sæland vurderte det slik at stilling til Solberg

⁹⁹ Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», 34–42.

¹⁰⁰ Svein Rosseland i et brev til den danske astronomen Ejnar Hertzsprung i 1929, gjengitt blant annet i Øystein Elgarøy og Øivind Hauge, *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke* (Oslo: 1994), 20.

¹⁰¹ Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», 44.

¹⁰² Elgarøy og Hauge, *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke*, 20–21.

¹⁰³ Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», 57.

var viktigst, fordi dette ville øke muligheten for at Rosseland ville komme hjem til Norge.¹⁰⁴ Rosseland og Solberg gikk godt overens og kunne innlede vitenskapelig samarbeid. Sæland håpet altså disse to stillingene ville gi positive ringvirkninger. I 1930 fikk dermed Halvor Solberg et personlig professorat i teoretisk meteorologi.

Myndighetene gikk med på å selge tomter omkring observatoriet og bruke inntektene til et fond for astrofysisk forskning. Rosseland ønsket et eget institutt for teoretisk astrofysikk, gjerne i observatoriets lokaler dersom de ble pusset opp. Gjennom sin kollega ved Harvard, Harlow Shapely, ble han gjort kjent med mulighetene om å få støtte fra Rockefeller-stiftelsen. Shapely ba på Rosselands vegne om 20 000 dollar til én eller to assistenter og oppussing av de nedslitte lokalene til observatoriet i Oslo. Etter alle tiltakene for å legge forholdene til rette for ham, bestemte Rosseland seg til slutt for å avslå tilbudet fra Harvard og vende tilbake til Oslo.

Lederen for Rockefeller-stiftelsens europakontor, Lauder William Jones, var i Norge i august 1930 i anledning åpningen av nordlysobservatoriet. Da Jones besøkte Rosseland og andre vitenskapsmenn i Oslo, fikk han vite at myndighetene hadde bevilget store summer til universitetet for nybygg til fysikk og kjemi på Blindern. Planene innebar imidlertid ikke kontorplass for Vilhelm Bjerknes, Svein Rosseland, Halvor Solberg og Carl Størmer. Jones erkjente at en bygning for disse tre i tilknytning til fysikk- og kjemibygningen på Blindern ville være atskillig mer hensiktsmessig enn oppussing av det gamle observatoriet i sentrum.¹⁰⁵ Tanken om et nytt fellesinstitutt ble tatt svært godt imot av Bjerknes, Solberg og Sæland, mens Rosseland i utgangspunktet var mer avmålt.¹⁰⁶ Mest av alt ønsket han å kunne drive egen forskning uforstyrret, men etter kort tid gikk han like fullt helhjertet inn for de utvidede planene. Forhandlingene dro ut, men Rockefeller-stiftelsen, Rosseland og universitetet kom til enighet. Astrofysisk institutt åpnet i 1934. Bygningen inkluderte blant annet en leilighet for Rosseland og hans familie.

¹⁰⁴ Olav Bjerkholt, «A turning point in the development of Norwegian economics – the establishment of the University Institute of Economics in 1932», Memorandum No 36., Department of Economics, University of Oslo (2000), 29–31.

Ifølge Bjerkholt ønsket regjeringen Frisch, men Sæland trumfet gjennom Solberg etter press fra Vilhelm Bjerknes. I 1931 ble Ragnar Frisch tilbudt professorat ved Yale University, men etter et initiativ som minner om arbeidet for å holde Rosseland i Norge, takket Frisch ja til å bli professor ved universitetets nye Økonomiske institutt, med støtte til driften fra Rockefeller-stiftelsen.

¹⁰⁵ Friedman, «Civilization and national honour», 35.

Astrofysisk institutt i Oslo ble et slags superinstitutt med fire internasjonale størrelser innen fysikk – Bjerknes, Rosseland, Solberg og Størmer – samlet under ett tak. Rockefellerstiftelsen så det som svært fordelaktig å forene de fire forskerpersonlighetene i samme bygning slik at de kunne samarbeide på tvers av faglige skillelinjer. Fagene de fire vitenskapsmennene representerte er tilgrensende, spesielt ville hydrodynamikken være et felles verktøy.¹⁰⁷ Været dannes i den nedre del av atmosfæren, i troposfæren, og nordlys dannes i de virkelig høyereliggende delene, i ionosfæren. Gjennom samlokaliseringen ble studiet av den nedre og den øvre atmosfæren brakt sammen med studiet av verdensrommet. I tillegg til de vitenskapelige resultatene Rosseland ville kunne skape innen teoretisk astrofysikk, sikret instituttet at Norges ledende stilling innen de geofysiske vitenskaper kunne videreføres. I hvert fall var intensjonen at dette skulle skje.

I realiteten ga den unike organiseringen få stordriftsfordeler. Det er vanskelig å finne tegn på inngående samarbeid mellom disiplinene. Med den økonomiske situasjonen på 1930-tallet måtte vitenskapsmennene konkurrere om de samme sparsomme universitetsbevilgningene.¹⁰⁸ Rosseland var instituttets administrator og ansikt utad i årene etter at instituttet var blitt etablert. Selv om han etter alle solemerker gikk godt overens med de øvrige vitenskapsmennene, forsket Rosseland mindre og mindre selv, så noe vitenskapelig samvirke ble ikke realisert. I tillegg fryktet han at den teoretiske astrofysikken skulle bli forbigått av de andre disiplinene i pengefordelinger, og sørget for å motvirke dette.

Carl Størmer hadde gjennom hele karrieren vært en utpreget selvstendig forsker.¹⁰⁹ Han fortsatte sin vanlige virksomhet også i de nye omgivelsene. Bjerknes gikk av med pensjon allerede før bygningen sto ferdig, men fikk eget kontor og fortsatte å medvirke i miljøet.

Differensialanalysatoren

Av de 105 000 dollar Rockefeller-stiftelsen donerte til Institutt for teoretisk astrofysikk, var 15 000 øremerket vitenskapelig utstyr.¹¹⁰ Rosseland ønsket å bruke midlene til en

¹⁰⁶ Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», 69.

¹⁰⁷ «Norge får verdens første astrofysiske spesial-institutt», *Aftenposten*, 9. mai 1931.

¹⁰⁸ Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», 102.

¹⁰⁹ Friedman, «Civilization and national honour», 39.

differensialanalysator tilsvarende den Vannevar Bush hadde fått konstruert ved Massachusetts Institute of Technology (MIT) mellom 1927 og 1930. Bush var elektroingeniør og ble senere en ruvende forskningspolitisk skikkelse i USA. Differensialanalysatoren var en regnemaskin som skulle analysere (det vil si løse) differensiallikninger. Maskinen var mekanisk og analog.

Rosseland så nytten for en slik innretning på instituttet. De fire professorene hadde alle behov for å løse differensiallikninger i sin forskning, så dette ville være en fornuftig investering.¹¹¹ Etter omfattende korrespondanse med Bush, og etter å ha studert maskinen ved MIT over en lengre periode i 1933, reiste han tilbake til Norge og påbegynte konstruksjonen av en forbedret versjon i Oslo. Da den sto ferdig i 1938, var differensialanalysatoren ved Universitetet i Oslo den kraftigste regnemaskinen i verden.¹¹² Den hadde 12 integratorer og dekket et areal på 17 kvadratmeter i kjelleren på instituttet. Rosseland skrev en artikkel om maskinen i det tyske tidsskriftet *Die Naturwissenschaften* der han presenterte potensielle anvendelser.¹¹³ Flere utenlandske forskere kom til Norge og gjorde beregninger på maskinen, blant dem den tyske astrofysikeren Martin Schwarzschild, som var ved instituttet under ferdigstillingen.

Etter at krigen var brutt ut i Norge, ble viktige deler av maskinen gravd ned i hagen utenfor instituttet for å hindre den tyske okkupasjonsmakten i å bruke den til militære formål. I september 1940 kom en tysk delegasjon til Oslo for å vurdere om maskinen skulle flyttes til Tyskland. Tyske forskere hadde opplagt sett den mulige nytten av maskinen i krigsforskningsammenheng, men det ble ikke gjort noe fra tysk side for å reparere eller flytte den.¹¹⁴ I 1941 flyktet Rosseland og familien til USA via Sverige, Sovjetunionen, Japan og Hawaii, og han deltok fra 1943 i ulike typer militær forskning i Storbritannia og USA.¹¹⁵

¹¹⁰ Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», 90; «Norge får verdens første astrofysiske spesial-institutt», *Aftenposten*, 9. mai 1931.

¹¹¹ Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», 91.

¹¹² Friedman, «Civilization and national honour», 36.

¹¹³ Elgarøy og Hauge, *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke*, 36; Svein Rosseland, «Mechanische Integration von Differentialgleichungen», *Die Naturwissenschaften* 27, nr. 44 (1939), 729–735.

¹¹⁴ Elgarøy og Hauge, *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke*, 36–37.

Per A. Holst, «Svein Rosseland and the Oslo analyzer», *IEEE Annals of the history of computing* 18, nr. 4

Gjennom anskaffelsen av differensialanalysatoren signaliserte Rosseland at universitetet i Oslo skulle tilby de fremste muligheter for avansert forskning, på linje med og til og med over institusjoner i andre land. Med unntak av å more seg med å lage sinuskurver og sirkler,¹¹⁶ brukte han den ikke selv, men maskinen var et middel til å tiltrekke dyktige forskere til instituttet. Differensialanalysatoren var den første matematikkmaskinen i Norge, og medførte en forventning i det vitenskapelige miljøet om at kompliserte utregninger ikke trengte å være et uoverstigelig hinder. Rosseland-biografene Øystein Elgarøy og Øivind Hauge har skrevet at maskinen skapte den første forståelse i Norge for behovet av matematikkmaskiner.¹¹⁷ Dette er naturligvis helt riktig. Jeg synes likevel ikke beskrivelsen forteller så mye, siden det ikke finnes en kontinuerlig sammenheng mellom forståelsen i samtiden av denne maskinen og forventningene senere norske matematikkmaskiner ble møtt med. Krigen medførte teknologiske nyvinninger og et brudd i tenkemåte, som sammen endret forestillingene om hva slike maskiner kunne bidra til. Men differensialanalysatoren var utvilsomt viktig i vitenskapelig arbeid og uttrykte med all tydelighet at Rosseland svært gjerne ønsket å drive et førsterangs forskningsinstitutt. Maskinen ble for øvrig ikke brukt innen meteorologi i de få årene den var i drift. Den ble imidlertid brukt til en oseanografisk utregning om interne bølger, i tillegg til matematiske problemer fra såpass ulike felt som akustikk og skogbruk.¹¹⁸

Osloskolen: Tilbake til røttene

Vilhelm Bjerknes var ikke involvert i praktisk meteorologi og drev mot slutten av karrieren med teoretisk fysikk inspirert av faren Carl Antons arbeider fra 1800-tallet. Bjerknes' teoretiske tilbakevending ble speilet av aktiviteten blant hans medarbeidere i Oslo i 1930-

(1996), 22–23.

Holst spekulerer i om årsaken til at den tyske krigsmakten ikke tok i bruk maskinen var at delegasjonslederen, professor Alwin Walther, rett og slett hadde motforestillinger til å konfiskere denne type materiell fra okkuperte nasjoner. Derfor tok han ikke videre initiativ til å få flyttet maskinen etter han skrev en rapport om besiktigelsen. For øvrig fantes det allerede liknende innretninger i Tyskland, om enn noe mindre.

¹¹⁵ Elgarøy og Hauge, *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke*, 38–43.

¹¹⁶ Svein Rosseland til Halvor Solberg, 8. mars 1937, boks 1, mappe merket 1937, Halvor Skappel Solbergs arkiv, Riksarkivet, Oslo [Heretter kalt Halvor Solbergs arkiv].

¹¹⁷ Elgarøy og Hauge, *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke*, 37.

¹¹⁸ Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 505.

årene. De viktigste utøverne av meteorologisk og hydrodynamisk forskning ved universitetet i dette tiåret var Halvor Solberg, Carl Ludvig Godske og Einar Høiland, de to sistnevnte nye Carnegie-assistentene. Forskningsvirksomheten disse etablerte har fått navnet Osloskolen, som spesielt knyttes til Høiland. Den var en teoretisk forskerskole, forskjellig fra den praktiske Bergenskolen.¹¹⁹ Betegnelsen Osloskolen er ikke mye i bruk, men så er heller ikke virksomheten omtalt i særlig stor grad. Skoleretningen kan ikke måle seg med sin forløper i vest hva angår utbredelse og innflytelse. Det vitenskapelige arbeidet langs disse linjene var imidlertid i større grad i overensstemmelse med Vilhelm Bjerknes' opprinnelige program om å gjøre meteorologi til matematisk fysikk.

Når det gjelder forskningen, var to temaer gjennomgående: stabilitet av lineær strøm og det å betrakte atmosfæren som en sirkulær virvel. Selv om polarfrontteorien viste seg uvurdelig i værvarslingen, reiste den en betydelig teoretisk utfordring: Hvordan bevise at de hydrodynamiske likningene har løsninger som tar form som virvler på en ustabil front?¹²⁰ At atmosfæren ikke er stabil, er helt åpenbart. Den er i stadig bevegelse; det er derfor vi har vær. Å gi en matematisk beskrivelse av atmosfærisk instabilitet var imidlertid svært innfløkt. Godske, Høiland og Solberg nærmet seg tematikken med verktøy fra matematisk hydrodynamikk, og i vekslende grad vilje til å foreta forenklinger basert på innsikt i den fysiske realiteten av fenomenene. Relevans for værvarsling kom i andre eller tredje rekke.

Carl Ludvig Godske ble assistent for Vilhelm Bjerknes i 1929 og var involvert i arbeidet med den matematiske formalismen i Bergenskolens samleutgivelse *Physikalische Hydrodynamik*.¹²¹ I 1934 disputerte han til doktorgrad på et hydrodynamisk emne.¹²² I årene som fulgte var han universitetsstipendiat og studerte matematikk i Istanbul, London og Paris, før han i 1938 ble tilknyttet Christian Michelsens institutt i Bergen. Godske var ellers

¹¹⁹ Carl Ludvig Godske, *Hvordan blir været? Meteorologi for alle* (Oslo: J. W. Cappelens forlag, 1956), 42; Se også Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnset», 81.

¹²⁰ Arnt Eliassen, «A brief historical account of hydrodynamic research at the University of Oslo», i *Waves and nonlinear processes in hydrodynamics*, red. av John Grue, Bjørn Gjevik og Jan Erik Weber (Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1996), 5–6.

¹²¹ Vilhelm Bjerknes, Jacob Bjerknes, Halvor Solberg og Tor Bergeron, *Physikalische Hydrodynamik mit Anwendungen auf die dynamische Meteorologie* (Berlin: Springer, 1933).

¹²² Carl L. Godske, «Die Störungen des zirkulären Wirbels einer homogen-inkompressiblen Flüssigkeit», *Avhandlingar utgitt av Det Norske videnskaps-akademi i Oslo I Matematisk-naturvitenskapelige klasse*, nr. 1 1934.

kjennetegnet av sitt uvanlig brede interessefelt.¹²³ I tillegg til sin vitenskapelige produksjon utga han bøker om blant annet kirkearkitektur og speidersak.

Da Godske fikk universitetsstipend, overtok Einar Høiland stillingen som Carnegie-assistent. Godske og Høiland var jevnaldrende (født i henholdsvis 1906 og 1907) og hadde et godt forhold seg imellom. Høiland var fra Lista på Sørlandet og hadde kjempet seg fram fra nokså trange kår. Gjennom studietiden arbeidet han på et kontor på dagtid og brukte kveldene til lesing.¹²⁴ Etter fremragende eksamensresultater ble han vervet av Bjerknæs til assistentstillingen. Høiland var i denne rollen formelt til 1946, noe som gjorde ham til den siste og lengstværende av Carnegie-assistentene. Han var svært lojal og samarbeidet tett med Bjerknæs, noe som illustreres av tittelen på doktorgradsavhandlingen hans fra 1939. I «On the interpretation and application of the circulation theorems of V. Bjerknæs» presenterte Høiland en ny fortolkning og mulige teoretiske anvendelser av Bjerknæs' sirkulasjonssats.¹²⁵ Høiland og Bjerknæs samarbeidet også om en lærebok i klassisk teoretisk fysikk, men dette arbeidet ble aldri fullført og utgitt.¹²⁶ Årsaken skal ha vært at de aldri ble enige om hvor mye plass som skulle vies eksperimentene til Carl Anton Bjerknæs fra 1800-tallet.¹²⁷ Utenom sitt eget arbeid ledet Høiland kollokvier for interesserte meteorologer og studenter ved Universitetet der diverse faglige temaer ble brakt på bane.

Halvor Solbergs forskning etter at han fikk sitt personlige professorat i teoretisk meteorologi, foregikk nokså isolert, uten direkte sammenheng med noen av kollegenes program eller med praktiske anvendelser. Solberg forble tro mot polarfrontteorien og var uvillig til å innføre matematiske tilnærminger og forenklinger. Midt på 1930-tallet gjorde han en grundig studie av symmetrisk stabilitet av en sirkulær virvel. Ved å anta bevaring av entropi og spinn utledet han en betingelse for stabiliteten. Arbeidet ble presentert på kongressen i Den

¹²³ Kåre Utaaker, «Carl Ludvig Schreiner Godske (1906–1970): Forelesning holdt ved Matematisk institutt, Universitetet i Bergen 3.12.1997», Report No. 117, Department of Applied Mathematics, Universitetet i Bergen (1998), 9.

¹²⁴ Enok Palm, «Minnetale over professor dr. philos Einar Høiland», i *Det Norske Videnskaps-Akademi Årbok 1974* (Oslo: 1974), 121.

¹²⁵ Einar Høiland, «On the interpretation and application of the circulation theorems of V. Bjerknæs», *Archiv for matematik og naturvidenskap B.42*, nr. 5 (1939); Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 492.

¹²⁶ Carl L. Godske, «5. Back in Oslo» i *In memory of Vilhelm Bjerknæs on the 100th anniversary of his birth* (Oslo: Universitetsforlaget, 1962), 22.

¹²⁷ Palm, «Minnetale over professor dr. philos Einar Høiland», 122.

internasjonale union for geodesi og geofysikk (IUGG) i Edinburgh i 1936, og utgitt på fransk i konferansepublikasjonen. Av den grunn ble ikke resultatet like godt kjent som det kanskje fortjente.¹²⁸ At samarbeidet innad på Astrofysisk institutt ikke alltid var så nært, illustreres av at Einar Høiland få år senere kom fram til nær identiske resultater i sin doktoravhandling uten å være klar over Solbergs arbeid.¹²⁹



Carl Ludvig Godske og Einar Høiland, særlig sistnevnte, holdt tett kontakt med Vilhelm Bjerknes også privat. De ble flere ganger tatt med på fjellturer til hytta Bjerknes disponerte sammen med svigerinnen Kristine Bonnevie i Rondane.¹³⁰ Her er Høiland (til venstre) avbildet ved siden av sin læremester og andre store og små hyttegjester (fotografi fra Universitetshistorisk fotobase).

Forskningsfronten flytter vestover – Carl-Gustaf Rossby

Siste halvdel av 1930-tallet, da Bergensskolens metoder for alvor hadde fått gjennomslag i meteorologiske institusjoner rundt om i verden, mottok flere norske geofysikere tilbud om stillinger ved amerikanske læresteder. Som jeg har nevnt tidligere i kapitlet, fantes det et

¹²⁸ Eliassen, «A brief historical account of hydrodynamic research at the University of Oslo», 8–9.

¹²⁹ Eliassen, «A brief historical account of hydrodynamic research at the University of Oslo», 9–10.

¹³⁰ Se Inger Nordal, Dag O. Hessen og Thore Lie, *Kristine Bonnevie: Et forskerliv* (Oslo: Cappelen Damm, 2012), 329.

heller beskjedent antall stillinger innen meteorologisk forskning i Norge. Da norske forskere i tillegg var ettertraktede, er det ikke vanskelig å forstå at enkelte slo seg ned utenlands.

Én person var i stor grad ansvarlig for at sentrale norske meteorologer havnet i USA, nemlig Carl-Gustaf Rossby. Den tidligere Bjerknes-eleven Rossby sikret på 1920- og 30-tallet Bergensskolens innflytelse ved meteorologiske institusjoner i USA og iverksatte en rekke amerikanske forskningsprosjekter og utdanningsprogrammer.

I 1919 fullførte Carl-Gustaf Rossby filosofie kandidat-eksamen ved Stockholms Högskola med fagene astronomi, matematikk og mekanikk. Han ble kort tid etter assistent for Vilhelm Bjerknes i Bergen, selv om han ikke hadde hatt noen befatning med meteorologi tidligere. Bjerknes fikk på grunn av en kortvarig, men brå økonomisk vekstperiode plutselige vansker med å lokke kvalifiserte norske studenter til sine middels betalte assistentstillinger. Han vendte seg i stedet til Sverige. Sannsynligvis ble Bjerknes tipset om den talentfulle studenten av en av sine gamle kolleger i Stockholm.¹³¹ Sammen med Erik Björkdal sluttet Rossby seg til den sterke svenske kontingenten i Bergen som var blitt innledet av Tor Bergeron kort tid i forveien. Ifølge Bergeron var arbeidet for praktisk og teknisk til å passe for Rossby, som heller søkte å trenge inn i generelle, teoretiske ideer.¹³² Rossby var like fullt blitt tilstrekkelig interessert i meteorologi til at han i 1920 reiste videre til Leipzig og studerte hydrodynamikk ved Bjerknes' gamle institutt.

Fra 1921 til 1925 arbeidet Rossby som meteorolog ved Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt i Stockholm. Han deltok også i to oseanografiske ekspedisjoner: i Arktis og rundt de britiske øyer.¹³³ Samtidig fortsatte han studiene og avla licentiateksamen i 1925. Samme år fikk han et stipend fra Sverige-Amerika-stiftelsen og begynte å arbeide ved hovedkvarteret til den amerikanske værtjenesten i Washington D.C. Rossby ønsket å innføre Bergensskolens metoder i amerikansk værvarsling, men dette var ingen umiddelbar suksess. Ledelsen ved Weather Bureau var ikke spesielt mottakelig for de nye nordiske værvarslingsmetodene. Rossby fikk imidlertid god personlig kontakt med lederen for marinens værtjeneste Francis

¹³¹ Tor Bergeron, «The young Carl-Gustaf Rossby», i *The atmosphere and the sea in motion: Scientific contributions to the Rossby memorial volume*, red. av Bert Bolin (New York: The Rockefeller institute press, 1959), 52.

¹³² Bergeron, «The young Carl-Gustaf Rossby», 52.

Reichelderfer, som også kjente godt til Bergenskolen og ivret for en værvarslingsjeneste basert på den.¹³⁴

Den meteorologiske blomstringstiden, som begynte i Norge og spredte seg til mange europeiske land etter første verdenskrig, nådde ikke USA. Forholdene for forskning var virkelig ikke lagt til rette i den amerikanske værtjenesten. Meteorologi hadde ikke noe status som universitetsfag i USA, og værvarslerne var ikke like godt utdannet som i flere europeiske land. I tillegg til Weather Bureau, som var underlagt landbruksdepartementet, hadde marinen og hæren hver sin varslingstjeneste, som begge var små og produserte spesialiserte varsler for sine respektive operative enheter. Heller ikke her var det rom for utstrakt forskningsvirksomhet.¹³⁵ Det var dessuten lite kontakt innbyrdes mellom værtjenestene, og lite kontakt mellom de meteorologiske miljøene og akademien.

Etter hvert tok Rossbys inntreden i det amerikanske meteorologimiljøet en mer positiv vending. Via et engasjement i en komité for flymeteorologi fikk han i 1928 en lærerstilling ved Massachusetts Institute of Technology i Cambridge utenfor Boston. MIT hadde for kort tid siden opprettet et undervisningstilbud i meteorologi. Det ettårige kurset var ment å gi marineoffiserer meteorologisk kunnskap, noe som ville være til nytte for flytrafikken. Rossby og hans medhjelper Hurd Willett (som besøkte Bergen i 1928) la opp et pensum basert på Bergenskolen sine teorier. I løpet av kort tid hadde Rossby omgjort kurset til en meteorologiavdeling ved MIT med ham selv som leder.¹³⁶

Militær og sivil luftfart, som innså hvor sårbare de var for dårlig vær, presset på for endringer i værtjenestene. Bergenskolen fikk således gradvis større innpass i amerikansk meteorologi i 1930-årene. Utviklingen ble anført av Rossby, som utdannet værvarslere til marinen (og enkelte sivile) og Francis Reichelderfer, som steg i hierarkiet i værtjenestene.

¹³³ Bergeron, «The young Carl-Gustaf Rossby», 54; Norman A. Phillips, «Carl-Gustaf Rossby: His times, personality and action», *Bulletin of the American meteorological society* 79 (1998), 1097–1100.

¹³⁴ Harper, *Weather by the numbers*, 39–40.

¹³⁵ Harper, *Weather by the numbers*, 12.

¹³⁶ Chester Newton og Harriet Rodebush Newton, «The Bergen school concepts come to America», i *The life cycles of extratropical cyclones*, red. av Sigbjørn Grønås og Melvyn A. Shapiro (Bergen: 1994), 27.

Rossby hadde talt Bergensskolens sak i det amerikanske meteorologimiljøet, men utviklet i tillegg egne ideer. Han ønsket sterkt å skape noe eget innen vitenskapen.¹³⁷ Mot slutten av 1930-årene innledet han et forskningsprosjekt basert på de stadig flere observasjonene fra høyere luftlag.

Takket være utviklingen av værballonger og radiosonder hadde man begynt å få oversikt over tilstanden i de øvre delene av troposfæren. Sinnrike innretninger gjorde det mulig å feste instrumenter som termometer, barometer og fuktighetsmåler til ballongene. Disse ble sendt opp og drev med vinden til de forhåpentligvis falt ned et sted det var mulig å finne dem igjen. Jacob Bjerknes var blant dem som hadde tatt opp aerologi basert på slike undersøkelser. All den tid Bergensskolens innsikter i sin helhet hadde vært basert på observasjoner fra bakken, var dens beskrivelse av luftlag høyere oppe i atmosfæren nokså spekulativ.¹³⁸ Bjerknes og de andre medlemmene av Bergensskolen var fullt klar over dette. For å bøte på denne mangelen ved polarfrontmodellen ledet Bjerknes utover i 1930-årene flere koordinerte ballongslipp. Han brukte informasjonen herfra til å studere sykkloners struktur i tre dimensjoner, ofte i samarbeid med den finske meteorologen og oseanografen Erik Palmén.¹³⁹

For Bergensskolen var polarfronten det viktigste begrepet, og alle andre definisjoner, størrelser og sammenhenger var i det store og hele basert på den. Bjerknes koblet derfor alt han observerte i de høyere luftlag til polarfronten. Rossby gikk derimot bort fra denne tankegangen. I hans meteorologi ble den øvre vestlige luftstrømmen den fundamentale størrelsen som ga utgangspunktet for resten av beskrivelsen.¹⁴⁰ Ved å utnytte økningen i værobservasjoner og tegne kart over tilstanden i de øvre sjikt av atmosfæren, observerte Rossby og medarbeiderne hans bølger som var tre til fire ganger lengre enn syklonene Bergensskolen hadde bygget sine teorier rundt.¹⁴¹

¹³⁷ Bergeron, «The young Carl-Gustaf Rossby», 54.

¹³⁸ Arnt Eliassen, «Jacob Bjerknes og hans livsverk: Minneforelesning holdt ved Universitetet i Oslo 25. september 1975», i *Det norske videnskaps-akademi årbok 1976* (Oslo: 1976), 147.

¹³⁹ Se for eksempel «Ballongene fra Aas, som skal op i stratosfæren», *Tidens tegn*, 12. august 1932; Jacob Bjerknes og Erik Palmén, «Investigations of selected european cyclones by means of serial ascents. Case 4: February 15–17, 1935», *Geofysiske publikasjoner* 12, nr. 2 (1937).

¹⁴⁰ Bergeron, «The young Carl-Gustaf Rossby», 55.

¹⁴¹ Barlaup, *Det Norske meteorologiske institutt 1866–1966*, 75–76.

Den Rossby-ledede forskningen ved MIT, og etter hvert i Chicago, kom i stor grad til å supplere og erstatte Bergensskolens gjeldende teorier om hvordan været utviklet seg. Det er viktig å understreke at dette ikke innebar en stor eller opprivende konflikt blant forskerne som var involvert. Det var en kontinuitet i utviklingen. Det vitenskapelige tyngdepunktet flyttet seg vestover, men utviklingen ble i stor grad drevet fram av personer som var talsmenn for bergensmetodene i værvarsling. Sannsynligvis anså aktørene teoriutviklingen som en naturlig konsekvens av forbedret tilgang til værddata, og at frontteorien var inkorporert i Rossby-skolens forståelse. Det var flere av de samme aktørene som hadde vært viktige i Bergensskolen, som ble viktige i USA, og dette sikret godt samarbeid og kontakt på tvers av institusjoner. Forskningsfeltet var på ingen måte uttømt.

Carl-Gustaf Rossby var entreprenør og fikk til stadighet gjennomslag for planer og prosjekter. Han ønsket et internasjonalt miljø og oppfordret prominente vitenskapsmenn som Jacob Bjerknes, Bernhard Haurwitz og Harald Sverdrup til å ha forskningsopphold i USA.¹⁴² Rossby og Francis Reichelderfer la til rette for at Bergensskolens fremste representanter kunne forelese og ta del i meteorologisk forskning i et annet miljø. Dette medvirket til at flere norske forskere etter hvert slo seg ned i USA.¹⁴³ Det dannet seg vitenskapelige nettverk med forgreininger til flere institusjoner i USA og Skandinavia. De norsk-svenske meteorologene dominerte.

Hjerneflukt

«Mister værvarslingen 3 av sine beste meteorologer?» lød en overskrift i *Bergens Tidende* i mai 1937.¹⁴⁴ Etter hva avisa forsto hadde bestyreren Sverre Petterssen, og de dyktige meteorologene Jørgen Holmboe og Alf Maurstad, alle fått fristende tilbud fra Amerika. Holmboes stilling som assistent for Carl-Gustaf Rossby ved MIT var så godt som i orden, mens Petterssen angivelig hadde hatt et stående tilbud fra «US Weather Bureau» lenge. Maurstad var tilbudt noe så eksotisk som direktørstillingen for den argentinske værtjenesten. Han takket ja og reiste til Sør-Amerika noen måneder senere.

¹⁴² Newton og Newton, «The Bergen school concepts come to America», 27. Haurwitz tilhørte det geofysiske instituttet ved universitetet i Leipzig.

¹⁴³ Harper, *Weather by the numbers*, 40–41.

¹⁴⁴ «Mister værvarslingen 3 av sine beste meteorologer?», *Bergens Tidende*, 19. mai 1937.

Som student hadde Jørgen Holmboe i perioden 1926–1930 vært Carnegie-assistent for Vilhelm Bjerknes i Oslo.¹⁴⁵ I 1930 tok han hovedfag og begynte å arbeide i Vervarslinga for Nord-Norge. Han ble overført til Bergen i 1932, men meldte seg kort tid etter til en ekspedisjon til Antarktis ledet av amerikaneren Lincoln Ellsworth. Fra 1933 til 1935 var Holmboe meteorolog for ekspedisjonen, som foretok flere flyvninger for å utforske kontinentet.¹⁴⁶

I 1936 fikk Holmboe forespørsel fra Rossby om å undervise i analyse av værkart og synoptisk meteorologi ved MIT.¹⁴⁷ Rossby ønsket medarbeidere som var kjent med den norsk-svenske meteorologiskolen, og Holmboe hadde betydelig praktisk og teoretisk erfaring selv om han formelt ikke hadde en framtreddende posisjon i norsk meteorologi. Nettopp derfor fristet det å ta et slikt engasjement. Opprinnelig var det meningen at oppholdet skulle vare ett studieår, det var nemlig avgjørende at Holmboe var tilbake til starten av den norske flysesongen våren 1937.¹⁴⁸ Imidlertid ble han etter hvert tilbudt tre års amanuensisstilling ved MIT.¹⁴⁹ Dermed tok han i august 1937 avskjed fra Vervarslinga på Vestlandet og slo seg ned i Amerika.

En annen Bjerknes-elev som reiste fra Bergen til USA på denne tiden, var havforskeren Harald Ulrik Sverdrup. Sverdrup hadde arbeidet med Bjerknes i Leipzig og tok doktorgrad i fysisk oseanografi i 1917. Dette året forlot han Leipzig for å ta del i Roald Amundsens ekspedisjon i Arktis med skipet «Maud». Amundsen ønsket blant annet å gjenta Fridtjof Nansens utforskning av polhavet, men med tidsriktige instrumenter til å utforske jordmagnetisme, havstrømmer og værforhold. Sverdrup skulle lede innsamlingen av vitenskapelige data. Ekspedisjonen varte i årevis og forsynte Sverdrup med enorme mengder materiale han måtte analysere. Da han omsider kom tilbake til Norge, gikk Vilhelm Bjerknes og Bjørn Helland-Hansen sammen og ordnet det slik at han kunne overta professoratet ved

¹⁴⁵ «Holmboe, Jørgen», i *Studentene fra 1922: biografiske opplysninger og statistikk samlet til 25-års jubileet 1947*, red. av Peter Kleppa (Oslo: 1951), 149.

¹⁴⁶ Roger Turner, «Weathering heights: The emergence of aeronautical meteorology as an infrastructural science», avhandling til graden Doctor of philosophy, University of Pennsylvania, 2010, 59.

¹⁴⁷ Jørgen Holmboe til Theodor Hesselberg, 27. august 1936, boks 1, mappe 3, Jørgen Holmboe papers, Special collections and archives, UC San Diego.

¹⁴⁸ Theodor Hesselberg til Jørgen Holmboe, 27. august 1936, boks 1, mappe 3, Jørgen Holmboe papers.

¹⁴⁹ Karl T. Compton til Jørgen Holmboe, 1. april 1937, boks 1, mappe 3, Jørgen Holmboe papers.

Geofysisk institutt i Bergen etter Bjerknæs.¹⁵⁰ Sverdrup var professor fra 1926 til 1930 da han gikk over i en stilling ved det nylig etablerte Christian Michelsens institutt, som holdt til i samme bygning. Stillingen innebar frihet til forskning, og han foretok ytterligere reiser til polare farvann.¹⁵¹

I 1936 ble Sverdrup leder for Scripps Institution of Oceanography i La Jolla i California. Han ble hentet til Scripps for å vende oppmerksomheten der mer mot havets bevegelser og metoder fra geofysikken, til forskjell fra biologisk forskning der institusjonen sto sterkere fra før.¹⁵² I Norge var som kjent havforskningen tett knyttet til meteorologi, men i USA hadde ikke denne koplingen vært like åpenbar. Sverdrup slet med hjemlengsel og hadde planlagt å fratre etter tre år, men stor usikkerhet rundt ledelsen av institusjonen gjorde at han besluttet å forlenge oppholdet til 1941.¹⁵³

Sverre Pettersen var bestyrer for Vervarslinga på Vestlandet fra 1931 til 1939. Hans spesialitet var synoptisk meteorologi, det vil si å studere atmosfæren ved å tegne og analysere værkart. I flere arbeider studerte han prognosespørsmålet, altså hvordan værvarslene kunne gjøres mer objektive og systematiske. Med utgangspunkt i Bergenskolenes begreper utledet han formler som skulle gjøre det mulig å følge værvariablene lenger fram i tid.¹⁵⁴ Pettersen kom fra fattige kår og hadde kjempet seg fram til utdanning og arbeid. Derfor var han kommet relativt sent i gang med vitenskapelig arbeid, men Bjerknæs likte hans videreutvikling av bergensmetodene og involverte ham i sitt Carnegie-program.¹⁵⁵

¹⁵⁰ Robert Marc Friedman, «The expeditions of Harald Ulrik Sverdrup: Contexts for shaping an ocean science», Scripps institution of oceanography, University of California, San Diego (1994), 8–18.

¹⁵¹ Friedman, «The expeditions of Harald Ulrik Sverdrup», 19–27.

¹⁵² Friedman, «The expeditions of Harald Ulrik Sverdrup», 26–28; Naomi Oreskes og Ronald Rainger, «Science and security before the atomic bomb: The loyalty case of Harald U. Sverdrup», *Studies in history and philosophy of science part B: Studies in history and philosophy of modern physics* 31, nr. 3 (2000), 316.

¹⁵³ Friedman, «The expeditions of Harald Ulrik Sverdrup», 32–35.

¹⁵⁴ Se for eksempel Sverre Pettersen, «Kinematical and dynamical properties of the field of pressure, with application to weather forecasting», *Geofysiske publikasjoner* 10, nr. 2 (1933), 1–92; Sverre Pettersen, «Practical rules for prognosticating the movement and development of pressure centers», *Procès Verbaux des Séances de l'Association de Météorologie*, II, Mémoires et Discussions, (1935) 1–32; Carl Ludvig Godske, «Det vitenskapelige arbeid ved Vervarslinga på Vestlandet», i *Vervarslinga på Vestlandet 25 år: Festskrift utgitt i anledning 25-års jubileet 1. juli 1943* (Bergen: 1943), 50.

¹⁵⁵ James Rodger Fleming, *Inventing atmospheric science: Bjerknæs, Rossby, Wexler, and the foundations of modern meteorology* (Cambridge: The MIT press, 2016), 70.

Petterssen ble ved flere anledninger invitert til USA for å undervise i meteorologi. Han var gjesteprofessor ved California Institute of Technology i 1935, og i 1936 foreleste han om de norske værvarslingsmetodene ved flere institusjoner i USA og Canada, blant annet den amerikanske marines værtjeneste.¹⁵⁶ Det tidligere omtalte tilbudet fra Weather Bureau takket han nei til, men etter å ha følt seg forbigått da stillingen som værvarslingssjef ved Meteorologisk institutt i Oslo ble besatt, var han atskillig enklere å overbevise ved neste anledning. Enkelte ante hva som var i ferd med å skje, og prøvde å bedre betingelsene hans, men ryktene om Petterssens frustrasjon gikk også over Atlanteren. Da Rossby i 1939 ble assisterende direktør ved Weather Bureau, håndplukket han Petterssen til å overta professoratet og ledelsen for meteorologiutdanningen ved MIT, i første omgang for en periode på tre år.¹⁵⁷ Petterssen gledet seg stort over muligheten til å utføre vitenskapelig arbeid på heltid.

Den mest sentrale skikkelsen fra det norske meteorologimiljøet som slo seg ned i USA var Jacob Bjerknes. Bjerknes hadde ikke til hensikt å flytte fra Norge, men krigsutbruddet og flere spesielle omstendigheter førte til at han gjorde amerikaner av seg. Bjerknes hadde siden 1931 hatt professoratet i meteorologi ved Geofysisk institutt i Bergen, men orienterte forskningen utover og holdt kontakt med mange vitenskapsmenn i andre land. Han hadde blant annet flere opphold ved amerikanske og kanadiske institusjoner. I 1939 dro Bjerknes på reise til USA med et omfattende program. Han besøkte kolleger ved flere universiteter og var konsulent hos Rossby ved «Weather Bureau». Underveis i oppholdet brøt krigen ut i Europa, og da fristet det ikke å reise hjem til Norge. Rossby øynet en mulighet og oppfordret ham til å etablere et meteorologiinstitutt ved University of California i Los Angeles (UCLA).

Rossby hadde i lengre tid ønsket et teoribasert meteorologiprogram på vestkysten. Dette var ment å utkonkurrere undervisningstilbudet ved California Institute of Technology (Caltech), som ble drevet av Irving Krick etter helt andre meteorologiske prinsipper.¹⁵⁸ Krick utviklet en metode for langtidvarsling der hovedprinsippet var å varsle det kommende været ved å

¹⁵⁶ Øyvind Grøn, «Sverre Petterssen», i *Norsk biografisk leksikon*, https://nbl.snl.no/Sverre_Petterssen (oppsøkt 17. juni 2016).

¹⁵⁷ Carl-Gustaf Rossby til Sverre Petterssen, 13. oktober 1938; Sverre Petterssen til Halvor Solberg, udatert, 1938, boks 1, mappe merket 1938, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁵⁸ Harper, *Weather by the numbers*, 72.

studere hvordan liknende værtsituasjoner hadde utviklet seg i fortiden. I tillegg drev han en svært utadrettet virksomhet der han solgte inn spesialvarsler til filmindustrien og luftfarten.¹⁵⁹ Rossby og andre forkjempere for Bergensskolen mente Kricks metoder var tvilsomme, men Krick brukte tilknytningen til Caltech og sine innflytelsesrike overordnede Robert Millikan og Theodore von Kármán til å legitimere virksomheten. Institusjonen var dermed en hindring for praksisen Rossby og Francis Reichelderfer ved Weather Bureau ønsket å etablere i USA.

Bjerknes takket ja til tilbudet og flyttet til Los Angeles. Med seg fikk han Jørgen Holmboe, som ble hans nærmeste kollega og samarbeidspartner. UCLA ble en av de viktigste utdanningsinstitusjonene for meteorologer til amerikansk krigsberedskap.¹⁶⁰ Omtrent på samme tid som Bjerknes og Holmboe slo seg ned i Los Angeles, etablerte Rossby en tilsvarende utdanning ved University of Chicago og brakte med seg sitt forskningsprogram dit. Sverre Pettersen styrte utdanningsprogrammet ved MIT. Tre av fem amerikanske meteorologiutdanninger ble altså drevet av representanter fra Bergensskolen.

Hva ble igjen i Norge?

Vi ser at det ved krigsutbruddet befant seg Vilhelm Bjerknes-elever ved flere ulike institusjoner i USA: Jacob Bjerknes, Jørgen Holmboe, Sverre Pettersen, Carl-Gustaf Rossby og Harald Ulrik Sverdrup. Rossby var den store administratoren. Han pleiet kontakt med de øvrige geofysikerne samtidig som han var aktiv opp mot amerikansk værvarsling og amerikanske myndigheter.

Det at så mange av de fremste eksponentene for den norsk-svenske meteorologitradisjonen dro til USA og bygde opp geofysisk forskning der, fikk naturligvis betydning for miljøene disse personene forlot. Hvilke utslag ga migrasjonen for meteorologiforskningen i Norge? Det er enkelt å peke på tre konsekvenser: Den første og mest åpenbare er at Bjerknes,

¹⁵⁹ John M. Lewis, «Cal Tech's program in meteorology: 1933–1948», *Bulletin of the American meteorological society* 75, nr. 1 (1994), 71–77;
Nilsen og Vollset, «Bergensskolen erobrer verden og redder D-dagen», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016;
Turner, «Weathering the heights», 127.

Holmboe, Petterssen og Sverdrup etterlot seg et tomrom det ikke var så enkelt å fylle. Stillingene de forlot kunne besettes av andre, men mulighetene til å opprette nye stillinger eller utvide virksomheten ble svekket. De meteorologiske og oseanografiske fagmiljøene mistet noe av tyngden overfor myndigheter og universitetsadministratorer i en tid med knappe ressurser og stor rift om midlene i norsk forskning.

En annen konsekvens av forflytningen ble at forskningsfronten innen meteorologi beveget seg vestover. Ny kunnskap ble etablert, en kunnskap som overtok noe av autoriteten fra Bergensskolens prinsipper. Forflytningen av tyngdepunktet skjedde parallelt med og delvis på grunn av at sentrale aktører forlot Norge.

For det tredje søkte ikke lenger utenlandske, det vil især si svenske, kapasiteter seg til norske stillinger og til norske fagmiljøer. Svenske forskere hadde vært svært delaktige i norsk meteorologi på 1920- og 1930-tallet, men etter at Rossby etablerte meteorologiske miljøer ved atskillig mer velstående institusjoner i USA, ble det svenske nærværet i norsk meteorologi mindre utover 1930-tallet. Enten orienterte svenskene seg mot Rossby, eller så konsentrerte de seg om å bygge opp sine egne institusjoner. Unntaket var Erik Björkdal, som i 1937 ble værvarslings sjef ved Meteorologisk institutt i Oslo. Tor Bergeron ble i 1930 vurdert bak Jacob Bjerknes til professoratet i Bergen.¹⁶¹ Han flyttet hjem til Sverige i 1935, men fortsatte sitt vitenskapelige samarbeid med de andre medlemmene av Bergensskolen.¹⁶²

Jørgen Holmboe hadde ikke hatt forskerstilling, så han etterlot seg ikke en ledig posisjon. Han representerer imidlertid en gruppe vi kan kalle forskermeteorologer.¹⁶³ Dette var meteorologer som arbeidet i værvarslingsstjenesten, men som hadde tid og evner til å fordype seg i vitenskapelige problemstillinger. Flere av de ledende norske og svenske meteorologene var i kortere eller lengre tidsrom slike forskerværvarslere. Jacob Bjerknes og Halvor Solbergs vitenskapelige gjennombrudd hadde kommet i en periode som inneholdt daglige værvarslingsforpliktelser. Tor Bergeron hadde værvarslingsstilling så å si hele

¹⁶⁰ Sheldon M. Levin, «Norwegians led the way in training wartime weather officers», *Eos, Transactions American Geophysical Union* 78, nr. 52 (1997); Turner, «Weathering the heights», kapittel 4, 137–194.

¹⁶¹ «Dr. Bjerknes blir professor», *Bergens Tidende*, 16. desember 1930.

¹⁶² Spinnangr, «Værvarslinga på Vestlandet gjennom 25 år», 63; Tor Bergeron til Jacob Bjerknes, 30. august 1936, boks 1, mappe 3, Jorgen Holmboe papers.

¹⁶³ Se Yngve Nilsen og Magnus Vollset, «Den norske meteorologen blir til», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016.

mellomkrigstiden og fikk parallelt et navn som teoretisk forsker. Sverre Petterssens forskning var praktisk og direkte koplet til metodene de brukte ved Værvarslingen på Vestlandet. Etter krigen skal vi se at værvarslingsforpliktelsene økte ved de meteorologiske institusjonene, noe som førte til at mindre tid ble frigjort til forskning. Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft var begge ærgjerrige forskertyper som var ansatt i værvarslingen, og de søkte seg fri fra denne tjenesten for å kunne ta del i vitenskapelig arbeid.

Hva var igjen i Norge? Vi ser at de fleste som forsvant, hadde base i Bergen, ikke i Oslo. De gjenværende meteorologiforskerne i Norge var fra før de mest matematisk-orienterte, og dette preget miljøet. De involverte aktørene styrte forskningen inn mot sine personlige interesser. Høiland overtok gradvis Vilhelm Bjerknes' posisjon som lederskikkelsen i Oslo-miljøet. Hvordan var det med etterveksten i meteorologisk forskning? Den viktigste rekrutteringskanalen hadde i 35 år vært Bjerknes' Carnegie-assistentstillinger. Dette var en rimelig eksklusiv utdanning, men hadde med kløkt blitt brukt til å gi et forholdsvis stort antall personer innpass i det geofysiske forskningsmiljøet. Antallet akademiske stillinger for øvrig var ikke spesielt stort.

Reint for mye for en enkelt mann

Da Vilhelm Bjerknes i 1935 i en konfidensiell rapport til Carnegie-stiftelsen vurderte alle sine medarbeidere, skrev han om Solberg at han ikke fantes interessert i administrasjon og bestandig var helt oppslukt i sitt vitenskapelige arbeid.¹⁶⁴ I tillegg til å være en ledende teoretiker innen et begrenset felt, underviste og veiledet Solberg studentene som valgte meteorologi som fordypning. Tilveksten av studenter hadde vært stabil gjennom mellomkrigstiden. Den viktigste oppgaven til realfagsutdanningen ved universitetet var å utdanne lærere til den høyere skole. De geofysiske fagene tiltrakk seg imidlertid enkelte begavete studenter som søkte seg til denne typen fag, på grunn av disiplinens status og mulighetene som fantes til å havne i et anerkjent forskningsmiljø. Meteorologien som helhet i Norge hadde nytte av dette. Sammenliknet med andre land var norske værvarslere og meteorologiske forskere godt utdannet. Det var også, som allerede nevnt, tett samarbeid mellom institusjonene som drev med forskning og institusjonene som drev med værvarsling.

¹⁶⁴ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 68–69.

Mot slutten av 1930-tallet økte dessuten rekrutteringen til meteorologifaget, til professor Solbergs store forundring.

I desember 1937 var Solberg meget bekymret. Han hadde 15 hovedfagsstudenter, og minst like mange av bifagsstudentene hadde gitt uttrykk for at de ønsket å ta meteorologi hovedfag. At studenttallet vokste, medførte bare engstelse og ekstraarbeid. Hvordan skulle man skaffe stillinger til alle disse unge håpefulle? For å dekke den naturlige avgangen ved de meteorologiske institusjonene krevdes bare et par kandidater i året. Dessuten hadde meteorologene på grunn av sin spesialiserte utdanning dårligere sjanser enn andre realister til å få stillinger i skolen. Og hvordan skulle han, Halvor Solberg, finne tid til å veilede alle sammen samtidig med å drive egen forskning? I stadige framstøt for å bedre meteorologiens vilkår tok han derfor til orde for å opprette amanuensis- og assistentstillinger ved universitetet. «Dette må anses meget påkrevet, hvis vi skal gjøre oss noe håp om å beholde førsteplassen i den meteorologiske videnskap», skrev han til Geofysisk kommisjon i håp om avlastning.¹⁶⁵

I en uhyggelig treffsikker profeti la han til: «Det hevdes jo ofte fra ansvarlig hold at i den nye verdenskrig som allerede spøker i horisonten, kommer meteorologien til å spille en fremtredende, ja kanskje endog en avgjørende rolle.»¹⁶⁶

Tidligere på året hadde Solberg oppholdt seg over lengre tid i Warszawa for å bistå i omorganisering av polsk værtjeneste, noe som ga ham førstehånds innsikt i den spente situasjonen i Europa. Utdanning av meteorologer til krigsberedskap var en viktig del av opprustningen som foregikk. Det var ikke uten grunn at Polen henvendte seg til en av Bergensskolens foregangsmenn akkurat på denne tiden.

For Solberg, som trivdes best når han var fordypet i sine matematiske problemer, ble det plutselige merarbeidet en stor belastning. Å si farvel til forskningen slik Svein Rosseland hadde sett seg nødt til, ønsket han sterkt å unngå. Solberg engasjerte seg i sine studenters utsikter, men var rådvill når det gjaldt hvilke tiltak han kunne sette i gang. For å ha noe å sammenlikne med henvendte han seg til sin svenske kollega Hilding Köhler med detaljerte spørsmål om forholdene i Uppsala, og han betrodde seg til Carl-Gustaf Rossby om hvor

¹⁶⁵ Halvor Solberg til Den geofysiske kommisjon, 4. desember 1937, boks 4, brev 1932–1964, mappe merket 1932–1939, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁶⁶ Solberg til Den geofysiske kommisjon, 4. desember 1937.

stemoderlig geofysikken ble behandlet i Oslo.¹⁶⁷ For best å karakterisere situasjonen grep han til et klassisk sitat fra skuespilleren Hauk Aabel: «Det blir reint for mye for en enkelt mann.»¹⁶⁸

Det meteorologiske laboratoriekurs

Ragnar Fjørtoft var en av de mange ivrige studentene til Halvor Solberg. Høsten 1937 var han fremdeles bifagsstudent, men begynte å følge Solbergs hovedfagsforelesninger i meteorologi. Forelesningsserien gikk i toårssykluser og la vekt på meteorologisk teori, spesielt hentet fra Bergenskolen *Physikalische Hydrodynamik*.¹⁶⁹ Fjørtoft fortalte senere at han startet med kjemi og zoologi, men at Einar Høiland overbeviste ham om å velge meteorologifaget.¹⁷⁰ Et særlig fordelaktig trekk ved meteorologistudiet, syntes Fjørtoft, var at denne utdannelsen kunne gi andre arbeidsmuligheter enn gymnaslærer, som var den vanligste karriereveien for realkandidatene. Norsk meteorologiutdanning åpnet dessuten muligheten for å kunne ta en stilling i utlandet, noe som fristet for en eventyrlysten student.¹⁷¹ Fjørtoft ble cand.mag. i 1938 med fagene matematikk, mekanikk og fysikk.

Også Arnt Eliassen ble cand.mag. med de samme fagene dette året. Deretter var han en kort periode assistent for professor i teoretisk fysikk Egil Hylleraas, men her hadde han ikke helt hellet med seg. Hylleraas ba ham om å løse en oppgave som involverte bruk av Fourier-transformasjon (et alminnelig matematisk hjelpeverktøy), hvilket Eliassen gjorde, men dessverre med en blamerende regnefeil. Etter dette mente Hylleraas at Eliassen ville gjøre best nytte for seg ved å ta et skrivemaskinkurs. Han ble satt til å renskrive professorens forelesninger.¹⁷²

Eliassen vurderte å ta hovedfag i astrofysikk og satt derfor ofte i bygningen til Astrofysisk institutt og leste. Der ble han høsten 1938 tatt med på en seminarrekke holdt av Einar

¹⁶⁷ Halvor Solberg til Hilding Köhler, 20. april 1938; Halvor Solberg til Carl-Gustaf Rossby, 25. februar 1939, boks 4, brev 1932–1964, mappe merket 1932–1939, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁶⁸ Solberg til Rossby, 25. februar 1939, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁶⁹ Taba, «The Bulletin interviews: Professor Arnt Eliassen», 311.

¹⁷⁰ Finn Rohdin, «De elektroniske regnemaskinene lover godt for værvarslingen», *Nationen*, 1. november 1955.

¹⁷¹ Taba, «The Bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 6.

¹⁷² Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 3–4.

Høiland og Vilhelm Bjerknes, der de gikk gjennom manuskriptet til sin planlagte bok i klassisk teoretisk fysikk.¹⁷³ Også Ragnar Fjørtoft var til stede på disse seminarene. Fjørtoft hadde skrevet seg opp til et praktisk kurs i værvarsling som skulle avholdes neste vår, og etter de givende seminarene til Bjerknes og Høiland, meldte også Eliassen seg på. Han hadde ingen andre planer.¹⁷⁴

Dette var første gang et meteorologisk laboratoriekurs ble holdt ved universitetet. Tidligere hadde norske hovedfagsstudenter i meteorologi fått sin praktiske opplæring i de meteorologiske institusjonene. Etter at studenttallet økte, syntes ikke direktør ved Meteorologisk institutt Theodor Hesselberg ordningen fungerte. Undervisningen virket sjenerende for instituttets arbeid, særlig i værvarslingsavdelingen. Han meddelte Halvor Solberg at instituttet ikke lenger ville ta seg av denne undervisningen.¹⁷⁵ Solberg mente hans mange hovedfagsstudenter burde gis et ordentlig praktisk tilbud og anmodet Sverre Petterssen om å komme til Oslo for å holde et slikt kurs våren 1939.¹⁷⁶ Petterssen hadde tidligere holdt liknende kurs i andre land, og var ikke uvillig dersom forholdene ble lagt til rette for ham.¹⁷⁷ Han hadde imidlertid takket ja til å reise til USA for de neste tre årene, så dette ble eneste gang han tok på seg dette oppdraget. Med det meteorologiske laboratoriekurs, som ble avholdt også etter Petterssen, tok universitetet større formelt ansvar for profesjonsutdanningen av meteorologer, en ordning både Hesselberg, Petterssen og Solberg kunne slutte seg til.

Om lag 15 studenter deltok i Petterssens kurs; av disse fikk mange relativt framtreddende meteorologistillinger etter krigen. Foruten Eliassen og Fjørtoft deltok blant andre Ole Amble, Oddvar Bjørgum, Kristian Trægde, Petter Dannevig, islendingen Gudmundur Arnason og Wouter Bleeker fra Nederland. Petterssen gikk gjennom manuskriptet til sin nyskrevne lærebok *Weather Analysis and Forecasting*, og det ble holdt øvelser i analyse og varsling.

¹⁷³ Arne Bratseth, «Minnetale over professor Dr. Philos. Arnt Eliassen», i *Det Norske Videnskaps-Akademi Årbok 2000* (Oslo: 2000), 101; Taba, «The Bulletin interviews: Arnt Eliassen», 311.

¹⁷⁴ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

¹⁷⁵ Theodor Hesselberg til Halvor Solberg, 24. mars 1938, boks 14, mappe merket Meteorologisk institutt. Korrespondanse 1935–62, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁷⁶ Halvor Solberg til Sverre Petterssen, 20. september 1938, boks 4, mappe merket 1930–39, Halvor Solbergs arkiv.

Umiddelbart etter kurset fikk flere av studentene tilbud om å bli værvarslingsaspiranter. Eliassen søkte seg til Værvarslinga for Nord-Norge i Tromsø og var der i 12 uker som meteorologaspirant.¹⁷⁸ Han kunne deretter få stilling som meteorolog, men bestemte seg for å fullføre studiene først.¹⁷⁹ Etter Bjerknes og Høilands seminarer, Petterssens kurs og den inspirerende perioden i Tromsø der han virkelig fikk oppleve været på kroppen, var Eliassen fast bestemt på å bli meteorolog.¹⁸⁰ Han begynte å følge Solbergs hovedfagsundervisning høsten 1939.

En vitenskapsmann blir til

Eliassen avla hovedfagseksamen våren 1941. Hovedoppgaven «Om atmosfærens bevegelse over en ujevn jordoverflate» tok for seg luft som beveger seg over en fjellrygg.¹⁸¹ Resultatene ble publisert i hans første vitenskapelige artikkel, som utkom i *Meteorologiske Annaler*, Hesselberg og Solbergs nye publikasjonsserie, i 1942.¹⁸² Hovedfaget ble et frampek på en av Eliassens interesser resten av karrieren. Artikkelen vakte en viss oppsikt. Under krigen mottok for eksempel Carl-Gustaf Rossby en fotostatkopi av den fra Krigsdepartementet i Washington og henviste til den i en artikkel publisert i 1946.¹⁸³ Karakteren på hovedoppgaven ble 1,47, og Eliassens hovedkarakter for hele studiet var 1,38, det vil si utmerket godt.¹⁸⁴

Fra mars 1941 til august 1942 var Eliassen ansatt som Solbergs assistent. Han tok seg av mye av veiledningen av studenter, mens Solberg var travelt opptatt med universitetsanliggender.¹⁸⁵ Solberg hadde planer for vitenskapelig samarbeid, men på grunn

¹⁷⁷ Halvor Solberg til Sverre Petterssen, 25. april 1939, boks 4, mappe merket 1930–39, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁷⁸ Søknadspapirene til midl meteorologistilling i 1942, Arnt Eliassens arkiv, administrative papirer.

¹⁷⁹ Søknad, Halvor Solberg til styret for Kristian Birkelands fond, 26. februar 1942, boks 4, mappe merket 1940–1949, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁸⁰ Taba, «The Bulletin interviews: Arnt Eliassen», 312.

¹⁸¹ Arnt Eliassen, «Om atmosfærens bevegelse over en ujevn jordoverflate», hovedoppgave i geografi ved Universitetet i Oslo, 1940.

¹⁸² Arnt Eliassen, «On the motion of the air over a mountain ridge», *Meteorologiske annaler* 1, nr. 5 (1942).

¹⁸³ Carl-Gustaf Rossby til Halvor Solberg, 9. juni 1946, boks 2, mappe merket 1946, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁸⁴ Hernes, *Norges realister 1907–1962*, 89.

¹⁸⁵ Halvor Solberg, «Amanuensis I-stilling», 6. juni 1953;

Halvor Solberg, «Bevidnelse», udatert fragment, boks 4, mappe merket udatert, Halvor Solbergs arkiv;

av krigen og alt det medfølgende ansvaret som dekanus ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet, ble ikke disse realisert. Eliassen leste eldre litteratur, blant annet Vilhelm Bjerknes, Max Margules og Lewis Richardson, og diskuterte mye med Einar Høiland, som var den som viste størst interesse for ham.¹⁸⁶

I 1942 ble Institutt for teoretisk meteorologi, det vil si Solberg og Eliassen, formelt skilt ut fra resten av Astrofysisk institutt. Årsaken var på en enklere måte å øremerke universitetsbevilgninger til den meteorologiske virksomheten.¹⁸⁷ Denne fisjonen hadde tilsynelatende ikke all verdens betydning. Solbergs institutt ble ikke flyttet og disponerte to kontorer i Rosselands bygning slik det hadde vært siden bygningen sto ferdig i 1934. Forskerne i meteorologi beholdt identiteten av å være del av Astrofysisk institutt også etter krigen. For bevilgningene til meteorologisk forskning gikk nok utslagene i negativ retning. Siden Solbergs institutt nær sagt bare besto av ham selv, ble universitetets støtte til meteorologi holdt på et lavt nivå. De årlige bevilgningene var til å begynne med på 2500 kroner og var økt til 3600 kroner i 1949/50.¹⁸⁸

Utsiktene ved universitetet så ikke altfor gode ut, så i august 1942 søkte Eliassen seg til en ledig vikarstilling i værvarslingsavdelingen ved Meteorologisk institutt i Oslo. Varslingsarbeidet var overtatt av tyskerne, så meteorologene ble satt til andre oppgaver. Eliassen fikk i oppdrag å utarbeide nye tabeller for barometeravlesning, noe som resulterte i hans andre publikasjon.¹⁸⁹ Han fortsatte også egen teoretisk forskning.

Eliassen eksperimenterte med forskjellige geostrofiske approksimasjoner. Geostrofi kan oversettes med jord-dreining og er en idealisert tilstand med to viktige krefter i likevekt: Corioliskraften og trykkgradientkraften. Corioliskraften er en effekt av at jorda roterer, og får luft på den nordlige halvkule til å trekke østover. Trykkgradientkraften er simpelthen kraften

Halvor Solberg til Styret for Kristian Birkelands fond, 26. februar 1941, boks 4, mappe merket 1940–49, Halvor Solbergs arkiv.

¹⁸⁶ Taba, «The Bulletin interviews: Arnt Eliassen», 312.

¹⁸⁷ Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 534.

¹⁸⁸ Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 534; *Oversikt over norske forskningsinstitutter og andre institusjoner innen naturvitenskap og teknikk* (Oslo: Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd, 1950), 45.

¹⁸⁹ Arnt Eliassen, «On the correction and reduction of barometer readings», *Geofysiske publikasjoner* 13, nr. 11 (1944).

som gjør at vind beveger seg fra høytrykk til lavtrykk. Vi kan som oftest anta at disse kreftene utjevner hverandre, og dette kalles geostrofisk likevekt.

Geostrofi åpner for en praktisk sammenheng mellom trykk og vind. Atmosfærisk trykk er rimelig enkelt å måle, mens vind har mye mer lokal variasjon og er dermed vanskeligere å kartlegge. Når lufta er i geostrofisk likevekt, beveger vinden seg langs isobarer (linjene på værkart som viser områder med likt trykk). Dette kalles geostrofisk vind, og den er en veldig nyttig hjelpetørrelse både i værvarsling og dynamisk meteorologi, fordi den gjerne er en god tilnærming til den virkelige vinden. Ved å anta geostrofi, kan man bruke kart over trykkfeltet til å få informasjon over vinden.¹⁹⁰

Det Eliassen gjorde var å bruke den geostrofiske vinden til å uttrykke virvling, en fundamental størrelse som angir rotasjonen i et punkt. Han gjorde mange matematiske operasjoner og kom fram til en formel som inneholdt den geostrofiske vinden pluss et korreksjonsledd. Han klarte ikke helt å sette disse abstrakte ideene i sammenheng med situasjoner man kunne finne på værkart i virkeligheten, men han gjorde noen matematiske betraktninger som virket lovende. Når han anvendte sine nye formler til å beregne trykkforandringen og vertikal bevegelse, kom størrelsene ut med riktig retning og korrekt størrelsesorden.¹⁹¹

Han var fornøyd, men usikker, og han manglet tro på seg selv. I tillegg møtte han motstand. Einar Høiland var kritisk siden han i utgangspunktet mente at den geostrofiske approksimasjonen ikke kunne brukes til noe i det hele tatt.¹⁹² Også da Eliassen presenterte arbeidet i et seminar på Meteorologisk institutt, fikk han kjølige tilbakemeldinger. Han fikk høre at det var galt å gjøre approksimasjoner så tidlig i utledningene; de måtte man vente med til slutten. Dette kan for så vidt være et hensiktsmessig prinsipp, men virket ikke særlig konstruktivt i dette tilfellet. Kunnskapen om denne type dynamisk meteorologi var trolig ikke voldsomt stor blant kollegene, og de færreste forsto noe særlig av innholdet.

¹⁹⁰ Arnt Eliassen, «Geostrophy», *Quarterly journal of the meteorological society* 110, nr. 463 (1984), 1.

¹⁹¹ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 8.

¹⁹² Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 8.

Kodegruppe 2

Fra desember 1942 deltok Eliassen i koding av telegram for motstandsbevegelsen.¹⁹³ Han ble rekruttert inn i dette arbeidet av Einar Høiland, som hadde stor innflytelse blant de yngre realistene i sin omgangskrets. Siden den tyske okkupasjonsmakten brukte sine egne meteorologer og opprettet til dels egne værstasjoner, kunne de ansatte ved Meteorologisk institutt arbeide relativt fritt. Flere av medlemmene i den Høiland-ledede Kodegruppe 2 (K2) hadde tilhold på instituttet. Kodingen foregikk ved hjelp av en omstendelig metode kalt dobbelt omkastning. Avgjørende for metoden var at sender og mottaker hadde tilgang til det samme nøkkelordet, som dessuten måtte kunne skiftes ofte. Dette lot seg gjøre ved at nøkkelordet ble plukket ut fra en bok som både avsender og mottaker kjente til. K2 brukte romanen *Ånden i krukken* av Johan Woll og Jack London-biografien *En sjømann til hest* av Irving Stone. Hver kodete melding begynte med en tallsekvens. Det første tallet fortalte hvilken side i boka man skulle bla opp på, det neste det neste hvilken linje som gjaldt og det siste hvor mange bokstaver ut i linjen man skulle telle seg fram til. Dermed kom man fram til et nøkkelord, som anga hvordan bokstavene i meldingen var blitt stokket om, og hvordan de kunne ordnes tilbake. Nøkkelordet kunne altså stadig vekk endres, så lenge både sender og mottaker hadde den avtalte boka stående i bokhylla. Julie Kjennerud, assistent for professor Carl Størmer, var kurér. Når hun mottok meldinger som skulle kodes eller dechiffreres, anrettet hun gardinene på hybelen sin i Niels Henrik Abels vei på en spesiell måte. Medlemmene i K2 passerte Kjenneruds hybel på vei til og fra jobb på Blindern og så om det var materiale som skulle hentes eller leveres.

Mot slutten av krigen ble kodegruppa delt opp. Høiland fikk ansvar for chifferkontoret som var ansvarlig for Milorgs direkte kontakt med London. Eliassen overtok som leder av Kodegruppe 2. Gruppa ble ikke rullet opp eller forhindret de to årene den var aktiv.¹⁹⁴

Mot slutten av krigen, i 1944, rakk han også å gifte seg med Ellen-Kristine Nome (født 11. august 1921), som arbeidet som assistent ved Meteorologisk institutt da de møttes. Etter

¹⁹³ Alf R. Jacobsen og Egil Mørk, *Svartkammeret: den innerste hemmeligheten* (Oslo: Cappelen, 1989), 44, 142–148;

Anfinn Moland, *Milorg 1941–43: fremvekst, ledelse og organisasjon* (Oslo: 1991), 36; Diplom: «Arnt Eliassen har tjenestegjort i hjemmestyrkene», Arnt Eliassens arkiv.

¹⁹⁴ Jacobsen og Mørk, *Svartkammeret*, 146–147.

bryllupet bodde de i huset til Arnts foreldre på Majorstua, der han ofte ble sittende utover kveldene med kodearbeid.¹⁹⁵ De fikk to barn: Anton og Jørgen. Ellen studerte geografi før universitetet ble stengt, men fordi de fikk barn og flyttet mye rundt de første etterkrigsårene, tok hun ikke opp igjen studiene med det første. Da barna ble eldre og familien hadde slått seg ned i Oslo, tok hun engelsk og historie, ble cand. mag. i 1960 og arbeidet som lærer resten av sin yrkesaktive karriere.¹⁹⁶

Den svarthårete meteorologen

Etter Sverre Petterssens kurs ble Fjørtoft sendt som meteorologiaspirant til Bergen. Da aspirantperioden var ferdig, altså før han var ferdig med hovedfaget, ble han ansatt som vikar ved Vervarslinga på Vestlandet.¹⁹⁷

Da Ragnar Fjørtoft flyttet til Bergen i 1939, engasjerte han seg i Arbeiderpartiets studentlag. Studentlaget hadde om lag 35 medlemmer, og midtpunktet var Trygve Bull, som Fjørtoft kjente fra Mot Dag-tiden.¹⁹⁸ Jane Kielland og hennes senere ektemann Agnar Mykle vanket også i dette miljøet. En av personene i Mykles roman *Sangen om den røde rubin* minner om Fjørtoft og skal være basert på ham. Kapitlet «I november gikk Ask til Sosialistene» handler om da Mykles hovedperson Ask Burlefot endelig har våget seg på et møte i sosialistisk studentlag, men blir møtt med mistenksomme spørsmål fra møtelederen, en ung, svarthåret meteorologistudent med stikkende blick. Det er ikke så enkelt å vite i hvilken grad skildringene har rot i virkeligheten, men Mykles fortelling er underholdende og fortjener å bli gjengitt i et lengre utdrag:

En ung, svarthåret meteorolog-student med stikkende blick (han lot til å være leder for kveldens møte) rettet med halvhøy stemme et spørsmål til Eirik Floden, som satt hjemmevant på en stol og røkte på sigar. (...)

Alle var ennå ikke kommet til møtet. Den svarthårete meteorologen hadde derfor tid til å vise en utsøkt interesse for Ask. Han ville vite, hvorfor Ask hadde begynt på Den Økonomiske. Hvis Ask var interessert i økonomi, hvorfor studerte han da ikke sosialøkonomi ved Universitetet i Oslo? Det var da et *studium!* Denne kremmerskolen,

¹⁹⁵ Jacobsen og Mørk, *Svartkammeret*, 146.

¹⁹⁶ «Eliassen, Ellen-Kristine», i *Studentene fra 1940*, red. av Trygve Juul Møller (Oslo: 1965).

¹⁹⁷ Spinnangr, «Vervarslinga på Vestlandet gjennom 25 år», 64.

¹⁹⁸ Paal Nupen, Ordet er fritt! Studentersamfundet i Bergen 1934-1999 (Bergen: 2000) 58; Anders Heger, *Mykle – Et diktet liv* (Oslo: Gyldendal, 1999), 69.

var dét noe annet enn en skole for gullgutter og pappagutter, en utklekningsanstalt for kupongklippere? Hva drev de egentlig med på den skolen? Forelesninger i lyserød Manchester-liberalisme? Smokingfester? Utlofningsaftener til inntekt for handelsreisendes enker og etterlatte? (...)

Spørsmålene hadde vært avfyrt med en hissig bjeffende stemme; det var riktignok et streif av humor over skuddserien, og de andre hadde humret, men Ask ble lammet, han fant det opprørende og skjendig, han åpnet og lukket munnen som en fisk på land, han fikk ikke stammet frem en eneste menneskelignende lyd, han måtte nøye seg med et høflig, sykkelig smil. Og de satt jo så langt fra hverandre, han og meteorologen; meteorologen var på hjemmebane og lot ikke til å sjeneres det minste ved å sitte og skrike tvers over ti meter gulvflate. (...)

Han gråt av sinne og av forsmedelse da han kom hjem på hybelen. Så snøt han seg, og vasket ansiktet, og kom til å tenke på meteorologen, den svarthårete djevelen. Ham skulle han gi igjen ved anledning. Det sparket han i en stol på. Hvor ville en meteorolog plassere det Marx'ske begrep *merverdi* henne? I en observert haglbyge over Doggerbank?

Han skulle gi meteorologen faen med fett på, det skulle han.

Allerede på neste møte!¹⁹⁹

Fjørtoft og Mykle møtte hverandre utvilsomt i studentlaget, men Mykles portrett av den svarthårete meteorologen kan også være farget av at de i perioden romanen ble skrevet var naboer i borettslaget Lille Langerud i Oslo. De kjente hverandre forholdsvis godt. En rekke personer i Mykles omgangskrets ble portrettert i *Sangen om den røde rubin*, mer eller mindre gjenkjennelig, og dette ble også brakt på bane under retts sakene om boka i 1957 og 58.²⁰⁰

Som meteorologaspirant i Bergen ble Fjørtoft naturligvis fortrolig med Bergensskolens værvarslingsmetoder. Polarfrontteorien var enerådende ved Værvarslinga på Vestlandet. Like etter Fjørtoft ble ansatt, brøt krigen ut i Europa, noe som stanset tilgangen på observasjoner fra krigførende nasjoner. Værvarslingsarbeidet ble dominert av ekstrapolasjon av værrets bevegelse over de tomme områdene.²⁰¹ I tillegg hasteinnførte Værvarslinga oppsending av ballonger med radiosendere som ga målinger av temperatur og lufttrykk et stykke oppover i atmosfæren.²⁰² Slik var situasjonen for Fjørtoft og de andre meteorologene helt til 9. april 1940. Etter okkupasjonen ble hele den norske værvarslingen avvirket. Meteorologene var fremdeles ansatt i tjenesten, men måtte finne på andre ting å gjøre.

¹⁹⁹ Agnar Mykle, *Sangen om den røde rubin* (Oslo: Gyldendal, 1956), 120–127.

²⁰⁰ Anders Heger, *Agnar Mykle og Norge: Historien om en litterær rettergang* (Oslo: Gyldendal, 1994), 88–89; Eystein Eggen, *Agnar Mykle: en dikterskjebne* (Oslo: Aschehoug, 1993), 117–121.

²⁰¹ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 7; Pedersen, «Et tilbakeblikk», 28–29.

²⁰² «Krigen har skapt vansker for Værvarslinga på Vestlandet», *Bergens Arbeiderblad*, 4. desember 1939.

Fjørtoft ble satt til å katalogisere biblioteket. Senere uttalte han at det hadde vært overraskende å finne mye ukjent, eldre litteratur, som hadde pekt i retning av polarfrontteorien, men som hadde forsvunnet inn i glemselen.²⁰³ Han fikk også tid til å fullføre hovedoppgaven. Den ble levert høsten 1940 og hadde tittelen «En undersøkelse av visse trykkvariasjoner på grunnlag av den kvasistatistiske ligning». Karakteren på oppgaven ble 1,6, slik at hovedkarakteren ble 1,71, det vil si meget godt.²⁰⁴ Totalt åtte studenter tok hovedfag med meteorologi som fordypning studieåret 1940/41, noe som var ny rekord og varslet nye tider for disiplinen og profesjonen.²⁰⁵

Godske endrer meteorologien i Bergen

Da Jacob Bjerknes ikke kom tilbake fra USA i 1940, utviklet den meteorologiske forskningen i Bergen seg i en ny retning. Endringene ble ledet og iverksatt av Carl Ludvig Godske, som vikarierte for Bjerknes som professor. Godske videreførte verken Jacob Bjerknes' praktiske eller Vilhelm Bjerknes' teoretiske forskningsprogram. Han ledet i stedet forskningen i Bergen inn mot lokalmeteorologi og statistisk meteorologi. Årsaken til endringene er sammensatt, men har blant annet å gjøre med den faglige isolasjonen andre verdenskrig skapte. Forbindelsene mellom meteorologene i Bergen og Oslo ble vanskeligere å opprettholde, og ikke minst ble norske meteorologer avsondret fra utenlandske fagmiljøer. Godske selv var ved krigsutbruddet involvert i arbeidet med et samleverk over Bergensskolens resultater sammen med Tor Bergeron og Jacob Bjerknes, men boka ble lagt på is siden kommunikasjonskanalene til Bergeron i Stockholm og Bjerknes i Los Angeles var brutt sammen.²⁰⁶

En annen årsak er at meteorologene, som ikke fikk drive med værvarsling, begynte å fordype seg i nærstudier av tidligere produserte værkart. Disse kunne angripes fra flere ulike innfallsvinkler, og i Bergen ble krefter satt inn på å studere værphenomener som nedbør,

²⁰³ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 7.

²⁰⁴ *Universitetet i Oslo årsberetning 1. juli 1939 – 30. juni 1940* (Oslo: 1942), 437; Hernes, *Norges realister 1907–1962*, 102.

²⁰⁵ Disse var Bertha Ek, Arnt Eliassen, Ragnar Fjørtoft, Harald Hjorth, Kaare Langlo Olsen, Finn Pedersen, Gunnar Spinnangr og Eilert Theisen.

²⁰⁶ Kåre Utaaker, «Carl Ludvig Schreiner Godske (1906–1970)», 5.

temperatur, torden, tåke og vind på lokal skala.²⁰⁷ En tredje, ikke uviktig, årsak til at lokalmeteorologi ble satt i fokus var at Finn Spinnangr, bestyreren av Vervarslinga på Vestlandet, var en utrettelig eksponent for denne typen forskning.²⁰⁸

Under krigen forsøkte Godske og Spinnangr å gjøre systematiske målinger av klimaet i Bergen. Godske fikk for eksempel med 25–30 frivillige til å måle temperaturen og nedbørmengden på ulike steder til angitte tidspunkt.²⁰⁹ Godske forfektet at været på Vestlandet var meget komplisert. Lokal geografi og topografi hadde avgjørende betydning for været, og dette burde utforskes planmessig og statistisk.²¹⁰ Bedre prognoser på liten skala ville være svært samfunnsnyttig, spesielt for landbruket. Godske og Spinnangr var altså dyktige til å drive institusjonene videre ut i fra forutsetningene som fantes.

Etter krigen videreførte Godske og Geofysisk institutt denne forskningstradisjonen. Statistisk meteorologi og lokalmeteorologi ble de dominerende felt i Bergen. Dette sto i kontrast til forskningsmiljøet i Oslo, hvor innsatsen var konsentrert mot hydrodynamikk og dynamisk meteorologi, det vil si i større grad i tradisjonen etter Vilhelm Bjerknes. Det oppsto et faglig skille mellom de meteorologiske forskningsmiljøene i Oslo og Bergen i etterkrigsårene.

Selv om de fleste rundt ham drev med lokalmeteorologi, maktet Fjørtoft å fortsette teoretisk forskning atskillig mer preget av Einar Høilands Osloskole enn av den øvrige virksomheten i Bergen. Fjørtoft sto imidlertid ikke i noen faglig disputt med sine kolleger, han bare syslet for seg selv med meteorologien han syntes var mest interessant. I løpet av tiden i Bergen fikk han utgitt en engelsk versjon av hovedoppgaven.²¹¹ Artikkelen viste at sykloner i polarfronten fortrinnsvis dannes der vestavinden øker kraftig med høyden. Hans andre publikasjon, et omfattende arbeid om stabilitetskriterier for vindfeltet i atmosfæren, og første

²⁰⁷ Godske, «Det vitenskapelige arbeid ved Vervarslinga på Vestlandet», 51–54.

²⁰⁸ Spinnangr utga i 1920- og 1930-årene mange artikler om lokalmeteorologi i *Bergens museums årbok, Naturen og Norsk tidsskrift for sjøvesen*, se Godske, «Det vitenskapelige arbeid ved Vervarslinga på Vestlandet», 53–55.

²⁰⁹ Utaaker, «Carl Ludvig Schreiner Godske (1906–1970)», 6. Artikkelen «On the minimum temperatures in the Bergen valley» fra 1943 var et resultat av dette framstøtet, et arbeid som var temmelig forskjellig fra Godskes tidligere publikasjoner. Se Carl L. Godske, «On the minimum temperatures in the Bergen valley», *Bergens museums årbok, Naturvitenskapelig rekke* (Bergen: 1943).

²¹⁰ Godske, «Det vitenskapelige arbeid ved Vervarslinga på Vestlandet», 52.

²¹¹ Ragnar Fjørtoft, «On the deepening of a polar front cyclone», *Meteorologiske annaler* 1, nr. 2 (1942).

del av en planlagt artikkelserie med den ambisiøse tittelen «On the frontogenesis and cyclogenesis in the atmosphere», ble fullført i 1944.²¹² Fjørtoft utledet stabilitetskriteriene for en sirkulær baroklin virvel. Dette var det samme problemet som Solberg og Høiland hadde arbeidet med uavhengig av hverandre noen år tidligere, men til forskjell fra deres utledninger var Fjørtofts versjon matematisk eksakt.²¹³

I skyggen av Bergensskolen

Norske og svenske meteorologiske forskere trent av Vilhelm Bjerknes, slo seg ned i Amerika på 1920- og 30-tallet. De tok med seg Bergensskolens program for forskning og værvarsling og skapte egne karrierer, med stort hell. Utvandringen, kombinert med økonomien i norsk vitenskap i mellomkrigstiden, førte til at meteorologisk forskning i Norge stagnerte. Forskningsfronten beveget seg vestover langs nettverkene Bergensskolen selv hadde etablert.

På 1930-tallet var det ikke nødvendigvis samsvar mellom norsk selvforståelse av å være en meteorologisk stormakt og realitetene i form av penger, antall studenter og oppdatert forskning. Vilhelm Bjerknes var blant dem som uttrykte bekymring for vitenskapens stilling i Norge. Bjerknes mislikte for eksempel at den direkte forbindelsen mellom værvarsling og meteorologisk forskning var i ferd med å forsvinne. De meteorologiske institusjonene fikk stadig mer ansvar i takt med at værvarslingsmetodene ble bedre og at tjenestene fikk nye kunder. Samtidig ble bevilgningene til meteorologisk vitenskap holdt på et lavt nivå.

Likevel, i skyggen av Bergensskolen vokste det fram et ledende hydrodynamisk forskningsmiljø ved Astrofysisk institutt i Oslo. Understøttet av amerikanske filantroper fikk miljøet tilgang til moderne lokaler og teknologi, samt utsikter til samarbeid med tilgrensende vitenskaper. Alle muligheter ble ikke grepet, men på grunn av fagets tradisjoner, gode renommé og aktive miljø hadde den akademiske disiplinen meteorologi appell blant yngre forskerspirer ved universitetet. Spesielt tiltrekkende virket Einar Høilands Osloskole, en

²¹² Ragnar Fjørtoft, «On the frontogenesis and cyclogenesis in the atmosphere: Part I. On the stability of the stationary circular vortex», *Geofysiske publikasjoner* 16, nr. 5 (1946); Enok Palm, «Minnetale over professor Dr. Philos. Ragnar Fjørtoft», i *Det Norske Videnskaps-Akademi Årbok 1998* (Oslo: 1998), 106.

²¹³ Arnt Eliassen, i samtale med Arne Bratseth, november 1997. Eliassen, «A brief historical account of hydrodynamic research at the University of Oslo», 10.

løserne definert og betydelig mindre kjent forskerskole enn Bergenskolen. Den bygget videre på Vilhelm Bjerknes' hydrodynamiske arbeid, en arv Høiland satte sin ære i å forvalte.

Halvor Solbergs meteorologistudenter fikk en rendyrket forskerutdanning som kom minimalt til nytte i det daglige arbeidet i de meteorologiske institusjonene. Profesjonsdelen av meteorologutdannelsen ble imidlertid ivaretatt av Sverre Pettersen og av praksis i værtjenesten. Ambisjonene i utdanningen var uansett helt i tråd med den norske oppfatningen om at meteorologi og værvarsling var å regne som anvendt fysikk. Disiplinen hadde høy status.

Fremst i en ny generasjon teoretiske meteorologer var Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft. Eliassen vokste opp på Oslo vest og hadde en såpass privilegert bakgrunn at han fikk velge seg et studium ut i fra sin store interesse for matematikk og realfag. At han endte som meteorolog skyldtes flere tilfeldigheter, men bunnet i at han ble tiltrukket av miljøet rundt Einar Høiland. Også Ragnar Fjørtoft kom inn i Høilands krets. Fjørtofts studietid var imidlertid minst like sterkt preget av hans politiske engasjement i det polariserte studiemiljøet i Oslo. Flere år senere oppga han at eventyrlyst i sin tid fikk ham til å velge meteorologien, men i første omgang brakte ikke studievalget ham lenger enn til Bergen der han under krigen forsket relativt isolert.

Den faglige isolasjonen Eliassen og Fjørtoft erfarte under andre verdenskrig preget nær sagt alle sider ved deres senere vitenskapelige produksjon. På den ene side gjorde krigen det mulig å finne tid til å fordype seg i teoretisk vitenskapelig arbeid. Fjørtoft forsvant inn i biblioteket på Geofysisk institutt, samtidig med at Eliassen lot seg inspirere av Lewis Richardson til å tenke ut en strategi for numerisk værvarsling. Begge tilla seg sterk disiplin. Det å ha lang erfaring fra de meteorologiske tjenestene ble dessuten et fortrinn de senere fikk nytte av i flere sammenhenger.

På den annen side blir det helt feil å påstå at krigsårene hadde positiv innvirkning på Eliassen og Fjørtofts vitenskapelige karrierer. Eliassen og Fjørtoft var midt i tjuetårene og så å si ferdig utdannet da krigen brøt ut. De ville kunne utrettet det samme, og mer til, dersom de kunne arbeide ved velfungerende arbeidsplasser og opprettholde vitenskapelig kontakt med andre miljøer. Eliassen var allerede på sporet av en vitenskapelig karriere da aktiviteten ved universitetet svant hen utover i krigen.

Andre verdenskrig endret totalt premissene for naturvitenskapelig forskning over hele verden. Meteorologi var blant vitenskapene som direkte medvirket til krigføringen, og ble som følge av dette, prioritert mye sterkere de neste årene. Dessuten førte den tekniske framganger til kraftig forbedret nettverk for observasjoner og datainnsamling. Både under krigen og i årene etter 1945 sprøytet mektige nasjoner mye penger inn i meteorologisk virksomhet. Vitenskapelig autoritet og innbyrdes styrkeforhold mellom meteorologiske institusjoner ble omkalfatret. Dette ga forventninger om at meteorologisk teori og værvarsling sto foran rask utvikling.

3. «Travels with Charney»

Ved 25-årsjubileet for Oslo geofysikeres forening i 1974 holdt Arnt Eliassen en tale der han blant annet la vekt på at de første etterkrigsårene var et vendepunkt for meteorologifaget. Meteorologien hadde inntil da vært splittet. Det nye og det gamle gikk parallelt og nærmet seg egentlig ikke hverandre:

På den ene siden hadde man den praktisk orienterte meteorologi, som beskjeftiget seg med værphenomenene, men som var henvist til å arbeide med tingenes empiriske overflate; på den annen side den teoretiske meteorologi, som riktignok tok utgangspunkt i de grunnleggende hydrodynamiske og fysiske prinsipper, men som dengang var nok så maktesløs når det gjaldt å komme til resultater av praktisk verdi.²¹⁴

Eliassen pekte på tilbakekommende spørsmål for meteorologer: Hvordan gjøre værvarsling vitenskapelig? Og hvordan gjøre teoretisk meteorologi anvendelig? Til ulike tider har bestemte hendelser og oppdagelser blitt utpekt som spesielt betydningsfulle for å ha ført de praktiske og teoretiske sidene av meteorologien nærmere hverandre. For Eliassen kunne vendepunktet spores tilbake til de første etterkrigsårene, da han selv tok del i utviklingen.

De første etterkrigsårene inneholdt også vendepunkt for Eliassen og Fjørtoft personlig. Krigen var over, og de ønsket begge å satse på forskning. De hadde imidlertid bundne stillinger i værtjenesten. Hva anså de sine langsiktige muligheter til å være? Var Norge blitt distansert vitenskapelig, slik Vilhelm Bjerknes fryktet allerede før krigen?

Den unge amerikanske meteorologen Jule Charneys vitenskapelige reise, tilsynelatende mot strømmen, knyttet det norske miljøet til storstilte amerikanske forskningsprosjekter. Det mest kjente uttrykket for de nye ambisjonene og den nye tilgangen til ressurser for meteorologisk forskning er John von Neumanns prosjekt om numerisk værvarsling ved Institute for Advanced Study i Princeton, et prosjekt som ble tilgodesett med midler fra det amerikanske militæret. Dette prosjektet er tema i neste kapittel, mens vi i dette kapitlet ser at tankene om å forene praktisk og teoretisk meteorologi fantes også i Norge. I hvilken grad var det mulig å forfølge slike planer?

²¹⁴ Arnt Eliassen, «Norsk forskningsvirksomhet i dynamisk meteorologi», *Moderne norsk geofysisk forskning: Foredrag holdt ved Oslo geofysikeres forenings 25-årsjubileum, 10. mai 1974* (Oslo: 1974), 27.

Forskningspolitikken (kampen om ressursene)

Like etter frigjøringen var det naturvitenskapelige miljøet i Norge i fluks. Det var mange initiativ og ideer om hvordan norsk vitenskap burde organiseres i fredstid og inn i den kalde krigen. I sum viser tiltakene at det var stor tiltro til at det ville skapes muligheter i naturvitenskapelig forskning. Spørsmålet var bare hva slags forskning som skulle prioriteres. De forskjellige forslagene som kom opp, var gjerne farget av hvor avsenderne hadde befunnet seg i krigsårene.

Enkelte vitenskapsmenn hadde blitt værende i sine stillinger under okkupasjonen, og så derfor ingen grunn til større endringer enn hva som skulle til for å få universitetet opp å gå igjen. Halvor Solberg var blant disse. Han hadde vært dekanus ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet og var dermed på post da universitetet ble stengt i 1943. To år senere var det viktigst for ham å styrke den ordinære støtten til sitt eget og de andre fagene ved fakultetet.

Bjerknes hadde i flere år bekledd en rolle som nestoren i norsk naturvitenskap. Han tok del i samfunnsdebatten, forsøkte å drive korridorpolitikk på sine disipliners vegne og formet i ulike sammenhenger Bergensskolens historie.²¹⁵ Til tross for tiltagende alder (ved frigjøringen var han 83 år gammel) var han stadig involvert i det vitenskapelige miljøet. Under krigen var hans årelange arbeid med en lærebok i klassisk teoretisk fysikk blitt lagt på is, mens medforfatter og offisielt Carnegie-assistent, Einar Høiland, arbeidet for hjemmefronten. Høiland gikk inn i krigsårene som lederskikkelse for et miljø av unge forskere, og kom ut av krigen med sin autoritet innad ytterligere styrket.

Bjerknes og Høiland mente regjeringen måtte opprette en rådgivende statsrådsstilling som skulle ta styring over forskningen. I desember 1945 overrakte de statsminister Einar Gerhardsen et forslag der de tok til orde for en egen statsråd for forskning. Det var galt at forskningen ble administrert av mange ulike organ, den burde være samlet under én ledelse. Dette ville gi en rasjonell bruk av de menneskelige ressursene som opplagt fantes innen norsk vitenskap, mente de.²¹⁶ Bjerknes og Høiland brukte forskningens betydning for

²¹⁵ Om Bjerknes og Bergensskolens selvframstilling, se Nilsen og Vollset, «Bergensskolens første år».

²¹⁶ «Konsultativ statsråd for organisasjon av forskningen?», *Aftenposten*, 14. desember 1945; «Framstøt for den frie forskning», *Arbeiderbladet*, 14. desember 1945.

krigsinnsatsen som argument, men selve forslaget stammet fra 1930-tallet. Ideene om koordinering av innsatsen var helt i tråd med synet Vilhelm Bjerknes hadde hatt på forskningens stilling før krigen, Initiativet ble slått stort opp i avisene, men nådde aldri fram hos myndighetene. Til tross for sin status tilhørte ikke Bjerknes og Høiland maktapparatet som i stor grad hadde utmeislet forskningspolitikken allerede før krigen var slutt. Forslaget havnet i skyggen av andre initiativ.

Størst gjennomslag over forskningspolitikken i etterkrigsårene fikk enkelte ingeniører og vitenskapsmenn som hadde vært tett på eksilregjeringen i England. Disse aktørene spilte en avgjørende rolle i å endre økologien i norsk vitenskap. I 1943 opprettet London-regjeringen en komité med mandat til å studere teknisk utvikling i andre land og gi råd om hva slags industriell produksjon Norge skulle satse på når krigen var over. Komiteen ble ledet av Fredrik Vogt, som inntil krigsutbruddet var rektor ved Norges tekniske høgskole. En liknende komité ble opprettet i New York kort tid senere.²¹⁷ Komitémedlemmene ble inspirert av krigsforskningen de var omgitt av, så konklusjonene ble farget av henholdsvis britisk og amerikansk politikk. Industriell forskning ble trukket fram som svært avgjørende, og ulike tiltak for dette ble iverksatt kort tid etter frigjøringen. Ansvarlig var flere av personene som hadde deltatt i komiteene under krigen.²¹⁸ Norges teknisk-naturvitenskapelig forskningsråd ble opprettet i 1946 og fikk myndighet over de fleste bevilgningene til anvendt forskning. I noen få år ble nesten alle norske forskningsmidler kanalisert gjennom dette organet. I 1949 ble det i tillegg etablert et almenvitenskapelig forskningsråd, som skulle støtte grunnforskning, og et landbruksvitenskapelig forskningsråd.

Den største nyskapingen i norsk forskningspolitikk i etterkrigsårene var utvilsomt Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Ideen om et strategisk senter for militær forskning oppsto under krigen inspirert av tilsvarende institusjoner i England. Kort tid etter frigjøringen var planleggingen i full gang, ledet av forsvarsminister Jens Christian Hauge, Helmer Dahl fra Christian Michelsens institutt og Svein Rosselands assistent Gunnar Randers. I april 1946 ble forskningsinstituttet offisielt opprettet av Stortinget. Sammen med

Stig Kvaal, «Janus med tre ansikter: Om organiseringen av den industrielt rettede forskningen i spennet mellom stat, vitenskap og industri», doktorgradsavhandling avlagt ved NTNU, Trondheim, 1997, 380.

²¹⁷ Kvaal, «Janus med tre ansikter», 281–286.

²¹⁸ Kvaal, «Janus med tre ansikter», 428–429.

søsterinstitusjonen Institutt for atomenergi ble forsvarsforskningen tildelt formidable statsbevilgninger sammenliknet med all annen norsk vitenskap.²¹⁹

Svein Rosseland hadde deltatt på høyt nivå i alliert krigsforskning, både i Storbritannia og i USA, og var ventet å påvirke gjenoppbyggingsarbeidet. Det første året etter krigens slutt ble imidlertid Rosseland værende i USA på grunn av sin kones helseproblemer.²²⁰ Da han ikke kom tilbake til Norge umiddelbart etter frigjøringen, tok Gunnar Randers over enkelte av oppgavene hans og flyttet sågar inn i professorens leilighet på toppen av Astrofysisk institutt. Instituttet ble dermed en slags fødselshjelper for forsvarsforskningen.²²¹ Inntil Forsvarets forskningsinstitutt fikk nye lokaler, hadde dets fysikkavdeling tilhold i Rosselands bygning. Einar Høiland ble ansatt som forsker under Randers og tilbrakte sommeren 1946 i England for å studere forskningscentre i britisk marine og flyvåpen. Han rakk ikke å gjøre seg særlig bemerket som militærforsker før han vendte tilbake til universitetet som dosent i mars 1947.

Flere av de etablerte professorene ved universitetet var negative til Forsvarets forskningsinstitutt. Den viktigste årsaken var nok at de fryktet for sine begrensede forskningsmidler.²²² Svein Rosseland var ikke blant de mest skeptiske. Likevel, mens instituttet fremdeles var i planleggingsfasen, hevdet han at det ikke var noe galt med forslaget i seg selv, men at dersom et forskningsinstitutt underlagt Forsvardepartementet ville gå på bekostning av støtten til den industrielle vitenskapelige forskning, kunne han ikke støtte det. En tanke han derimot var udelt positiv til var å opprette et vitenskapelig institutt for vassdragsforskning, drevet av vitenskapsmenn. Rosseland kalte det «et hydrodynamisk institutt for industrielle formaal».²²³ Personlig var han ellers mest opptatt av å få realisert sine langvarige planer om et solobservatorium.²²⁴

²¹⁹ Olav Njølstad og Olav Wicken, *Kunnskap som våpen: Forsvarets forskningsinstitutt 1946–1975* (Oslo: Tano Aschehoug, 1997), 21–22, 53–54; Rune Slagstad, *De nasjonale strateger* (Oslo: Pax, 1998), 258.

²²⁰ Svein Rosseland til Halvor Solberg, 22. januar 1946, boks 2, mappe merket 1946, Halvor Solbergs arkiv.

²²¹ Se Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 64–66.

²²² Se Gunnar Randers, *Lysår* (Oslo: Gyldendal, 1973), 101–102, 108–109. Randers lanserte også flere grunner til motstanden slik som frykt for militær innflytelse over forskningen, motvilje til aktørene fra utefronten og vitenskapelig idealisme.

²²³ Svein Rosseland til Halvor Solberg, 16. september 1945, boks 2, mappe merket 1945, Halvor Solbergs arkiv.

²²⁴ Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 141–168.

Rosseland fikk viljen sin i den forstand at Forsvarets forskningsinstitutt, så snart det ble etablert i egne lokaler på Kjeller øst for Oslo, ble en autonom enhet et sted mellom vitenskapen og forsvaret.²²⁵ Dermed sto ikke instituttet i direkte konkurranse med industriell forskning eller med den rene vitenskap. Så lenge medlemmene i de tradisjonelle forskningsmiljøene ved universitetet fant seg i at representanter fra FFI og den industrielle forskning nøt større politisk innflytelse enn dem selv, kunne de fortsette sin virksomhet relativt uhindret. Når det gjaldt institutt for anvendt hydrodynamisk forskning og solobservatorium, måtte Rosseland smøre seg med tålmodighet, men som jeg viser i kapittel fem skulle han også her etter hvert få det som han ønsket.

Riksværvarslingsjefen

For meteorologien var et av de store spørsmålene etter frigjøringen hvilken rolle Sverre Petterssen skulle gå inn i. Det gjaldt å få ham tilbake til Norge. Under krigen var han blitt en betrodd leder av de meteorologiske tjenestene på alliert side og hadde blant annet vært delaktig i å varsle været før invasjonen i Normandie. Han hadde også vært aktiv i Fotu (Forsvarets overkommandos tekniske utvalg), forløperen til Forsvarets forskningsinstitutt, og han tilhørte de indre kretser der norske forskningsstrategiske avgjørelser ble tatt. Wicken og Njølstad, som har skrevet om opprettelsen av Forsvarets forskningsinstitutt, påpeker at meteorologene etter krigen ikke ønsket å knytte seg til forsvarsforskningen, men kommer ikke inn på hvorvidt Petterssen var involvert i denne avgjørelsen eller ikke.²²⁶ Meteorologisk institutt hadde vært frittstående siden 1907, og ble regnet for å fungere godt, så noen store institusjonelle omveltninger var neppe aktuelt.

En idé som ble luftet ved universitetet, men som ikke ble realisert, var å opprette et professorat for Petterssen i værvarslingsmeteorologi, ved siden av Halvor Solbergs professorat i teoretisk meteorologi.²²⁷ Forslaget som derimot fikk gjennomslag var å gi ham fullmakt å gjenopprette den norske værvarslingsjefen. Petterssen gikk inn i en nyopprettet stilling som riksværvarslingsjef. Han skulle være nestkommanderende ved

²²⁵ Rune Slagstad, *De nasjonale strateger* (Oslo: Pax, 1998), 258.

²²⁶ Njølstad og Wicken, *Kunnskap som våpen*, 50.

²²⁷ Rosseland til Solberg, 16. september 1945, Halvor Solbergs arkiv; Rosseland til Solberg, 22. januar 1946, Halvor Solbergs arkiv.

Meteorologisk institutt og fikk ansvaret for å koordinere de ulike værtjenestene.²²⁸ Det var mange oppgaver som skulle løses, spesielt var flytrafikken blitt en krevende kunde.

Værvarslingen ved alle flyplasser ble de første månedene etter frigjøringen ledet av offiserer fra det britiske flyvåpenet. Senere tok det norske luftforsvarets egen værtjeneste over. Denne var blitt etablert i England under krigen og utdannet enkelte meteorologer. I desember 1945 bestemte myndighetene at all offisiell værvarsling skulle være under Meteorologisk institutt, og 1. mai 1946 ble luftforsvarets værtjeneste avviklet. Alle meteorologiske tjenester i Norge var etter dette under sivil kontroll.²²⁹ Her skiller Norge seg fra land det er naturlig å sammenlikne med. I Danmark hadde Meteorologisk institutt bestandig vært underlagt Marineministeriet, og i Sverige var meteorologien fordelt mellom en sivil og en militær enhet. De allierte krigsmaktene hadde naturligvis mannsterke værvarslingsenheter, som ble videreført inn i den nye tiden.

Imidlertid var også norsk meteorologi under militær innflytelse. Norsk værtjeneste var harmonisert med den militære beredskapen, som ble styrket de påfølgende årene. Den tyske okkupasjonsmakten hadde bygget nye flyplasser i Norge, disse ble videreført, og flere ble anlagt. Dessuten økte den sivile luftfarten kraftig.²³⁰

Eliassen vil drive numerisk værvarsling

Ragnar Fjørtoft ble værende i Bergen den første tiden etter frigjøringen, mens Arnt Eliassen til å begynne med var stasjonert som flymeteorolog på Fornebu. Han fortalte senere hvor mye han avskydde dette arbeidet:

Jeg ble sendt, som værvarsler, til Fornebu lufthavn og der var det seks telefoner, veldig dårlige, man kunne knapt forstå noen av dem, men de ringte hele tiden og stemmen i andre enden kunne være polsk, engelsk, tysk eller norsk; man visste aldri hvilket språk det var. Så jeg fikk nesten et sammenbrudd; jeg tror jeg var veldig nervøs der.²³¹

²²⁸ Ynge Nilsen og Magnus Vollset, «Krig, okkupasjon og gjenoppbygging», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016.

²²⁹ Barlaup, *Det Norske meteorologiske institutt 1866–1966*, 70–71.
Nilsen og Vollset, «Krig, okkupasjon og gjenoppbygging».

²³⁰ Barlaup, *Det Norske meteorologiske institutt 1866–1966*, 71.

²³¹ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 8 [min oversettelse].

Stor var lettelsen da han kort tid etterpå gikk inn i ordinær tjeneste ved Meteorologisk institutt på Blindern. Forskning ble det imidlertid liten tid til. Arbeidsbyrden var stor.

Sverre Petterssen ble i stillingen som riksværvarslingssjef kun i noen få år, men rakk å sette sitt preg på Meteorologisk institutt den tiden han var der. I værvarslingen innførte han enkelte britiske metoder som han hadde anvendt i tjeneste under krigen. Meteorologene skulle nå i stor stil analysere kart over isobarer og tykkelseslinjer. Tykkelseslinjer viser høyden mellom to trykknivåer (for eksempel 500 millibar og 1000 millibar) og gir indirekte informasjon om viktige størrelser slik som temperaturforskjeller.

Etter å ha tegnet en mengde slike kart, slo det Eliassen at det var bakvendt at de tegnet inn lufttrykket på alle værkartene, men ikke brukte lufttrykk som koordinat i de tilhørende likningene.²³² I den matematiske beskrivelsen av isobarflatenes utvikling brukte man høyde over havet som koordinat i vertikal retning, og ikke lufttrykk. Dette til tross for at sammenhengen mellom trykk og høyde burde være ukomplisert. Eliassen satte inn trykkoordinater i de kvasistatiske likningene og gjorde dem enklere å bruke.

Eliassen fikk tatt opp igjen forskningen høsten 1946 etter en ufrivillig pause i de siste krigsårene og den første hektiske fasen etter frigjøringen. I august søkte han statsstipend, med anbefaling fra Sverre Petterssen, for å studere utviklingen av meteorologien i andre land under krigen. Eliassens opprinnelige plan var å studere et halvt år i London og et halvt år der Carl-Gustaf Rossby var (om det så var ved MIT, der han trodde Rossby holdt til, eller i Stockholm).²³³ Søknaden ble ikke innvilget.²³⁴ Han fikk ikke tilslag ved neste anledning heller, da han søkte om reisestipend fra Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd. Planene var nå justert til opphold hos hydrodynamikeren Sidney Chapman i Oxford eller å studere langtidsvarsling i Chicago. Han var åpen for flere muligheter og var antakelig ikke sikker på hvor han ville få de beste impulsene.

²³² Taba, «The Bulletin interviews: Professor Arnt Eliassen», 313.

²³³ Søknad, «Statsstipend til vitenskapelig forskning og spesialstudier i utlandet», Arnt Eliassen, 29. oktober 1946, Arnt Eliassens arkiv, administrative papirer.

²³⁴ Sverre Petterssen til Det Kongelige kirke- og undervisningsdepartementet, «Meteorolog Arnt Eliassen søker statsstipend», 5. august 1946, Arnt Eliassen arkiv, administrative papirer.

I søknadene presenterte Eliassen sitt arbeid om den «quasi-statiske metodes muligheter.» Han forklarte også sitt ambisiøse forskningsprogram: «Dette arbeid er ment som en forstudie for mitt videre arbeid, sometter [sic] mine nåværende planer sikter mot en løsning av prognoseproblemet ved en skrittvis integrasjon av de hydrodynamiske ligninger.»²³⁵ Eliassen hadde planen klar. Han skulle utforske numerisk værvarsling.

Einar Høiland mente Eliassens forenklinger av de kvasistatiske likningene burde publiseres og kom opp med en pragmatisk løsning for hvordan arbeidet kunne bli godkjent som doktorgrad. Høiland foreslo at Eliassen tok fram igjen arbeidet fra krigsårene om geostrofisk likevekt. Dersom de to arbeidene om henholdsvis trykkoordinater og geostrofisk likevekt ble puttet inn i samme artikkel, ville avhandlingen være lang nok til å bli funnet verdig til doktorgrad etter datidens praksis.²³⁶ Dette gikk Eliassen med på, men det var et tidkrevende arbeid. Han hadde få eller ingen diskusjoner om innholdet med Høiland eller Halvor Solberg, men fikk et engasjert innspill fra Ragnar Fjørtoft. Eliassen og Fjørtoft hadde ikke hatt anledning til å utveksle ideer i krigsårene, men var sannsynligvis de eneste som kunne oppfatte nyansene i hverandres forskning. Da Fjørtoft på nyåret 1946 ble innviet i Eliassens kvasigeostrofiske approksimasjon av vindfeltet, tok han seg tid til å formulere alternative tolkninger. Han skrev et brev fra værsalen i Bergen med lange bemerkninger. «Du må ikke tro jeg har lagt meg bort i ditt arbeid», forsikret han.²³⁷ Fjørtoft mente han simpelthen ikke hadde kunnet unngå å tenke gjennom sammenhengene. Hans viktigste bemerkning dreide seg om at Eliassens løsning for vindhastigheten påberopte seg å si noe om bevegelsen, forutsatt at systemet ikke opplevde noen akselerasjon. Eliassens løsning for vindhastigheten var entydig, mens i det virkelige tilfelle ville løsningen bli forskjellig for stabile og instabile tilfeller, mente Fjørtoft. Innspillene kom til nytte og resulterte i en av Eliassens to versjoner av en kvasigeostrofisk vindlov.²³⁸

²³⁵ Arnt Eliassen, «Beretning om vitenskapelig arbeid», 19. januar 1947.

²³⁶ Taba, «The Bulletin interviews: Arnt Eliassen», 313.

²³⁷ Ragnar Fjørtoft til Arnt Eliassen, 3. mars 1946, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

²³⁸ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 37.

Fjørtoft søker seg bort fra Bergen

Ragnar Fjørtoft viste gjennom karrieren at han ikke hadde noe imot å flytte på seg. Under krigen hadde han forhørt seg om muligheten til å ta en stilling i Peru,²³⁹ og høsten 1945 søkte han en lærestol i Argentina. Fjørtoft strevde med del to av sitt arbeid «On the frontogenesis and cyclogenesis in the atmosphere». Mot slutten av første del var det lovet en fortsettelse, men denne ble aldri fullført. Han så ikke for seg å få tid til selvstendig arbeid i den norske værvarslingstjenesten. I et brev til Halvor Solberg, der han fortalte at han sterkt vurderte stillingen i Argentina, siterte han Carl Godske (som igjen hadde sitatet fra briten Lewis Richardson) på at norske meteorologer var i ferd med å bli «lækeier for luftens sjåfører.»²⁴⁰

Frykten for flyveværtjenesten var ikke fullstendig ubegrunnet. Et forslag til reform for å rasjonalisere de meteorologiske tjenestene, lansert i 1947, inneholdt tenkelige scenarier der hele værvarslingsavdelinger ble flyttet til flyplassene.²⁴¹ Forslagene ble generelt dårlig mottatt, og Godske var ikke overraskende blant de sterkeste kritikerne. Få år tidligere hadde han skrevet i *Naturen* at man hadde «glemt at meteorologen ikke bare er en nyttig statsfunksjonær, men også en vitenskapsmann som trenger tid og arbeidsro.»²⁴² Slik Godske så det, burde forskning og praktisk meteorologi være knyttet tett sammen. Det at ledelsen ved de meteorologiske institusjonene alltid hadde støttet opp under de ansattes vitenskapelige arbeid, var helt vesentlig for at den norske værvarslingstjenesten var av så høy kvalitet.²⁴³ Prioritering av flyveværtjenesten ville svekke den suksessrike norske modellen, mente Godske og flere med ham.

Fjørtoft reiste aldri til Argentina. Han søkte seg imidlertid til Oslo hvor han ville være nærmere sitt vitenskapelige miljø, og 15. juni 1946 ble han overført fra Bergen til Meteorologisk institutt i hovedstaden. En kunne kanskje tro at forflytningen ikke innebar vesentlige endringer i arbeidshverdagen, men i realiteten var det betydelig avstand mellom de

²³⁹ Ragnar Fjørtoft til Halvor Solberg, 18. februar 1942, boks 2, mappe merket 1941, Halvor Solbergs arkiv.

²⁴⁰ Ragnar Fjørtoft til Halvor Solberg, 12. november 1945, boks 2, mappe merket 1945, Halvor Solbergs arkiv.

²⁴¹ Se Nilsen og Vollset, «Krig, okkupasjon og gjenoppbygging».

²⁴² Carl Ludvig Godske, «Prinsipper og metoder i moderne værvarsling», *Naturen* (1943), 384.

²⁴³ «Uttalelse om rapport fra rasjonaliseringsutvalget for den meteorologiske tjeneste.», T. Carl Ludvig Schreiner Godske, T. 5. Korrespondanse, møter, organisasjoner m.m., mappe merket Geofysisk kommisjon, Faghistorisk materiale fra Geofysisk institutt. Avdeling for specialsamlinger. Universitetsbiblioteket i Bergen [heretter kalt Geofysisk institutts arkiv].

to værvarslingsstjenestene. Avdelingene i Bergen og i Oslo var uenige om alt fra værvarslingssteknikker til fortolkning av observasjoner, og forholdet var også preget av personlige uoverensstemmelser, misforståelser og manglende kommunikasjon. De viktigste årsakene til den spente stemningen var for det første at værcentralenes tilfang av observasjoner kunne være vidt forskjellige, og for det andre at værvarslingsarbeidet var relativt subjektivt og overlot mye ansvar til den enkelte meteorolog. Dermed kunne ulik filosofi og praksis oppstå, selv ved to institusjoner i samme land, underlagt felles regelverk. Kunnskapen i de tre norske værvarslingsstjenestene hadde det historikeren Narve Fulsås kaller lokal karakter. Usikkerhet og diskusjoner om feilmargin var en del av identiteten til utøverne av profesjonen og bidro til å holde hver enkelt værvarslingsavdeling relevant.²⁴⁴

Værvarslingsmeteorologene i Bergen, anført av bestyrer Finn Spinnangr, syntes de var grundigere og mer forsiktige enn sine kolleger i Oslo. Fjørtoft var siden 1939 blitt innlemmet i bergenskulturen og var svært lojal på vegne av Værvarslinga på Vestlandet. Et halvt år før overflytningen hadde et festlig lag hjemme hos Arnt Eliassen utartet til en krangel mellom Fjørtoft og Oslo-meteorologene Petter Dannevig og Ole Amble om kvaliteten på analysene fra de respektive værcentraler. Da så Fjørtoft kort tid senere ga et feilslått stormvarsel for strekningen Lindesnes – Karmøy, fikk han full påpakning av Dannevig. Vi ser at oppfatningen av hva som skulle til for å sende ut et stormvarsel, også var gjenstand for lokal variasjon. I brevet som skulle roe gemyttene, ga Fjørtoft et kraftfullt forsvar av både sitt eget varsel og sin arbeidsgiver:

Naar det gjelder hvor forsiktig man skal være ved utstedelsen av varslene, tror jeg at en nødvendig forutsetning for å komme til en riktig vurdering er at en oppgir den tanken at værvarsling er bridge og istedet blir klar over at det er et arbeide som blandt annet gaar ut paa aa redde menneskeliv. Naar meteorologene her er forsiktigere enn i Oslo, saa kommer vel det først og fremst av at vi her, som rimelig er, er mer klar over dette faktum.²⁴⁵

Fjørtoft ga her uttrykk for ansvaret utøverne av meteorologiprofesjonen følte i utførelsen av sitt arbeid. Et feilslått stormvarsel var uheldig, men forekom av og til. En ikke-varslert storm kunne medføre katastrofe. For øyeblikket pågikk for eksempel sildefiske med tusenvis av

²⁴⁴ Narve Fulsås, *Havet, døden og været: Kulturell modernisering i kyst-Noreg 1850–1950* (Oslo: Samlaget, 2003), 152–153.

²⁴⁵ Ragnar Fjørtoft til Petter Dannevig, Arnt Eliassen og Ole Amble, 5. februar 1946, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

fiskere involvert, skrev Fjørtoft. Ved så store vindstyrker det var snakk om, måtte man være forsiktig.

Det ser ut til at Spinnangr over lengre tid hadde uttrykt misnøye over analysen fra Oslo. Ifølge Fjørtoft ble den omtalt som «ofte sjuskete», men han bedyret at han ikke delte sin sjefs negative innstilling til Oslo-meteorologien. Fjørtoft erkjente at grunnen til at det kunne være ulik kvalitet på varslene, ikke hadde noe med de enkelte meteorologer å gjøre, men forholdene de arbeidet under. Problemene lå på et strukturelt plan. Værtjenestene i Bergen og Oslo hadde forskjellige tidsfrister og overvåket ulik kystlengde. Etter hva Fjørtoft hadde oppfattet, var dessuten de eldre meteorologene i Oslo mer tynget av administrativt arbeid enn sine kolleger i Bergen. Han sto imidlertid for at diskusjon alltid var til det gode: «har man en mening om en sak bør man komme frem med den hvis den ikke er usaklig.» Fjørtoft var ingen diplomat og hadde tatt med seg stilen fra debattene i studentersamfundet på 1930-tallet. Dermed beklaget han ikke kritikken han hadde kommet med mot Oslo-meteorologien generelt, men han beklaget sterkt formen kritikken hans hadde kommet ut i.

Et nyttig begrep i denne sammenhengen er taus kunnskap («tacit knowledge»), som opprinnelig ble formulert av den ungarske filosofen Michael Polanyi.²⁴⁶ Værvarslingen besto på den ene side av uttalt, nedskrevet kunnskap slik som Petterssens teknikker for å forskyve isobarer, og på den annen side av taus kunnskap: ubevisste sedvaner lært ved å observere andre meteorologer i arbeid. Den tause og den uttalte kunnskapen gikk naturlig over i hverandre. Fjørtofts innlemmelse i værvarslingskulturen i Bergen var i stor grad basert på taus kunnskap som også skulle komme til nytte senere i karrieren.

Selv om Bergensskolens metoder var fundert i lovmessige vitenskapelige prinsipper, var værvarsling per 1946 helt klart et håndverk – eller en kunst. Ønsket om ytterligere vitenskapeliggjøring preget både de teoretiske og de praktiske meteorologenes selvforståelse. Det er ingen tvil om at både forskere og værvarslere ønsket velkommen alle metoder som kunne gjøre værvarslingstjenesten mer objektiv og enhetlig. Fjørtoft hadde et bein i begge leire, og selv om det var lang avstand fra det utpreget praktiske ved hans daglige virke til den svært teoretiske forskningen han bedrev i ledige stunder, sto ikke disse aktivitetene i motsetning til hverandre. Fjørtoft kunne gjøre begge deler samtidig.

Fra og med sommeren 1946, da Fjørtoft sluttet seg til Oslo-meteorologene, ble det enklere å ha faglige diskusjoner med Arnt Eliassen og Einar Høiland. Etter et halvt års tid fikk han dessuten ansvaret for de vitenskapelige kollokviene ved Meteorologisk institutt. Disse ble satt i gang igjen etter å ha ligget brakk den første, mest travle tiden etter frigjøringen.²⁴⁷ De tre påfølgende somrene holdt han dessuten forelesninger i meteorologi for amerikanske studenter på universitetets sommerskole. Fjørtoft var en samvittighetsfull statsfunksjonær, men satte heretter inn alt for også å være vitenskapsmann.

Vitenskapelig nybyggerliv

De norske geofysikerene i amerikansk tjeneste, Jacob Bjercknes, Jørgen Holmboe og Harald Ulrik Sverdrup, hadde avtalt seg imellom at de ikke skulle kreve stillinger i Norge på bekostning av dem som ble igjen i Norge under okkupasjonen.²⁴⁸ På den måten overtok Carl Ludvig Godske professoratet i Bergen permanent, med Bjercknes' varme anbefaling. Bjercknes bestemte seg for å fortsette sitt vitenskapelige nybyggerliv i California. Det samme gjorde Holmboe, mens Harald Ulrik Sverdrup var sterkere plaget av hjemlengsel. I 1948 sa han farvel til forskningsfronten og ble direktør for Norsk polarinstitutt.²⁴⁹ Ansettelsen gjorde at han ble stående utenfor aktiv forskning, så for å holde ham i vigør og styrke undervisningen fikk han en stilling som professor II i geofysikk ved Universitetet i Oslo. Å få polarhelten og den velrennomerte vitenskapsmannen Sverdrup hjem hadde stor strategisk og symbolsk betydning for nasjonen og det norske geofysikkmiljøet. Til tross for at hans primære ansvar var polarinstituttet, ble han en selvfølgelig del av matnat-fakultetet.

Jacob Bjercknes hadde svært raskt fått stort ansvar ved UCLA. Etter den storstilte utdanningen av meteorologer til krigstjenesten, hadde disiplinen kommet inn i offisielle former ved universitetet. Det var ingenting som tydet på at aktiviteten ville avta. Bjercknes og Holmboes oppgave om å sørge for en teoretisk velbegrunnet motsats til det spekulative

²⁴⁶ Se for eksempel Michael Polanyi, *The tacit dimension* (London: Routledge & Kegan Paul, 1967).

²⁴⁷ Nilsen og Vollset, «Krig, okkupasjon og gjenoppbygging».

²⁴⁸ Jacob Bjercknes til Bjørn Helland-Hansen, 3. desember 1945, S. 1. Bergenskolen i meteorologi. Diverse, Geofysisk institutts arkiv; Friedman, «The expeditions of Harald Ulrik Sverdrup», 36–37.

²⁴⁹ Se Robert Marc Friedman, «Å spise kirsebær med de store», i *Norsk polarhistorie 2: Vitenskapene*, red. av Einar Arne Drivenes og Harald Dag Jølle (Oslo: Gyldendal, 2004), 349.

meteorologiprogrammet ved Caltech, var minst like gjeldende i fremtid. I tillegg så det ut til at finansieringen av meteorologisk forskning var sikret i all overskuelig framtid. Bjerknæs administrerte meteorologiavdelingen og så fram til å få et stort tilfang av doktorgradsstudenter blant de mange meteorologikadettene han hadde utdannet. Dessuten ville han snart få et sabbatsår, som han ville tilbringe i Bergen. Han gledet seg over å kunne gjenoppta det vitenskapelige samarbeidet med Norge.

Meteorologiavdelingen ved UCLA hadde hittil i sin korte levetid kun fått fram én doktorgradskandidat. Han het Jule Charney, og Bjerknæs og Holmboe følte at denne studenten måtte få ytterligere skoleing. De foreslo et studieopphold i Oslo hos Bergensskolens fremste matematiker, Halvor Solberg.

Jule Charney

Jule Gregory Charney ble født i San Francisco første nyttårsdag 1917. Foreldrene var jødiske immigranter fra dagens Hviterussland. Da han var fem år gammel, flyttet familien til Los Angeles der han tilbrakte resten av oppveksten. På skolen utmerket han seg i matematikk og fysikk, så det var disse fagene han ønsket å fordype seg i da han i 1934 begynte å studere ved University of California at Los Angeles (UCLA).²⁵⁰ Charney hevdet senere at han ikke ble faglig stimulert i det lite ambisiøse miljøet ved universitetet, men også at han aldri tok egne initiativ for å lære seg noe utenom det alminnelige pensumet.²⁵¹ Los Angeles-universitetet var yngre og mindre velrenommert enn søsteravdelingen Berkeley lenger nord i staten, og hadde ikke spesielt sterke miljøer innen naturvitenskapelig forskning. Charney fullførte bachelorgraden i 1938, og fortsatte studiene med sikte på å ta doktorgrad i matematikk.

Våren 1941 fulgte han et kurs i matematikk der Jørgen Holmboe holdt forelesning om turbulens i væsker. Charney fattet en viss interesse for temaet, selv om han på dette tidspunktet, ifølge eget utsagn, ikke visste noen verdens ting om meteorologi.

²⁵⁰ Norman A. Phillips, «Jule Gregory Charney: January 1, 1917–June 16, 1981», (Washington D.C.: National academies press, 1995), 81–83;
Morton G. Wurtele, «Charney remembered», i *The atmosphere—a challenge: The science of Jule Gregory Charney*, red. av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman (Boston: American meteorological society, 1990), 3–5.

²⁵¹ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 14.

Etter Selective Service Act av 1940 måtte alle unge amerikanske menn verve seg, enten til ordinær militærtjeneste eller til arbeid med militær nytte.²⁵² Charney overveide å gå inn i aeronautikk, men etter litt betenkningstid valgte han å begynne i Bjerknæs og Holmboes utdanningsprogram for meteorologer til krigsberedskap. I juni 1941 kom han inn i det andre kullet av meteorologiaspiranter.²⁵³ Kurset besto av åtte måneder med teoretisk undervisning hver formiddag og praktiske øvelser på ettermiddagen.

Siden Charney var mer interessert i meteorologiens matematiske form enn i å tegne værkart (som han ikke kunne utstå), passet det godt at Holmboe tilbød ham en stilling som assistent og hjelpelærer samtidig som han tok kurset.²⁵⁴ De første årene i tjenesten var det lite tid til annen virksomhet, men etter hvert som krigen gikk mot slutten, lettet undervisningsbyrden. Charney gikk gradvis over til å være ordinær doktorgradsstudent i meteorologi.

Baroklinitet og barotropi

Charneys doktorgradsavhandling, som ble hans gjennombrudd som forsker, var inspirert av de tidligere omtalte arbeider av Jacob Bjerknæs og Carl-Gustaf Rossby om bølger i store høyder. Som kjent antok Bjerknæs at bølgene var koblet sammen med polarfronten på en eller annen måte. I 1944 publiserte han og Jørgen Holmboe et arbeid der de gjorde rede for egenskaper ved store bølgesystemer, men de greide ikke å gi en fullverdig matematisk beskrivelse.²⁵⁵

Rosby hadde beskrevet de høyereliggende bølgene med en mer idealisert tilnæringsmåte enn hva Bjerknæs og Holmboe gjorde. I 1939 kom han fram til en formel for hastigheten til sirkulasjonssystemene fra vest til øst høyt oppe i troposfæren. Disse bevegelsene har fått navnet Rossby-bølger.²⁵⁶ Rossbys atmosfære var homogen og hadde kun bevegelser i

²⁵² Wurtele, «Charney remembered», 5.

²⁵³ Levin, «Norwegians led the way in training wartime weather officers», 610.

²⁵⁴ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 26.

²⁵⁵ Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnsetning», 81; Wurtele, «Charney remembered», 7.

²⁵⁶ Carl-Gustaf Rossby, «Planetary flow patterns in the atmosphere», *Quarterly journal of the Royal meteorological society* 66, nr. 1 (1940), 68–87; George W. Platzman, «The Rossby wave» *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 94, nr. 401 (1968), 225–248.

horisontal retning. Dermed ble matematikken relativt sett enkel og anvendelig. En slik atmosfære kalles barotrop, mens atmosfærebetingelsene Bjerknes og Holmboe tok utgangspunkt i går under navnet baroklin.

Skillet mellom *barotrop* og *baroklin* atmosfære gikk langt tilbake og var noe Vilhelm Bjerknes i 1897 hadde basert sirkulasjonssatsen sin på. Begrepet barotrop betyr at tettheten kun avhenger av lufttrykket, ingen andre størrelser. At atmosfæren er baroklin, vil si at det ikke finnes en slik forenklende omstendighet.²⁵⁷ Tettheten avhenger ikke bare av lufttrykket, men også av andre størrelser som for eksempel temperaturen. Det er kun i en baroklin atmosfære at sirkulasjon kan danne seg, noe som var altavgjørende for teoriene Vilhelm Bjerknes og hans elever utviklet. I en barotrop atmosfære ligger derimot luftlagene flatt oppå hverandre uten utveksling. Dette kan virke urealistisk, men var veldig hensiktsmessig for Rossbys modell, da han klarte å vise at den uregjerlige barokline atmosfære i en viss høyde oppførte seg som om den var flat og barotrop. Selv om modellen hans ikke kunne forklare hvordan de lange bølgene oppsto, kunne den vise hvordan de beveget seg.

Charneys utgangspunkt var å forsøke å utvikle en matematisk teori for Jacob Bjerknes' øvre bølge i en baroklin atmosfære. Gjennom Morris Neiburger, Bjerknes og Holmboes nære medarbeider ved UCLA, ble han gjort kjent med Rossbys arbeid.²⁵⁸ Dette inspirerte ham til å forsøke å forene Jacob Bjerknes og Rossbys modeller. Spørsmålet utviklet seg raskt i retning av stabilitetsbetraktninger i tre dimensjoner, ikke så ulikt Halvor Solbergs bestrebelser i Oslo midt på 1930-tallet. Charney arbeidet selvstendig, uten direkte veiledning fra Bjerknes og Holmboe, selv om han utvilsomt var påvirket av dem. Han brukte dessuten Bergensskolens *Physikalische Hydrodynamik* som referanseverk.

Etter mye strev formulerte Charney problemet som en andre ordens differensiallikning. Det fantes imidlertid ingen enkel løsning av likningen, så han brukte mye tid med en bordkalkulator for å løse likningen ved hjelp av differensregning.²⁵⁹ Han lyktes, og avhandlingen ble slutført i 1946. Arnt Eliassen har skrevet om arbeidet at Charney klarte å

²⁵⁷ Hess, *Introduction to theoretical meteorology*, 193.

²⁵⁸ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 22;
Phillips, «Jule Gregory Charney: January 1, 1917–June 16, 1981», 86.

²⁵⁹ Wurtele, «Charney remembered», 8–9.

vide at en horisontal luftstrøm uten frontdiskontinuiteter er ustabil hvis den er tilstrekkelig baroklin.²⁶⁰ Baroklin instabilitet ble dermed introdusert i meteorologien, og kunne forklare framvekst av bølger og forstyrrelser. Dessuten argumenterte han for at Rossbys barotrope modell skulle brukes på luftstrømmen midt i atmosfæren, det vil si der trykket er 500 millibar (høyden der det er like mye luft over og under).²⁶¹

Arbeidet vakte oppsikt umiddelbart og ble utgitt i artikkelform i *Journal of Meteorology* i oktober 1947.²⁶² Artikkelen la grunnlaget for mange videre studier om baroklin instabilitet.²⁶³ I tillegg ble innsiktene, som vi senere skal se, utgangspunktet for Charneys arbeid innen numerisk værvarsling.

Mot strømmen

Bjerknes og Holmboe så at Charney ville ha nytte av ytterligere matematisk skoleing, og de ønsket å gi ham den rette videreutdannelsen. I desember 1945 sendte de et telegram til sin gamle kollega Halvor Solberg og spurte om han var villig til å la Charney tilbringe et år i Oslo for å arbeide med spørsmål relatert til syklonbølger. Solberg hadde naturligvis ingenting imot dette, men ga følgende dystre svar:

Charney velkommen
Håpløse boligforhold Oslo.²⁶⁴

Det er verdt å dvele litt ved Bjerknes og Holmboes omsorg for Charney. Fra familie og kolleger fikk de rapporter om rasjonering, bolignød og generelt kummerlige forhold hjemme i Norge. Derfor virker det på den ene side som merkelig at de syntes det var en god idé å sende Charney til Norge. På den annen side vitner tiltaket om sterk tiltro til impulsene det var mulig å få i hjemlandet. Norge ville fortsatt være et glimrende sted for læring. Nettverket

²⁶⁰ Arnt Eliassen, «The Charney-Stern theorem on barotropic-baroclinic instability», *Pure and applied geophysics* 121, nr. 3 (1983), 563.

²⁶¹ Eliassen, «The Charney-Stern theorem on barotropic-baroclinic instability», 564.

²⁶² Jule Charney, «The Dynamics of long waves in a baroclinic westerly current», *Journal of meteorology* 4, nr. 5 (1947), 136–162.

²⁶³ Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnset», 81.

²⁶⁴ Telegram, Jacob Bjerknes og Jørgen Holmboe til Halvor Solberg, desember 1945 boks 2, mappe merket 1945, Halvor Solbergs arkiv; Udatert telegram, boks 4, mappe merket udatert, Halvor Solbergs arkiv.

som var etablert før krigen for å spre Bergensskolen vestover, kunne brukes til å sende Charney mot strømmen, *fra USA til Norge*.

At Halvor Solberg ville kunne gi Charney nyttige impulser, var helt rimelig. Charneys meteorologiutdannelse hadde, på grunn av krigen og hans tilfeldige inntreden i disiplinen, vært nokså brokete. De to nordmennene hadde et godt personlig forhold til Charney, men hadde ikke spesielt nære vitenskapelige relasjoner til ham. Charney har påstått at han hadde en helt annen tilnærming til atmosfærens bevegelser enn Bjerknes og Holmboe.²⁶⁵ Holmboe var angivelig kun i stand til å tenke geometrisk ut i fra situasjonen på et værkart, mens Bjerknes, som var meget ettertenksom, alltid søkte helheten i et problem.²⁶⁶ Solberg var mer matematisk anlagt, noe som ville passe Charney godt. Det er også verdt å merke seg at selv om doktorgradsavhandlingen vakte betydelig oppsikt da den ble utgitt i 1947, var Charney i desember 1945 et helt ubeskrevet blad. Han var ikke mer enn den beste studenten ved et meteorologiinstitutt som ennå ikke hadde produsert en eneste doktorgradskandidat. Han ville ha nytte av et utenlandsopphold, og det var Norge det var mulig for Bjerknes og Holmboe å sende ham til. De overvurderte imidlertid hvor stimulerende det faktisk var å ha Solberg som lærer i denne perioden. På grunn av sine mange administrative plikter ved universitetet var Solberg temmelig overarbeidet, og i likhet med kollegene på andre siden av Atlanteren hadde han ikke for vane å involvere seg direkte i sine studenters arbeid. Dessuten hadde han et ønske om å gjenoppta sin egen forskerkarriere.

Anbefalinger fra Bjerknes og Holmboe var ikke nok til å sikre Charney stipend fra American-Scandinavian Foundation. Heldigvis hadde han søkt to andre stipend også, og fra «National Research Council» fikk han positivt svar.²⁶⁷ Stipendet på 2600 dollar dekket ett års studium ved et fritt valgt universitet. Charneys plan var å arbeide videre med temaet i doktoravhandlingen sammen med Solberg på Universitetet i Oslo. Kona Elinor og sønnen Nicky skulle også være med til Europa. Elinor arbeidet med en doktorgrad i symbolsk logikk ved UCLA, veiledet av vitenskapsfilosofen Hans Reichenbach.

²⁶⁵ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 21–22.

²⁶⁶ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 24;
Om Jacob Bjerknes' stil som forsker, se Eliassen, «Jacob Bjerknes og hans livsverk», 143.

²⁶⁷ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 31.

Stopp i Chicago

Underveis fra Los Angeles til New York og den planlagte avreisen til Norge 10. august 1946, gjorde Charney et stopp hos Carl-Gustaf Rossby ved University of Chicago. Ved ankomst fikk han beskjed om at Halvor Solberg ikke ville befinne seg i Norge i høstsemesteret. Solberg skulle foreta en rundreise i USA etter invitasjon fra det amerikanske vitenskapsakademiet.²⁶⁸ Han hadde forsøkt å melde fra til Charney om forandringen i planene, men beskjeden nådde ikke Los Angeles før like etter at amerikaneren hadde reist. Dette var naturligvis trasig for Charney. Han undersøkte om det var mulig å tilbringe de første månedene hos Geoffrey Ingram Taylor i England,²⁶⁹ men Rossby kom raskt opp med en utvei. Siden Chicago var blant Solbergs planlagte destinasjoner, foreslo Rossby at Charney kunne utsette reisen til Norge til desember. I mellomtiden kunne han bli værende i Chicago som gjesteforeleser i hydrodynamikk og avtale nærmere med Solberg når professoren ankom. Dette utfallet var Charney fornøyd med. Han hadde ingenting imot å samarbeide med Rossby. Samtidig ville han kunne forsørge familien mens han ventet på å få klarhet i hva som ville skje med stipendet og oppholdet i Norge.²⁷⁰

En som ikke var helt orientert om forandringen i Charneys planer var Jacob Bjercknes, som møtte opp på kaia i Bergen for å ta imot ham. En av Charneys kofferter nådde imidlertid Bergen, noe Charney i et senere brev til Bjercknes mente måtte være et uttrykk for familiens ærlige hensikter om å komme til Norge.²⁷¹

Siden Rossby gikk god for ham, mottok Charney i august 1946 invitasjon fra John von Neumann om å delta på en konferanse ved Institute for Advanced Study i Princeton. Von Neumann var i ferd med å konstruere en elektronisk regnemaskin og ønsket å bruke den til å produsere værvarsler. Temaet for konferansen var hvordan dette kunne gjøres.²⁷² I etterkant ble Charney invitert av von Neumann til å slutte seg til dette prosjektet umiddelbart, men

²⁶⁸ National academy of sciences; *Universitetet i Oslo årsberetning 1. juli 1946 – 30. juni 1947* (Oslo: 1953), 519.

²⁶⁹ Jule Charney til G. I. Taylor, 24. juli 1946, boks 1, mappe 40, Jule G. Charney papers, MC 184, Institute archives and special collections, MIT libraries, Cambridge, Massachusetts [heretter kalt Jule Charney papers].

²⁷⁰ Jule Charney til Ross G. Harrison, 3. september 1946, boks 1, mappe 40, Jule Charney papers.

²⁷¹ Jule Charney til Jacob Bjercknes, 4. mars 1947, boks 4, mappe 120, Jule Charney papers.

²⁷² John von Neumann til Jule Charney, 14. august 1946, boks 16, mappe 516, Jule Charney papers.

avslo siden han allerede hadde takket ja til å undervise i Chicago. Arbeidet i Princeton virket likevel såpass fristende at han henvendte seg til styret i «National Research Council»: Kunne han begynne stipendperioden sin 1. januar 1947 som medarbeider for von Neumann, og eventuelt utsette eller skrinlegge planene om studieopphold i Norge?²⁷³ Vi ser at Charney nå var blitt usikker på om han skulle reise til Norge i det hele tatt. Arbeidet i Princeton lokket, selv om det bare var på forslagsstadiet.

Etter å ha tenkt gjennom saken bestemte Charney seg for å ikke slutte seg til Princeton-prosjektet. Jørgen Holmboe klarte å overbevise ham om nytteverdien av å reise til Europa, der han ville få stort utbytte av personlig kontakt med størrelser som Solberg. Dessuten ville Princeton-prosjektet holde det gående i flere år, og Holmboe mente Charney ville være enda mer velkommen der med erfaring fra Europa.²⁷⁴ Dette skulle vise seg å være en framsynt vurdering fra Holmboes side. Litt ut på høsten ankom Solberg Chicago for å holde en forelesningsrekke. Han og Charney fikk avtalt at norgesoppholdet skulle begynne i april 1947.²⁷⁵ Dette var i orden for «National Research Council».²⁷⁶ Fram til avreisen ble Charney værende i Chicago, på oppfordring fra Rossby.²⁷⁷

I Chicago var det svært mye aktivitet, og etter å ha vært der et halvt år mente Charney at en uttømmende beskrivelse av hva som foregikk, ville fylle flere bind.²⁷⁸ Krigen hadde produsert et overskudd av meteorologer som var ivrige etter å fortsette sine karrierer.²⁷⁹ I tillegg hadde Rossby rekruttert mange internasjonale størrelser som var innom på korte eller langvarige besøk. Det var stadige konferanser, der Rossby inviterte gjester fra ulike institusjoner i USA og utlandet.²⁸⁰ En rekke temaer innen teoretisk meteorologi ble diskutert, deriblant Rossby og Chicago-skolens egne teorier om alminnelig sirkulasjon og Rossby-bølger, synoptisk arbeid med eksperimentelle værkart samt Bjerknes-Holmboe-teorien om

²⁷³ Charney til Harrison, 3. september 1946, Jule Charney papers.

²⁷⁴ Jørgen Holmboe til Jule Charney, 26. september 1946, boks 9, mappe 289, Jule Charney papers.

²⁷⁵ Jule Charney til Jørgen Holmboe, 27. januar 1947, boks 9, mappe 289, Jule Charney papers.

²⁷⁶ Jule Charney til Enid H. Partin, 4. mars 1947, boks 1, mappe 40, Jule Charney papers.

²⁷⁷ Jule Charney til Jørgen Holmboe 24. oktober 1946, boks 9, mappe 289, Jule Charney papers.

²⁷⁸ Charney til Holmboe, 27. januar 1947, Jule Charney papers.

²⁷⁹ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 11.

²⁸⁰ Charney til Holmboe, 27. januar 1947, Jule Charney papers.

sykloner.²⁸¹ Utenom livet på universitetet, syntes ikke Charney så mye om Chicago, som han beskrev som øde («desolate»). Han var heller ikke begeistret for klimaet, i hvert fall skrev han dette til Holmboe, som befant seg i solfylte California.²⁸²

Sent i livet hevdet Charney at oppholdet hadde vært den mest formende opplevelsen i hele hans karriere.²⁸³ Spesielt var han begeistret for Carl-Gustaf Rossby. Til motsetning fra Jacob Bjercknes, som alltid opptrådte dannet og behersket, var Rossby en mann det gikk an å kaste seg ut i diskusjoner med.²⁸⁴ Bjercknes og Rossby kom begge fra den samme vitenskapelige kulturen, men ulikt temperament gjorde at de ledet sine institusjoner på hver sin måte. Charney trivdes spesielt godt i det muntlige Chicago-miljøet.

En som derimot var rystet over utviklingen i Chicago, var Halvor Solberg. Fordi Chicago-skolen vektla øvre luftlag, mente meteorologene at alt som foregikk nær bakken var resultat av prosesser høyere oppe. Det var disse de var interessert i å observere og følge. Solberg havnet blant annet i diskusjon med Rossby og Erik Palmén om hvordan man skulle forklare de kraftige vestavindsdragene man oppdaget høyt oppe i atmosfæren. Disse var sannsynligvis knyttet til Rossby-bølgene. Den distingverte finske meteorologen Palmén hadde i 1946 blitt rekruttert til Chicago til et langvarig opphold. Ifølge Palmén ga Solberg en ren teoretisk forklaring om at vinden hadde sammenheng med coriolisparameteren, mens han selv søkte mer praktiske forklaringer. De raske vindene fikk kort tid senere betegnelsen *jetstrømmer*.²⁸⁵

Solberg vendte tilbake til Norge og utbrøt: «De har glemt frontene!».²⁸⁶

²⁸¹ Se Jacob Bjercknes og Jørgen Holmboe, «On the theory of cyclones», *Journal of Meteorology* 1, nr. 1 (1944), 1–22.

²⁸² Charney til Holmboe, 24. oktober 1946, Jule Charney papers.

²⁸³ Oversettelse av Charneys utsagn: «main formative experience of my whole professional life», se Platzman, «The atmosphere—a challenge», 36.

²⁸⁴ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 23, 34.

²⁸⁵ Hessam Taba, «The Bulletin interviews: Professor E. H. Palmén», *WMO Bulletin: The official journal of World Meteorological Organization* 30, nr. 2 (1981), 97;

²⁸⁶ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

To amerikanere i Norge

I april 1947 kom Charney til Norge. Båten la an til kai i Bergen først, så Charney innledet norgesoppholdet med å tilbringe et par dager ved Geofysisk institutt. Der møtte han tilfeldigvis Eric Eady, en jevnaldrende brite som også forsket på atmosfærisk instabilitet. Eady var invitert til Bergen for å holde forelesninger om sin tilnæringsmåte til kvantitativ beregning av sykklonbølger.²⁸⁷ Forelesningene høstet ros fra Jacob Bjerknes og Carl Ludvig Godske, og også Charney ble imponert.²⁸⁸ Han og Eady diskuterte hverandres arbeid og innså at de uavhengig var kommet fram til liknende resultater.

Charney møtte også en landsmann i Bergen: Major Robert Bundgaard, som samarbeidet med Godske og Bjerknes om å skrive Bergensskolens samlede framstilling, *Dynamic Meteorology*. Bundgaard hadde også havnet i Norge på grunn av Jacob Bjerknes, om enn under litt andre omstendigheter enn Charney. At ikke bare en, men to amerikanske meteorologer hadde forskningsopphold i Norge i 1947, forteller oss at Norge ikke var den vitenskapelige bakevja det er nærliggende å tenke seg. I hvert fall hadde ikke Jacob Bjerknes noe imot å sende folk til Norge. Han administrerte utveksling av kunnskap og praksiser mellom Norge og USA. Bundgaards opphold i Norge er et nyttig sammenlikningsgrunnlag til å forstå Charneys karrierevalg bedre.

Bundgaard ble uteksaminert fra University of Denver i 1936 og tok i 1940 mastergrad i matematikk ved Columbia i New York. I 1942 ble han innrullert i hærens flyvåpen, og havnet etter eget ønske i meteorologiprogrammet ved UCLA.²⁸⁹ Charney tilhørte det andre kullet av aspiranter som Bjerknes og Holmboe utdannet, Bundgaard var i det tredje. Der Charney lot seg fengsle av atmosfærebevegelsene som fysisk problem, ble Bundgaard opptatt av praktisk værvarsling. Etter kurset tjenestegjorde han som meteorolog i flere avdelinger. Blant annet deltok han i værvarslingsoperasjonene før og under den allierte landgangen i

²⁸⁷ «Kollokvium på Geofysisk institutt's foredragssal 10–11–4/1947: Quantitative development of the wave-theory of cyclones», protokoll for Meteorologiske kollokvier, T. Carl Ludvig Schreiner Godske, T. 5. Korrespondanse, møter, organisasjoner m.m., Geofysisk institutts arkiv.

²⁸⁸ Robert Bundgaard til B. G. Holzmann, 28. april 1947, boks 7, mappe 32, Philip Duncan Thompson papers, National center for atmospheric research (NCAR) archives, Boulder, Colorado [Heretter kalt Philip Thompson papers]; Platzman, «The atmosphere—a challenge», 36.

²⁸⁹ Robert C. Bundgaard, intervjuet av Diane Rabson og Melvin Holzman, 16. september 1988, «Tape recorded interview project», UCAR [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsoph>].

Normandie i 1944. Det langvarige og logistisk krevende væroppdraget var fordelt mellom tre enheter, som alle forfektet ulike værvarslingsfilosofier. Bundgaard var i Widewing, amerikanernes enhet, som var ledet av Irving Krick. De to øvrige enhetene var Admiralty, den britiske marinens værtjeneste, og Dunstable, som sprang ut fra det britiske meteorologiske institutt. Sverre Petterssen ledet Dunstable etter Bergensskolens metoder. Prosedyren besto i at de tre enhetene skulle komme fram til hvert sitt værvarsel. Etter forhandlinger skulle så sjefsmeteorologen James Stagg ved general Eisenhowers kommandosentral gi et endelig varsel. Selv om lederne til dels var dypt uenige i strategien, fantes det samarbeid og sympati på tvers av enhetene. Bundgaard, som var blitt opplært av Bjerknes og Holmboe, beundret Petterssens innsikt og forsøkte å etterlikne nordmannens metoder i sitt eget arbeid.

I februar 1947 ble Bundgaard hentet til Norge for å bidra som forfatter av siste del av Bergensskolens store bokverk. Arbeidet med boka var påbegynt på 1930-tallet, men ble avbrutt under krigen da det ble umulig for forfatterne å kommunisere.²⁹⁰ Godske hadde gjort største del av arbeidet, og var den som brant mest for hele prosjektet. Jacob Bjerknes var i Bergen deler av 1946 og 1947 for å skrive sin del. Han ønsket å bli ferdig så fort som mulig slik at han kunne gå videre med andre prosjekter.²⁹¹ På grunn av utviklingen som hadde skjedd innen faget i krigsårene, fikk forfatterne mye arbeid med å oppdatere tidligere skrevne kapitler og innlemme ny teori. Jacob Bjerknes sørget for at Bundgaard sluttet seg til forfatterne, og amerikaneren fikk i oppgave å skrive kapitler om «moderne aerologiske metoder for værkartanalyse og -prognose».²⁹² Tanken var at Bundgaards førstehånds kjennskap til flere værvarslingskoler under andre verdenskrig kvalifiserte ham til å skrive om det nyeste innen både statistisk og synoptisk værvarsling.

Bundgaard ble værende i Bergen i to år. Samarbeidet med Godske fungerte heller dårlig. Godske var ikke fornøyd med Bundgaards framstilling og tok dette opp med medforfatterne Bjerknes og Tor Bergeron ved gjentatte anledninger. Han mente amerikanerens bidrag måtte

²⁹⁰ Utaaker, «Carl Ludvig Schreiner Godske (1906–1970)», 5–6.

²⁹¹ Jacob Bjerknes til Carl Epling, 1. mars 1948, mappe merket 1948, Brev til og fra Jacob (Jack) Bjerknes 1947–75, brevs. 578, Håndskriftssamlingen, Nasjonalbiblioteket, Oslo.

²⁹² *Bergens museum: årsberetning 1947–48* (Bergen: 1948), 64.

skrives om fullstendig.²⁹³ I det hele tatt ergret Godske seg over nærmest alle aspekter ved bokutgivelsen, og det med god grunn. Etter mange år med uenigheter og uforutsette problemer ble boka utgitt av Carnegie-institusjonen i 1957, 20 år etter at den ble påbegynt. Da er det ikke så rart at bokanmeldere omtalte enkelte kapitler som utdaterte.²⁹⁴ Godske hevdet ved flere anledninger at skuffelsen over forsinkelsen av boka medvirket til at han la vekk egen forskning innen dynamisk meteorologi.²⁹⁵

De mange problemene knyttet til produksjonen av boka symboliserer at Bergenskolen gikk mot sin ende. I Bergen våren 1947 foregikk det altså et rivende norskamerikansk meteorologisk samarbeid som Jule Charney ikke behøvde å bry seg om. Han var i stedet på vei til Oslo og et annet forskningsmiljø. I Oslo var den aldrende Vilhelm Bjerknes den eneste som involverte seg i bokaarbeidet, mens de øvrige hydrodynamiske forskere sto fritt til å forfølge mer tidsriktige problemstillinger.

Etter bergensoppholdet gikk Bundgaard inn i det amerikanske flyvåpenets værcentral i Washington, der hans forbilde Sverre Pettersen nå spilte en sentral rolle. Bundgaard og Charney hadde litt kontakt med hverandre i Norge, og deres veier krysset hverandre også senere, blant annet i Princeton i 1951.

Samtidige oppdagelser

Vel framme i Oslo gjaldt det for Jule Charney og familien å finne et sted å bo. Før avreise hadde Jacob Bjerknes advart ham om forholdene i det krigsrammede Norge.²⁹⁶ Mest prekært for utenlandske gjesteforskere var nok den store bolig mangelen. Under krigen var det ikke blitt bygget noen boliger, og boligbyggingen kom heller ikke ordentlig i gang de første årene etter frigjøringen. Dessuten vokste befolkningen kraftig på grunn av økning i fødselsrate og

²⁹³ Dette framgår av korrespondansen mellom Bergeron, Bjerknes, Bundgaard og Godske man kan lese i brevsamlingen etter Jacob Bjerknes ved Nasjonalbiblioteket i Oslo og etterlatte papirer fra Carl Ludvig Godske ved Geofysisk institutts arkiv, Spesialsamlingene i Bergen.

²⁹⁴ Se Fleming, *Inventing atmospheric science*, 73; Sverre Pettersen, «Dynamic meteorology and forecasting», bokanmeldelse i *Science* 125, nr. 3252 (26. april 1957), 829–830.

²⁹⁵ Ifølge Godskes elev Kåre Utaaker, se Utaaker, «Carl Ludvig Schreiner Godske (1906–1970)», 6; Kåre Utaaker, *C.L. Godske*, Universitetet i Bergen, 31. oktober 2008, <http://www.uib.no/gfi/54202/cl-godske#> (oppøst 25. mai 2016).

²⁹⁶ Jacob Bjerknes til Jule Charney, 25. mars 1947, boks 4, mappe 120, Jule Charney papers.

stor tilflytning til Oslo i de første etterkrigsårene.²⁹⁷ Jacob Bjerknes foreslo å sette inn annonse i avisa, forhøre seg ved den amerikanske ambassaden og utnytte alle tenkelige kontakter i det vitenskapelige miljøet for å få tak i en leilighet. Han hadde selv kontaktet sine slektninger i byen, uten umiddelbart hell, og dessuten involvert Einar Høiland og Halvor Solberg i Charneys boligjakt. Etter hvert klarte Charney å skaffe seg husvære i et pensjonat på Hegdehaugen. Pensjonatet ble drevet av Lulla Koren, Vilhelm Bjerknes' kusine.²⁹⁸

I tillegg til utfordringene med å finne tak over hodet, hadde Charney problemer med å innrette seg etter norske arbeidsvaner. Mange år senere mimret Ragnar Fjørtoft om hvordan Charney pleide å dukke opp på universitetet klokka to på ettermiddagen, og selv da ikke var klar til å begynne arbeidet helt med en gang.²⁹⁹ Charney, på sin side, mintes at alle i Norge kom så tidlig på jobb. Dessuten var lunsjpausen så kort, og alle forsvant hjem til middag allerede klokka to.³⁰⁰

Charney innså raskt at Solberg hadde forlatt aktiv forskning. Professorens tid var beslaglagt av administrasjon og komitearbeid. Selv om Charney fikk kontor vegg i vegg med Solberg, hadde de praktisk talt ingen vitenskapelige diskusjoner.³⁰¹

Einar Høilands hydrodynamiske kollokviemiljø ved Astrofysisk institutt mer enn oppveide mangelen på vitenskapelige impulser fra professor Solberg. Kollokviene fortsatte gjerne på Valkyrien kafé utover kveldstimene.³⁰² Charney, Fjørtoft og Høiland delte interessen for å diskutere faglige spørsmål konstant, mens den mer tilbakeholdne – og overarbeidede – Arnt Eliassen opplevde perioden som stressende. Eliassen var nybakt far, han strevde med å skrive

²⁹⁷ Magne Helvig og Kenneth J. Jones, *Oslo: Planlegging og utvikling: Oversikt over den geografiske og historiske bakgrunn, utviklingen av befolkning og næringsliv m. m. og planlegging og utbygging etter krigen*, (Oslo: 1960), 29.

Se også Jan Eivind Myhre, *Barndom i storbyen: oppvekst i Oslo i velferdsstatens epoke*, (Oslo: Universitetsforlaget, 1994).

²⁹⁸ Charneys post var adressert til Rosenborggaten 3, som også var adressen til Frøken Elisa Korens pensjonat. Se Johnson, Gudrun *Slekten Koren 1* (Oslo: Bokstuas forlag, 1941), 87–88, 94; Johnson Høibø, Gudrun, *Slekten Koren 3. Supplement til Slekten Koren 1* (Oslo: Bokstuas forlag, 1975), 46.

²⁹⁹ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 8.

³⁰⁰ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 43.

³⁰¹ Jule Charney til Jacob Bjerknes, 14. januar 1948, boks 4, mappe 120, Jule Charney papers; Platzman, «The atmosphere—a challenge», 43.

³⁰² Referanse Platzman, «The atmosphere—a challenge», 44; også James Fleming har skrevet om disse kollokviene, se Fleming, *Inventing atmospheric science*, 116.

doktoravhandlingen, skiftarbeidet på Meteorologisk institutt slet ham ut, og han hadde dårlig selvtillit når det gjaldt engelskferdighetene sine.

Da Eliassen presenterte sitt pågående arbeid i gruppas seminarer, var Charney til stede, men uten helt å oppfatte hva Eliassen faktisk forsket på. Det viste seg at de to gjorde liknende arbeider uten å forstå hva den andre gjorde. Deres respektive kvasigeostrofiske modeller var langt fra identiske, men liknet tilstrekkelig på hverandre til at de burde kunne ha mange givende diskusjoner om dem. Det hadde de altså ikke. De snakket forbi hverandre.³⁰³

En årsak til sammenbruddet i kommunikasjonen var at Eliassen ikke forsto alle implikasjonene av sin egen forskning. Han kjente ikke igjen at en av likningene han hadde utledet var en variant av Charneys kvasigeostrofiske virvellikning.³⁰⁴ Språkproblemer og Eliassens stressende hverdag må også ta sin del av skylden for misforståelsene, det samme må Charneys manglende interesse i Eliassens forskning. Charneys førsteinntrykk av Eliassens forskning var at den var formalistisk, til motsetning fra hans egen tilnærming som hadde et mer fysisk utgangspunkt.³⁰⁵

Eliassen og Charneys kvasigeostrofiske modeller er et eksempel på samtidige oppdagelser. Dette er et tema som går tilbake til klassikerne i vitenskapshistorien. Thomas Kuhn har for eksempel gitt en svært detaljert framstilling av hvordan energibevaring ble oppdaget av 12 ulike vitenskapsmenn på 1830- og 1840-tallet. Dette knyttet han til helt konkrete historiske årsaker.³⁰⁶ Robert Merton diskuterte temaet mer generelt, og tok avstand fra den nærliggende tanken om at vitenskap viser seg å være moden for et bestemt framskritt på et gitt tidspunkt.³⁰⁷ Merton tok fenomenet til inntekt for sitt syn på gruppeaspektet i vitenskap: at vitenskapsmenn tilhører ett samfunn og dermed tenker likt.

Krigen hadde for alvor hemmet kommunikasjonen mellom ulike vitenskapelige miljøer, og de første årene var det naturlig nok et stort etterslep i spredningen av ulike ideer som hadde

³⁰³ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

³⁰⁴ Se Eliassen, «Geostrophy», 5.

³⁰⁵ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 42–43.

³⁰⁶ Thomas Kuhn, «Energy conservation as an example of simultaneous discovery», i *Critical problems in the history of science*, red. av Marshall Clagett (Madison: The university of Wisconsin press, 1962), 321–356.

oppstått i krigsårene. Rossbys barotrope modell og Jacob Bjerknes' forsøk på å gi forklaring på den øvre troposfæren ble ikke like raskt kjent i Norge som i Los Angeles der Charney befant seg. Samtidig hadde Eliassen i Norge omtrent de samme forutsetningene til å behandle slike problemer, selv om han baserte seg på eldre arbeider av blant andre Theodor Hesselberg, Reginald Sutcliffe og Lewis Richardson.³⁰⁸ Det å forsøke å regne seg fram til været hadde vært en iboende ambisjon siden Bjerknes, og både Charney og Eliassen syntes Lewis Richardsons fåfengte forsøk var inspirerende. Imidlertid fantes det flere tilnæringsmåter til utfordringen. I en veldig teknisk, men oversiktlig gjennomgang av geostrofisk teori har Charney og Eliassens senere kollega Norman Phillips vist at elementer fra Charneys modell kan finnes igjen i flere andre samtidige eller eldre arbeider, særlig hos den tidligere omtalte briten Eric Eady.³⁰⁹ Flere varianter av numerisk meteorologi lå nær overflaten i den vitenskapelige bevissthet, for å låne en formulering fra Thomas Kuhn.³¹⁰

Her er det aller mest interessant å observere at to forskere som burde være på bølgelengde, og som senere ble nettopp det, ikke forsto hverandre.

Numeriske forberedelser

Charney likte seg godt i Oslo. Han syntes byen var fredelig, og han fikk tid til å utbrodere ideer han hadde fått gjennom diskusjonene med Rossby og de andre i Chicago.³¹¹ Etter å ha besøkt Princeton var han fast bestemt på å komme tilbake dit og drive med numerisk værvarsling. Jacob Bjerknes tilbød ham jobb i Los Angeles, og Rossby ville ha ham tilbake til Chicago, men han avsto disse tilbudene.³¹² Bjerknes håpet deretter at Charney ville vende tilbake til UCLA etter en tid i Princeton, men dette skjedde aldri.³¹³ Oslo-oppholdet utviklet

³⁰⁷ Robert K. Merton, «Singletons and multiplies in science», i *The sociology of science* (Chicago: The university of Chicago press, 1973), 343–371.

³⁰⁸ «Interviewer's commentary», i *Conversations with Jule Charney*, 153 [tilgjengelig fra UCAR, Boulder].

³⁰⁹ Norman A. Phillips, «The emergence of quasi-geostrophic theory», i *The atmosphere—a challenge: The science of Jule Gregory Charney*, red. av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman (Boston: American meteorological society, 1990), 177–206.

³¹⁰ Se Kuhn, «Energy Conservation as an example of Simultaneous Discovery», 323.

³¹¹ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 38.

³¹² Charney til Bjerknes, 14. januar 1948, Jule Charney papers.

³¹³ Jacob Bjerknes til Jule Charney, 4. mars 1948, boks 4, mappe 120, Jule Charney papers.

seg dermed til å bli en teoretisk forberedelse til Princeton-prosjektet. Han hadde klare ideer og skrev for eksempel til Jacob Bjerknes at han var skeptisk til prosjektets retning. Dersom ikke noen fysiske ideer ble brakt på bane, ville prosjektet dø ut på grunn av matematisk sterilitet.³¹⁴

Mesteparten av tiden sin i Oslo brukte Charney på å forsøke å bearbeide de hydrodynamiske likningene og utlede likningssett det var mulig å løse.³¹⁵ Han syslet med en matematisk filtrering av atmosfæriske bølger, det vil si å fjerne unødvendige variabler, det han kalte støv. Han hadde forstått at ikke alle variablene i bølgelikningene var like relevante for værvarsling. Lydbølger og gravitasjon kunne for eksempel fjernes fra likningssystemene dersom man fant en matematisk akseptabel måte å gjøre det på. Det er intuitivt at lyden av været ikke har effekt på været i seg selv, og gravitasjonsenergi utgjør en minimal del av totalenergien i et værssystem. Ved å fjerne disse unødvendige variablene ville man komme et skritt nærmere løsbare likninger. Slike problemstillinger hadde Charney begynt å interessere seg for mens han studerte i Los Angeles, og han tok dem blant annet opp i doktorgradsarbeidet.

Charney poengterte at i studier av atmosfæriske bølgebevegelser ble integrasjonsproblemet veldig innviklet. Grunnen var at det til enhver tid kunne eksistere flere sett av bølgelikninger, som alle tilfredsstilte betingelsene i problemet, nemlig at bevegelsen måtte være harmonisk og med en bestemt bølgelengde. Selv om bare de lange bølgene var viktige for studiet av vær fenomener på stor skala, ble man tvunget av de generelle likningene til å kave med hver eneste av de teoretisk mulige bølgetypene, fra lydbølger til sykloner. At den matematiske beskrivelsen var såpass vag, utgjorde en alvorlig mangel i likningene sett fra et meteorologisk synspunkt. Den som forsøkte å bruke likningene til å beregne værets utvikling, ville måtte ta hensyn til forandringer av bevegelsene på stor skala, forandringer som ikke hadde meteorologisk relevans, men bare gjorde integrasjonen av likningene praktisk talt umulig.³¹⁶

³¹⁴ Jule Charney til John von Neumann, 14. januar 1948, boks 4, mappe 120, Jule Charney papers; Harper, *Weather by the numbers*, 116.

³¹⁵ Harper, *Weather by the numbers*, 116.

³¹⁶ Jule Charney, «On the scale of atmospheric motions», *Geofysiske publikasjoner* 17, nr. 2 (1948).

Charney lanserte en forenklingsmetode for bølgebevegelse. Denne metoden utvidet han til å gjelde for de mest alminnelige storskalabevegelesene. Forenklingen innbefattet to antagelser, henholdsvis kvasihydrostatisk og kvasigeostrofisk likevekt. At systemet var kvasihydrostatisk, betød at luftpakkene bare hadde ytterst liten akselerasjon i vertikalretningen. Ved å bruke kvasigeostrofisk tilnærming kunne den reelle vinden i horisontal retning erstattes av geostrofisk vind (vinden som kommer når Corioliskraften blir balansert av den horisontale trykkraften). Da Charney tok i bruk disse approksimasjonene i bevegelseslikningene, ble de enklere å håndtere matematisk. Framgangsmåten for et matematisk filter av likningene ble formulert i november 1947, og resulterte i en publikasjon i det norske tidsskriftet *Geofysiske publikasjoner*.³¹⁷

Charney, og kona Elinor, spedde på inntekten fra stipendet ved å revidere og språkvaskede deler av Carl Godskes kapitler i Bergensskolens kommende utgivelse, og de mottok penger fra Jacob Bjerknæs for dette. Det er ellers ingenting som tyder på at Elinor mistridves sosialt eller ble faglig isolert i sitt eget doktorgradsarbeid. Hun deltok i kollokvier og la fram arbeid i grammatikk og logikk for filologer etter oppfordring fra filosofiprofessor Arne Næss.³¹⁸ Etter sigende perfeksjonerte hun sine norskkunnskaper ved å lese Ibsen, og datteren, som ble født få år etter oppholdet, ble oppkalt etter Nora i *Et dukkehjem*.³¹⁹

Charney mente det var påfallende hvor lite nordmennene visste om nyere amerikanske forskningsresultater, deriblant Jerome Namias' arbeid innen langtidsvarsling. Namias var en tidligere Rossby-elev som arbeidet ved en egen forskningsavdeling for langtidsvarsling innen den amerikanske værtjenesten. Fordi krigen brøt forbindelsene mellom det norske miljøet og utenlandske miljøer hadde ikke nordmennene hatt tilgang til alt av amerikansk forskning. Publikasjonene til Namias var derfor ikke kjent i Norge. Charney ba ham sende all tilgjengelig litteratur til Norge.³²⁰

På nyåret 1948 reiste Charney til Stockholm, der Carl-Gustaf Rossby var i ferd med å etablere seg. Arnt Eliassen fikk dermed endelig tid til å slutføre arbeidet med doktorgraden.

³¹⁷ Jule Charney til Philip Thompson, 4. november 1947, boks 15, mappe 487, Jule Charney papers; Charney, «On the scale of atmospheric motions».

³¹⁸ Charney til Bjerknæs, 14. januar 1948, Jule Charney papers.

³¹⁹ Trygve Ramberg, «Pålitelig langtidsvarsel om noen år», *Aftenposten*, 26. mars 1957.

Like før den skulle leveres inn ble Eliassen gjort klar over at briten Reginald Sutcliffe til dels hadde kommet fram til de samme forenklingene med trykk som koordinat. Eliassen rakk å skrive en kort bemerkning om Sutcliffes resultater før innlevering. Avhandlingen fikk navnet «The quasi-static equations of motion with pressure as independent variable», og ble sendt til *Geofysiske publikasjoner* i mars 1948. Den ble publisert i mai 1949.³²¹

Eliassen blir rekruttert til Princeton

Til tross for sin sjenanse og nedvurdering av egen innsats må Arnt Eliassen likevel ha gjort et visst inntrykk på Charney. I november 1947 tok Charney kontakt med vennen Philip Thompson, som han kjente fra Los Angeles, og som arbeidet på Princeton-prosjektet:

Having, after seven months, seen a pretty fair sample of Norwegian meteorology and meteorologists, I was able to judge who had gathered most of the slivers from the scepter of V. Bjerknes. The choice narrowed down to two. They are both young men at the meteorological institute in Oslo. Eliassen and Fjørtoft by name.³²²

Charney hadde lagt merke til de to meteorologene, og han mente at de skilte seg ut som de potensielt beste forskertalentene i det norske miljøet. Han skrev videre at han hadde bedrevet propaganda for Princeton-prosjektet. Jo mer han hadde sett av spede, halvhjertede forsøk både i Norge og andre steder, jo mer sikker var han blitt på at værvvarsling var et spørsmål om beregnings- og databehandling. Løsningen var en intelligent maskin og noen få som kunne bidra med matematisk-meteorologisk smøring av maskineriet («a few mathematic-meteorological oilers»). Maskinen ville snart være på plass i Princeton, men prosjektet trengte flere meteorologer. Han tenkte her framfor alt på seg selv, men også på sine norske kolleger. Eliassen og Fjørtoft ville være passende kandidater. Om Eliassen skrev han:

Eliassen had a very good mathematical and physical training under V. Bjerknes and had worked on the problem of numerical computation. He is aware that the finite differences cannot be chosen arbitrarily and that the initial conditions propagate at a finite rate. He is also aware of the impossibility of integrating the equations of motion as they stand. In short he is not naive. Furthermore he is one of the best forecasters in Norway and so has

³²⁰ Jule Charney til Jerome Namias, 5. september 1947, boks 11, mappe 361, Jule Charney papers.

³²¹ Arnt Eliassen, «The quasi-static equations of motion with pressure as independent variable», *Geofysiske Publikasjoner* 17, nr. 3 (1949).

³²² Charney til Thompson, 4. november 1947, Jule Charney papers.

a proper appreciation of the physical aspects of the problem (Norway is a small country and even the theoretical meteorologists work).³²³

Her er det tydelig at Charney ble imponert over Eliassen, men ikke helt hadde oppfattet at de sto på likefot. Selv om Eliassen fikk de beste skussmål ble han tillagt helt generelle kunnskaper. At endelige differenser ikke kunne velges vilkårlig, og at det var umulig å integrere likningene slik de for øyeblikket var, var ikke grensesprengende innsikter. Charney var riktignok klar over at Eliassen hadde arbeidet med spørsmål knyttet til numeriske metoder. Og sist men ikke minst var han en av de dyktigste værmelderne i Norge og forsto godt de fysiske aspektene i problemene. Hva så med Fjørtoft? «Fjørtoft is damn good also, but he is not available», skrev Charney.³²⁴

Selv om Eliassen hadde planlagt et opphold i England, var han ikke vanskelig å overtale til å gå for Princeton i stedet. Charney hadde snakket med Sverre Petterssen, som var villig til å trekke i tråder for å realisere planene om å få med Eliassen på Princeton-prosjektet. Han hadde lenge vært positiv til ideen om å gi Eliassen muligheten til å studere i utlandet. Som Nilsen og Vollset poengterer hadde Petterssen i klare ordelag gitt uttrykk for at Norge hadde mistet sin dominerende posisjon innen internasjonal meteorologi. Riksværvarslingssjefen håpet at norske meteorologer kunne gis muligheter til å forske og til å oppsøke nasjoner der forholdene ble lagt bedre til rette.³²⁵ Eliassens kandidatur foreslo han å legge fram for Howard Thomas Orville, som var meteorolog og kaptein i den amerikanske marinen. Det var «Office of Naval Research», marinens forskningsavdeling, som finansierte von Neumanns datamaskinprosjekt, og Petterssen hadde kontakter. Han skrev en varm anbefaling som vektla hvor fordelaktig det ville være for prosjektet å få Eliassen på laget.³²⁶ Petterssen ville gladelig gi ham permisjon.

Siden John von Neumann hadde det øverste ansvaret for prosjektet, tenkte Charney det neppe ville skade å legge forslaget fram for ham. Han skrev derfor et brev til Philip Thompson der han greide ut om sine tanker om prosjektet og nytteverdien av å inkludere Eliassen. Kunne Thompson være så snill å meddele informasjonen videre til von

³²³ Charney til Thompson, 4. november 1947, Jule Charney papers.

³²⁴ Charney til Thompson, 4. november 1947, Jule Charney papers.

³²⁵ Nilsen og Vollset, «Krig, okkupasjon og gjenoppbygging».

³²⁶ Sverre Petterssen til Howard Thomas Orville, 3. november 1947, Arnt Eliassen arkiv, administrative papirer.

Neumann?³²⁷ Dette viste seg å være en smart strategi. Thompson viste Charneys brev til John von Neumann, som umiddelbart sørget for å invitere både Charney og Eliassen.³²⁸ Prosjektet manglet personell, så Charneys initiativ var meget kjærkomment. Etter å ha mottatt invitasjonen, utdypet Charney i et brev rett til von Neumann hvorfor han mente det var en god idé å få med Eliassen på prosjektet. Det var blitt mer og mer åpenbart at en numerisk løsning av varslingsproblemet var avhengig av felles innsats fra matematikere og fysikere, skrev han. Ren matematisk innsikt ville ikke være tilstrekkelig til å komme fram til adekvate likninger. Prosjektet var avhengig av noen som hadde tilstrekkelig kunnskap om meteorologiske fenomener til å vite når og hvordan man skulle gjøre forenklinger. Eliassen ville være en verdifull tilvekst på grunn av hans kombinerte erfaring fra synoptisk og teoretisk meteorologi. I tillegg hadde han, gjennom samarbeidet med Charney selv, tenkt grundig gjennom spørsmål knyttet til numerisk værvarsling. Eliassen var dessuten motivert.³²⁹

John von Neumann hadde vært positiv til å inkludere en norsk meteorolog i samme øyeblikk som Philip Thompson la fram ideen for ham. Han ønsket å vite hva slags opphold Eliassen kunne tenke seg og hvilke betingelser Princeton-prosjektet skulle tilby nordmannen.³³⁰ Charney mente 5000 dollar ville være riktig lønn å gi Eliassen. Til seg selv foreslo han 6750 dollar. Han skrev dessuten at det ville være en god idé dersom Eliassen kunne tilbringe tid både ved universitetet i Chicago og ved «U.S. Weather Bureau» i Washington D.C. Pettersen og Charney diskuterte dette med Rossby, som lovet å invitere Eliassen til Chicago i juli eller august 1948 og også dekke utgiftene hans mens han oppholdt seg der.³³¹ Charney dro tilbake til USA i mai 1948 og sluttet seg umiddelbart til Princeton-prosjektet. Snart ville også Arnt Eliassen ankomme.

³²⁷ Charney til Thompson, 4. november 1947, Jule Charney papers.

³²⁸ Philip Thompson til Jule Charney, 17. november 1947, boks 15, mappe 487, Jule Charney papers.

³²⁹ Jule Charney til John von Neumann, 2. januar 1946, boks 16, mappe 516, Jule Charney papers; Harper, *Weather by the numbers*, 117–118.

³³⁰ John von Neumann til Jule Charney, 19. november 1947, boks 16, mappe 516, Jule Charney papers.

³³¹ Charney til von Neumann, 2. januar 1946, Jule Charney papers.

Hvem trakk egentlig i trådene?

Jule Charney ble rekruttert inn i meteorologiverdenen av Bergensskolens norske representanter i USA. Av den grunn hadde han et ønske om å reise til Norge. Ønsket var plantet i ham av Jørgen Holmboe, Harald Sverdrup og Jacob Bjerknes, og basert på en forestilling om Bergensskolen som ikke lenger var levende. Bergensskolen avdeling California var imidlertid ikke fullstendig orientert om utviklingen i hjemlandet. Halvor Solbergs sorti som forsker hadde vært sammenfallende med at forskningsfronten flyttet seg. Han var ikke den beste forvalteren av tradisjonen Charney skulle innlemmes i. Som stipendiat i Oslo ble Charney møtt av generelt utfordrende forhold for vitenskap, men likevel overraskende stor aktivitet i det hydrodynamiske forskningsmiljøet.

I gjenreisningsperioden etter 1945 gikk norsk naturvitenskap gjennom store grunnleggende endringer. I Norge var det en distanse mellom mesteparten av virksomheten ved universitetet og miljøene der den reelle veksten i forskningen foregikk. Men selv om et nytt syn på finansiering og organisering av forskningen fikk store ringvirkninger på lang sikt, kunne enkelte tradisjonelle vitenskapelige miljøer uforstyrret videreføre sin aktivitet de første etterkrigsårene.³³² I skyggen av Bergensskolen hadde Einar Høilands teoretiske miljø vokst seg sterkt. Charneys vitenskapelige reise, på lykke og fromme, gjorde at han nærmest snublet inn i denne forskerskolen.

Jule Charneys korrespondanse mens han var i Norge, viser at det opprinnelige initiativet til å involvere Eliassen (og senere Fjørtoft) til det elektroniske regnemaskinprosjektet i Princeton kom fra ham. Kristine Harper har imidlertid i sin bok *Weather by the Numbers* fått fram hvor sterkt påvirket Jule Charney var av Carl-Gustaf Rossby. Charney har også selv uttalt at han følte et mye sterkere intellektuelt slektskap med Rossby enn med sine veiledere Jacob Bjerknes og Jørgen Holmboe.³³³

³³² Det var for eksempel i denne perioden Odd Hassels forskningsgruppe lyktes i å skape internasjonal oppmerksomhet rundt sine resultater innen strukturkemi, og også Carl Størmers nordlysforskning fortsatte i samme rytme som før krigen. Se Edgeir Benum, «Arbeidet for anerkjennelse: Hasselgruppen og det internasjonale vitenskapssamfunn ca. 1945–ca. 1955», *Historisk tidsskrift* 89, nr. 4 (2010), 573–602; Alv Egeland og William Burke, *Carl Størmer: Auroral pioneer* (Berlin: Springer, 2013).

³³³ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 24, 34.

Harper hevder at Eliassen ble invitert til USA fordi Carl-Gustaf Rossby, «the de facto head of the Meteorology Project», bestrebet seg for å ha innflytelse på utfallet til tross for at han befant seg i Stockholm.³³⁴ At Eliassen havnet i Princeton på grunn av Rossby, har hun ikke belegg for å fastslå, uten at jeg vil påstå dette er en alvorlig innvending mot Harpers arbeid. Rossby hadde god oversikt over de ulike miljøene for teoretisk meteorologi, ikke minst de norske, men han tok ikke initiativ til å rekruttere norske forskere til prosjektet i Princeton, et prosjekt han på dette tidspunktet hadde en noe uklar tilknytning til.

Charney vervet Eliassen til Princeton, godt hjulpet av Sverre Petterssen. Petterssen observerte den gjensidige nytten den norske og de amerikanske værtjenester kunne få av at Eliassen og Fjørtoft tilbrakte et år i Amerika. I tillegg identifiserte han seg med deres anstrengelser for å forske, på samme måte som han selv hadde vært desperat etter å få tid til å drive vitenskap på slutten av 1930-tallet.

Et viktigere spørsmål enn hvem som ledet Eliassen til USA, er hva et slikt skifte i arbeidsmiljø ville innebære. Hvilke muligheter representerte invitasjonen fra Princeton? Eliassen var 32 år, og hadde ingen umiddelbare karrieremuligheter i Norge. Han hadde utviklet ideer om å forene praktisk og teoretisk meteorologi, men hadde ikke mulighet til å få gjennomslag i det vitenskapelige og politiske klima som rådet. Han måtte komme seg utenlands for å få innblikk i den vitenskapelige utviklingen, og endelig fikk han sjansen. Fjørtoft, som var to år eldre enn Eliassen, var selvdreven som forsker, men hadde hittil aldri blitt gitt mulighet til å dyrke en forskerkarriere. Han var mer enn villig til å flytte på seg, men måtte i første omgang nøye seg med å bli overført fra Bergen til Oslo.

Meteorologisk institutt hadde fått nye oppgaver, så en forskerkarriere var det ikke enkelt å drive derfra. Det meteorologiske håndverket i Norge hadde imidlertid gitt Eliassen og Fjørtoft en sterk identitet innen disiplinen og profesjonen, som allerede hadde kommet til uttrykk gjennom deres vitenskapelige arbeider. For Charney var det merkelig at teoretisk skolerte meteorologer i det hele tatt arbeidet i værtjenesten. I USA var meteorologisk forskning og værvarsling atskilte virksomheter, men nettopp derfor ville Eliassen og Fjørtoft, med sin kombinasjon av teoretiske kunnskaper og meteorologisk virkelighetssans, være ypperlige tilvekster til det rent matematisk-orienterte Princeton-prosjektet.

³³⁴ Harper, *Weather by the numbers*, 121.

4. Amerika

Meteorologiprojektet i Princeton var Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtofts springbrett til vitenskapelige karrierer. Å slutte seg til prosjektet var ikke et vanskelig valg; for første gang ville de få frihet til å drive meteorologisk forskning på heltid. Skjønt den vitenskapelige friheten hadde definitivt sine grenser. Forskningen i Princeton foregikk innenfor klare rammer som Eliassen og Fjørtoft hadde ytterst liten mulighet til å påvirke. Hva slags vitenskapelig virksomhet var det egentlig de bidro til? Hva var helt konkret deres bidrag? Og hvordan ble ny kunnskap overført?

John von Neumanns prosjekt blir ikke bare regnet som en milepæl i meteorologiens historie, men også som en milepæl i datamaskinenes historie. Prosjektet har således blitt viet mye oppmerksomhet i vitenskaps- og teknologihistorie, til tider på bekostning av annen aktivitet innen amerikansk geofysikk i samme periode. Også flere andre meteorologiske forskningsprosjekter disponerte betydelige økonomiske ressurser, sysselsatte mange forskere, vakte internasjonal interesse og fikk praktisk betydning. I kapitlet viser jeg hvordan Eliassen og Fjørtoft utnyttet mulighetene de fikk gjennom Princeton-prosjektet til samtidig å utforske andre forskningsfronter i Amerika. De beveget seg langs meteorologinettverkene som siden 1930-tallet hadde bundet nordiske og amerikanske miljøer sammen.

Institute for Advanced Study

Institute for Advanced Study i Princeton i New Jersey ble grunnlagt i 1930 og skulle være et frittstående forskningsinstitutt for spesielt inviterte, fremragende vitenskapsmenn. Forskerne måtte ikke følge bestemte forskningsprogram, men kunne bestemme på egenhånd i hvilken retning de ville drive vitenskap.³³⁵ En rekke berømte vitenskapsmenn har vært tilknyttet instituttet, aller mest kjent er naturligvis Albert Einstein. En annen som tilhørte første kull «faculty members», var den ungarsk-amerikanske matematikeren John von Neumann, som

³³⁵ Herman H. Goldstine, *The computer from Pascal to von Neumann* (Princeton: Princeton university press, 1978), 77–78.

For bakgrunn om Institute for Advanced Study, se Beatrice M. Stern, «A history of the Institute for Advanced Study» (1964) [hentet fra library.ias.edu/files/stern_pt1.pdf].

hadde vært professor ved Princeton University siden 1930.³³⁶ Von Neumann er husket for vitenskapelige oppdagelser innen en rekke felt, deriblant spillteori, mengdelære og kvantefysikk.

Selv om instituttet, som fortsatt eksisterer, er plassert like ved Princeton University, er det ikke formelt underlagt universitetet. Når jeg henviser til virksomhet ved instituttet videre i denne avhandlingen, vil jeg skrive *i* Princeton, ikke *på* eller *ved* Princeton, noe som ville vært bedre ordvalg dersom jeg beskrev virksomhet på universitetet. I Princeton betyr i denne teksten i all hovedsak ved Institute for Advanced Study.

Under andre verdenskrig hadde von Neumann flere oppdrag på amerikansk side. Han var blant annet delaktig i Manhattan-prosjektet, som ved hjelp av en mengde av tidens fremste vitenskapsmenn og nærmest utømmelige ressurser, utviklet atombomben. Von Neumanns arbeid med bomben besto blant annet av kompliserte hydrodynamiske utregninger, så det er ikke unaturlig at han mot slutten av krigen begynte å fatte sterk interesse for datateknologi. Han hadde et mål om å bygge en digital elektronisk regnemaskin, som ville være i stand til å løse komplekse matematiske problemer og utvikle matematisk teori.³³⁷ Spesielt var han opptatt av likninger som hadde ikke-lineære løsninger, det vil si at de kun var løsbare med numeriske metoder, altså ved å tilnærme seg svaret ved hjelp av bestemte algoritmer. Å regne ut slike matematiske problemer kunne være en uoverkommelig hindring for personer som ga seg i kast med dem, så von Neumann øynet stor potensiell verdi i å utvikle hjelpemidler som ville kunne løse ikke-lineære differensiallikninger på en brøkdel av tiden et menneske trengte.³³⁸

Utviklingen av elektroniske regnemaskiner hadde bakgrunn i den amerikanske våpenindustrien. Analoge regnemaskiner, for eksempel tilsvarende Svein Rosselands differensialanalysator, ble under krigen brukt til å lage tabeller over banen prosjektiler brukte når de ble avfyrt med forskjellig hastighet, vinkel og så videre. Dette arbeidet var viktig i konstruksjon og justering av skytevåpen, og antallet beregninger av prosjektilbaner ble stort. Fysikeren John W. Mauchly og ingeniøren J. Presper Eckert, tilknyttet Moore School of

³³⁶ Goldstine, *The computer from Pascal to von Neumann*, 80.

³³⁷ Nebeker, *Calculating the weather*, 136.

³³⁸ Harper, *Weather by the numbers*, 91.

Electrical Engineering ved University of Pennsylvania, begynte i juni 1943 å konstruere en elektronisk regnemaskin, finansiert av hæren. Maskinen fikk navnet ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), og med den kunne skytetablellene beregnes hurtigere enn hva som var mulig med analoge regnemaskiner. Eniac ble klar til bruk omtrent ved krigens slutt. Von Neumann besøkte Mauchly og Eckert i Philadelphia flere ganger og var godt kjent med utviklingen av maskinen.³³⁹

Kunne regnemaskinene anvendes på været?

I april 1945 kontaktet Mauchly representanter for de amerikanske værtjenestene for å diskutere mulig framtidig meteorologisk anvendelse av regnemaskiner.³⁴⁰ Initiativet førte ikke til noe, men ble et frampek på hva som skulle komme. I oktober samme år skrev fysikeren og oppfinneren Vladimir Zworykin et notat der han tok for seg potensialet som lå i fullstendig oversikt og mulig kontroll over været. Elektroniske regnemaskiner ville ha mulighet til å håndtere de store datamengdene og løse de kompliserte likningene som beskrev atmosfærens bevegelser, og som ville ligge til grunn for værkontroll.³⁴¹ Som en konsekvens av tiltakene, tok Francis Reichelderfer, lederen av den sivile værvarslingstjenesten, initiativ til en konferanse om muligheten til å bruke elektroniske regnemaskiner i meteorologisk analyse og værvarsling. Konferansen ble holdt i januar 1946, med John von Neumann som invitert delegat.³⁴²

På dette tidspunktet var von Neumann i forhandlinger med marinens forskningsavdeling, «Office of Naval Research», om finansiering av regnemaskinen han ville bygge ved Institute for Advanced Study.³⁴³ Han så for seg flere bruksområder for maskinen, deriblant beregninger til nytte for konstruksjon av en hydrogenbombe. I tillegg ønsket han sivile bruksområder, som kunne fronte prosjektet utad, og værvarsling var en passende anvendelse,

³³⁹ Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 182, 186.

³⁴⁰ Harper, *Weather by the numbers*, 96–97.

³⁴¹ Vladimir K. Zworykin, «Outline of Weather Proposal» (oktober 1945), utgitt i *History of meteorology* 4 (2008), 65.

³⁴² Harper, *Weather by the numbers*, 98.

³⁴³ På dette tidspunktet het avdelingen Navy's Office of Research and Invention (ORI), men den ble reorganisert og fikk navnet Office of Naval Research (ONR) i august 1946. Se Harvey M. Sapolsky, *Science and the navy. The history of the office of naval research* (Princeton: Princeton university press: 1990), 27–29.

på grunn av de vitenskapelige utfordringene i oppgaven og den potensielt store praktiske betydningen av positive resultater. Marinen på sin side hadde sin egen værvarslingsavdeling, og så stor nytte i framtidige resultater som kunne forbedre værvarsler og muliggjøre værkontroll.³⁴⁴

Marinens forskningsavdeling «Office of Naval Research» var de første etterkrigsårene den desidert største sponsoren av amerikansk vitenskap. Harvey Sapolsky skriver i sin bok om denne nærmest autonome enheten at fra 1945 omtrent til Koreakrigens utbrudd i 1950, strømmet marinens penger inn i universiteter og forskningsprosjekter, oftest helt uten føringer. Marinens ledelse hadde liten bevissthet om hvorfor de bevilget så mye penger og i hvilken grad alle de investerte forskningsmidlene ville gi praktisk nytte for våpengrenen.³⁴⁵ En utbredt oppfatning var at vitenskapsmenn arbeidet best uten for mye innblanding. En annen var at ubetinget støtte ville gjøre mottakerne lojale til marinen. Med sin fortid i Manhattan-prosjektet og sine ideer om beregninger til nytte for våpenutvikling og værvarsling, var John von Neumann sikret innpass hos beslutningstakere og nøt godt av store bevilgninger og lite byråkrati. Det elektroniske regnemaskin-prosjektet fikk støtte ikke bare fra marinen, men også fra kilder i hæren og den nylig nedsatte atomenergikommisjonen.³⁴⁶ Ved Institute for Advanced Study, der idealet var ren matematikk, var stemningen rundt et anvendt prosjekt ikke fullt så entusiastisk, noe som medførte at den helt lokale institusjonelle støtten til regnemaskinprosjektet var vekslende.³⁴⁷

Meteorologiprojektet kommer i gang

Kontrakten mellom Institute for Advanced Study og marinens forskningsavdeling ble signert i juni 1946. I instituttets kontraktforslag var de årlige bevilgningene på 61 000 dollar, en stor sum helt i tråd med forskningsklimaet i USA på denne tiden. Det uttalte forskningsmålet

³⁴⁴ Thompson, «Charney and the revival of numerical weather prediction», 97; James R. Fleming, *Fixing the sky: The checkered history of weather and climate control* (New York: Columbia university press, 2010), 171–174.

³⁴⁵ Sapolsky, *Science and the navy*, 4–5, 7; Daniel J. Kevles, *The physicists: The history of a scientific community in modern America*. (Cambridge: Harvard University Press, 1995), 354–356.

³⁴⁶ Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 243.

³⁴⁷ George Dyson, *Turing's cathedral: The origins of the digital universe* (New York: Vintage, 2012), for eksempel 82, 118–119, 315–316.

for prosjektet var en undersøkelse av teorien innen dynamisk meteorologi for å gjøre den anvendbar til beregning. Prosjektet skulle også ta de første skritt mot påvirkning av været gjennom rasjonell menneskelig intervensjon.³⁴⁸

I august 1946 inviterte von Neumann et knippe meteorologer til en konferanse viet til å diskutere prosjektet. Carl-Gustaf Rossby ledet diskusjonen om meteorologisk forskning, der flere meteorologer bidro med innspill fra sine respektive spesialfelt, deriblant dynamikk, synoptisk meteorologi og langtidsvarsling. Et halvt år tidligere hadde von Neumann rådspurt seg hos Rossby om hvordan værvarslingsspørsmålet best kunne angripes. Rossby innså umiddelbart at dette var et initiativ meteorologisk vitenskap kunne nyte særdeles godt av. Han erkjente imidlertid også at matematikeren von Neumann var mest interessert i likningene i sin rene form, ikke i atmosfærens faktiske oppførsel. Rossby på sin side mente at det beste for meteorologifaget ville være at det ble etablert en gruppe som først utviklet meteorologisk teori. Å løse likningene for å lage værvarsler kunne komme senere. Rossby, som hadde kontakter overalt, håpet å finne talentfulle forskere som kunne ta del i prosjektet.³⁴⁹

Det var imidlertid vanskelig å rekruttere medarbeidere. Erfarne teoretiske meteorologer var for det meste etablerte i universitetsstillinger og var generelt skeptiske til om regnemaskintilnærmingen ville fungere. Yngre forskere med relevant bakgrunn fantes det ikke så mange av, men i løpet av høsten fikk i hvert fall prosjektet skaffet tre medarbeidere: Paul Queney, Gilbert Hunt og Albert Cahn. Queney var fransk, hadde arbeidet sammen med Rossby tidligere og var ved universitetet i Alger; Hunt hadde fått meteorologio pplæring under krigen og var for tiden doktorgradsstudent i matematikk ved Princeton; Cahn kom fra University of Chicago, men forsvant like etter oppstart.³⁵⁰ Dessuten var Jule Charney blitt mektig imponert av planene, men bestemte seg, som tidligere omtalt, for først å reise til Norge.

³⁴⁸ Harper, *Weather by the numbers*, 102–103; Søknad, Frank Aydelotte til D. F. Rex, 8. mai 1946, boks 9, mappe 304, Jule Charney papers.

³⁴⁹ Harper, *Weather by the numbers*, 100–102.

³⁵⁰ Harper, *Weather by the numbers*, 101–108; Nebeker, *Calculating the weather*, 140.

Sent på høsten 1946 sluttet Philip Thompson, løytnant i hærens flyvåpen, seg til prosjektet. Thompson hadde under krigen fått opplæring i værvarsling ved University of Chicago, men var mest interessert i meteorologisk teori. Mens han hadde vært stasjonert i Los Angeles, fikk han høre om meteorologiprojektet av Jørgen Holmboe, og overtalte sin overordnede om å få besøke Princeton. Von Neumann ble tilstrekkelig imponert til å tilby Thompson plass på prosjektet.³⁵¹ Som vist i forrige kapittel, brevvekslet Thompson og Charney flittig mens Charney var i Norge, og Thompson spilte en viktig rolle i å overbringe informasjon til von Neumann om de talentfulle norske forskerne som kunne være aktuelle. Selv arbeidet han imidlertid isolert.

Chicago-skolen

Hadde det ikke vært for en godhjertet havnearbeider kunne Arnt Eliassens USA-opphold begynt skikkelig galt. Eliassen fikk ikke reisestøtte, verken fra Princeton-prosjektet eller kilder i Norge. Amerikabåten var dyr, og han var sent ute med å skaffe billett, så familien endte med å ta lastebåt over Atlanteren. Siden båten fikk motortrøbbel underveis, tok overfarten en måned.³⁵² Ved ankomst New York ante de ikke hvordan de skulle komme seg til Princeton, og ikke hadde de en eneste dollar. Heldigvis forbarmet en havnearbeider seg over den forkomne norske familien og hjalp dem på toget til Princeton.³⁵³

Ellen Eliassen hadde en onkel i New Jersey, så der ble hun og sønnen Anton innlosjert, mens Arnt reiste på et månedslangt opphold i Chicago. Han var blitt invitert dit av Rossby, som også var til stede den første tiden.

Akkurat som Charney ble Eliassen overveldet av Chicago-miljøet. Han påsto at han hadde lært mer én måned på Chicago enn han noen sinne hadde lært på ett år.³⁵⁴ Aktiviteten gikk langt utenpå noe han hadde vært del av tidligere.³⁵⁵ Meteorologiinstituttet, som var blitt startet våren 1940 for å utdanne personell til militær værvarsling, hadde ekspandert kraftig

³⁵¹ Thompson, «*Charney and the revival of numerical weather prediction*», 98–99.

³⁵² Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 10.

³⁵³ Samtale med Jørgen Eliassen, 5. oktober 2015.

³⁵⁴ Arnt Eliassen til Jule Charney, 5. august 1948, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

³⁵⁵ Taba, «The Bulletin interviews: Arnt Eliassen», 314.

og disponerte betydelige ressurser. Basert på Rossbys arbeider fra 1939 og 1940 var en egen skoleretning blitt utviklet. Slik jeg nevnte i passasjen om Charneys Chicago-opphold, arbeidet man ut i fra andre prinsipper enn Bergens- og Osloskolen. Prinsippene hadde utspring i andre måter å tenke på og en annen vitenskapelig stil enn de norske metodene. Chicago-miljøet utgjorde en ny forskningsfront. Dette virket tiltrekkende på unge, ambisiøse forskere som Charney og Eliassen.

Instituttet hadde en synoptisk avdeling som ikke hadde i oppdrag å varsle været for befolkningen, men kun drev med forskning. Hver dag ble det avholdt kartdiskusjoner under ledelse av George Cressman. Han var blant de mange amerikanske meteorologene som fikk sin utdanning under andre verdenskrig.³⁵⁶ Rossby, Palmén og de andre forskerne tok del i de daglige diskusjonene og brukte dem gjerne som utgangspunkt for mer grunnleggende filosofering om atmosfærens bevegelser.

I etterkant av det intensive oppholdet skrev han en rapport om Chicago-metodene.³⁵⁷ Dette hadde han fått i oppdrag å gjøre fra Sverre Petterssen i Oslo, og han syntes det var en stor utfordring. Eliassen var nemlig ikke spesielt imponert over metodene som ble brukt i Chicago og syntes de var mindre nøyaktige enn norsk prosedyre.³⁵⁸ Han forsto aldri hvilket teoretisk grunnlag enkelte av elementene var forankret i. Under kartdiskusjonene ble det til stadighet brukt ad hoc-løsninger som var ad hoc, men som antakelig ga praktiske resultater. Til motsetning fra Solberg lot han seg ikke avskrekke fullstendig, men han ble heller ikke helt overbevist. På en og samme tid var Eliassen fascinert av og kritisk til praksisen som stredd med kunnskap han hadde lært og anvendt hjemme i Norge.

Hva var så egentlig Chicago-skolen? Den mest iøynefallende forskjellen mellom Chicago-metodene og værvarslingsmetodene brukt i Norge var at rekkefølgen var snudd om. Chicago-meteorologene tok utgangspunkt i kart over 500 millibar-høyden, 5–6 kilometer opp i atmosfæren. Først ble de lange bølgene i denne høyden beskrevet ut i fra Rossbys oppskrift. Deretter ble det gjort et raskt overblikk over bunnkartet («surface map») for å se om det

³⁵⁶ Hessam Taba, «The Bulletin interviews: George P. Cressman», *WMO Bulletin: The official journal of the World meteorological organization* 45, nr 4 (1996), 317.

³⁵⁷ Arnt Eliassen, *Chicagometodene og deres anvendelse i værvarslingen: Rapport utarbeidet etter et opphold i Chicago 1. juli – 15. august 1948* (Oslo: 1948).

³⁵⁸ Arnt Eliassen til Sverre Petterssen, 16. juli 1948, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

fantas en front som stemte overens med endringen av de lange bølgene. Ofte tok de seg ikke en gang bryet med å identifisere fronter. I Norge var resonnementet motsatt: Først ble frontsyklonenes bevegelse og eventuelle dypning varslet. Deretter, på dette grunnlaget, ble forandringene på høydekartet funnet.³⁵⁹

I sin rapport vektla Eliassen de teoretiske arbeidene til Rossby og Victor Starr og utelot de særeste elementene fra kartdiskusjonene. Han konkluderte med at man burde kombinere Chicago-metodene med prosedyren som ble brukt i Norge. Dette ville gi bedre resultat enn hver metode alene. Chicagometoden var sannsynligvis den beste for langtidsvarsling, men kunne også være et tilskudd til de norske metodene på kortsiktige varsler.³⁶⁰ Vi ser at Eliassen var tro mot sin værvarslingsbakgrunn samtidig som han trodde at elementer fra Rossbys Chicago-skole ville gi bedre værvarsler. En viktig forskjell på dette tidspunktet var at Bergensskolen var blitt utviklet som et sett med værvarslingsteknikker, og ble praktisk anvendt fra første dag, mens teknikkene fra Chicago ikke ennå var blitt brukt og testet grundig i praktisk værvarsling. Samtidig var det også velkjent at Bergensskolen hvilte på et nokså ustødig teoretisk fundament, og Eliassen antok at Chicago-skolens beskrivelse av atmosfæren på et nivå var mer grunnleggende. Han sammenliknet de to tilnærmingene med diplomatisk innstilling og fant fordeler og ulemper med begge.

Eliassens rapport gjorde stor lykke hjemme i Norge. Den sirkulerte i de meteorologiske institusjonene, og alle meteorologene i værtjenesten fikk hvert sitt eksemplar.³⁶¹ Også Rossby var storfornydd.³⁶²

Selv om Eliassen baserte sin offisielle rapport på en nøktern analyse av Chicago-skolens skriftlige arbeider, unnlot han ikke å orientere kolleger hjemme i Norge om det for ham særdeles eksotiske miljøet. Eliassens skildring av den store aktiviteten i Chicago inspirerte Einar Høiland til å reflektere over den nye orden i vitenskapen:

³⁵⁹ Eliassen, *Chicagometodene og deres anvendelse i værvarslingen*, 40; Eliassen, «A retrospective view of the ideas from Bergen, Vienna and Chicago», 5–6; Taba, «The Bulletin interviews: Arnt Eliassen», 313–314.

³⁶⁰ Eliassen, *Chicagometodene og deres anvendelse i værvarslingen*, 41.

³⁶¹ Elias Grytøyr til Arnt Eliassen, 7. mai 1949, Arnt Eliassen arkiv, administrative papirer; Theodor Hesselberg til Carl Ludvig Godske, 14. mai 1949, T. Carl Ludvig Schreiner Godske, T. 5. Korrespondanse, møter, organisasjoner m.m., perm merket Brever, møter etc 1949, Geofysisk institutts arkiv.

³⁶² Carl-Gustaf Rossby til Jule Charney, 24. oktober 1948, Charney papers, boks 14, mappe 460.

Overgangen fra det «dovne» Oslo-miljø til det «hissige» Chicago-miljø må vel omtrent virke som om man fra et fredelig lite landsens verksted ble flyttet til en moderne kjempefabrikk i en storby. Jeg er klar over at den industrialiserte vitenskap med masse innsats og et heseblesende jag etter «nye» ting vil komme til å fullstendig slå ut den hyggelige «mediterende» metode når det gjelder nytte-vitenskapen, men jeg beklager det egentlig. Nytelsen og tilfredsstillelsen ved å fordype seg i et emne selv om det ikke er nyttebringende, vil forsvinne og dermed forsvinner også, etter min mening, det verdifulleste av den indre trang til å forske og forstå.³⁶³

Høiland erkjente at vitenskapssynet han representerte var truet. Fra sin tid ved Forsvarets forskningsinstitutt hadde han førstehåndskunnskap om at industrialisert vitenskap var i ferd med å innskrenke muligheten til å drive ren interessedrevet forskning også i Norge. Høilands oppfatning skilte seg for eksempel sterkt fra synet til hans tidligere sjef på Forsvarets forskningsinstitutt, Gunnar Randers, når det gjaldt hvordan forskningen burde organiseres. «Den gammelmodige, kontinentale vitenskapelige virksomheten burde endres slik at den lignet mer på den amerikanske og engelske formen, som for meg stod som den virkelige livgivende form for forskning», skrev Randers i tilbakeblikk om universitetet i denne perioden.³⁶⁴ Tendensen Høiland skildret skulle forsterkes i årene som fulgte, men de gangene Høiland selv fikk organisere forskningen la han stor vekt på å beskytte den tradisjonelle vitenskapelige kulturen han var oppfostret i.

Samtidig var Høiland svært interessert i den faglige virksomheten i USA, og det var viktig for ham å holdes oppdatert nå som Eliassen vendte oppmerksomheten mot et enda mer industrialisert vitenskapelig prosjekt.

«The project»

Etter det livlige oppholdet i Chicago sommeren 1948 syntes Arnt Eliassen det var deilig og fredelig å komme til Princeton og begynne arbeidet på meteorologiprojektet.³⁶⁵ Charney hadde i mellomtiden staket ut den videre kursen. Kristine Harper beskriver hvordan Charney og Eliassens inntreden på prosjektet førte til framskritt mot anvendelig teori og konkrete mål og metoder.³⁶⁶ Inntil dette tidspunktet hadde forskerne på prosjektet arbeidet individuelt med

³⁶³ Einar Høiland til Arnt Eliassen, 8. august 1948, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

³⁶⁴ Randers, *Lysår*, 111.

³⁶⁵ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 11.

³⁶⁶ Harper, *Weather by the numbers*, 123.

ulike problemstillinger uten først å ha bestemt seg for hva som var målet og hvordan hvert enkelt tiltak kunne lede dem dit. Fra stipendiatoppholdet i Oslo brakte Charney med seg ideer om filtrering av likningene for unødige variabler, og han var klar til å sette planene ut i livet. Han ledet arbeidet og konsulterte hyppig med Rossby.³⁶⁷

Prosjektets overordnede mål var som kjent å utvikle en numerisk metode for å integrere de meteorologiske likningene ved hjelp av John von Neumanns elektroniske regnemaskin, som var i ferd med å bli konstruert ved Institute for Advanced Study. Det var riktignok usikkert når IAS-maskinen – populært kalt Maniac³⁶⁸ – ville stå klar til bruk.³⁶⁹ Den ble stadig forsinket.

For å nå det endelige målet ble det satt opp et program med tre delmål: Det første steget var å beskrive atmosfærisk bevegelse fysisk, det vil si å bestemme hvilke differensiallikninger som var gjeldende. For det andre gjaldt det å avgjøre hvordan disse likningene kunne integreres numerisk. Det tredje steget var å avgjøre hva slags type meteorologiske observasjoner og hvor mye data som var nødvendig for å løse likningene på en akseptabel måte. For å besvare disse spørsmålene arbeidet gruppa ut i fra det Eliassen kalte en induktiv framgangsmåte. De begynte med svært enkle modeller, og utvidet disse gradvis ved å ta høyde for flere og flere av fysiske, numeriske og observasjonelle aspekter ved værvarsling.³⁷⁰ Med en slik tilnærming kom Eliassens teoretiske og praktiske bakgrunn til sin rett. Han skjønte for eksempel når en bestemt modell var matematisk gyldig, men fysisk uten mening.

I praksis var det Charney og Eliassen som drev prosjektet framover etter disse prinsippene. Philip Thompson var en god diskusjonspartner den første tiden, inntil flyvåpenet overførte ham til tjeneste et annet sted. Han ble erstattet av en ny ung meteorolog: John C. Freeman. Ellers var matematikeren Gilbert Hunt også ansatt på prosjektet, men han og Freeman ble

³⁶⁷ Harper, *Weather by the numbers*, 124–125.

³⁶⁸ Dyson, *Turing's cathedral*, 86, 319.

³⁶⁹ Arnt Eliassen til Sverre Petterssen, 11. oktober 1948, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

³⁷⁰ Manuskript, «Noen studier i retning av numerisk værvarsling: Foredrag for Norsk Geofysisk forenings årsmøte 1949», Arnt Eliassen, 20. august 1949, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960; Jule G. Charney, Arnt Eliassen, John C. Freeman og Gilbert A. Hunt, «Progress report of the meteorology group at the Institute for advanced study: July 1, 1948 to June 30, 1949», 30. juni 1949, boks 9, mappe 304, Jule Charney papers.

satt til arbeid litt på siden av hva Charney og Eliassen drev med.³⁷¹ Noen måneder senere rekrutterte Charney dessuten Joseph Smagorinsky, som i tiden framover vekslet mellom prosjektet, Weather Bureau og sine doktorgradsstudier ved New York University.³⁷² John von Neumann deltok i vitenskapelige diskusjoner, men var også beskjeftiget med en mengde andre oppgaver, enkelte av disse strengt klassifiserte.

Forenklinger

Charney og Eliassen innså raskt at de var nødt til å bruke geostrofisk vindtilnærming. Metoden eliminerte lyd- og tyngdebølger fra beskrivelsen, noe som helt klart var fordelaktig. Som nevnt i forrige kapittel hadde de utarbeidet hver sin kvasigeostrofiske modell, og i oktober rapporterte Eliassen at om de brukte Charneys metode eller hans egen ikke var så nøye for ham. De gikk praktisk talt ut på det samme.³⁷³ Imidlertid ble Charneys versjon valgt uten diskusjon, fordi det var han i samråd med Rossby som avgjorde hvilken modell de skulle anvende. Eliassen hadde ikke motforestillinger mot avgjørelsen. Han anså Charneys likninger som mer funksjonelle og matematisk mer elegante enn sine egne.

De to diskuterte ikke forskjeller og likheter mellom sine kvasigeostrofiske modeller under arbeidet i Princeton eller de nærmeste årene. Eliassens likninger ble først plukket opp og tatt i bruk på et senere tidspunkt. Charney omdøpte etter hvert Eliassens modell fra *kvasigeostrofisk* til *semigeostrofisk*, for å skille disse relativt like beskrivelsene fra hverandre.³⁷⁴

Charneys modell viste seg å være velegnet. Grappa arbeidet kun med bevegelser på stor skala, siden Charney baserte seg på Rossbys tidligere arbeid som viste at slike bevegelser var best egnet for kvantitativ databehandling.³⁷⁵ Storskalabevegelser var dessuten mer kjent og

³⁷¹ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 12.

³⁷² Platzman, «The atmosphere—a challenge», 55.

³⁷³ Arnt Eliassen til Carl-Gustaf Rossby, 11. oktober 1948, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

³⁷⁴ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 42; «Interviewer's commentary», i *Conversations with Jule Charney*, 153 [tilgjengelig fra UCAR, Boulder].

³⁷⁵ Charney, Eliassen, Freeman og Hunt, «Progress report of the meteorology group at the Institute for advanced study: July 1, 1948 to June 30, 1949», Jule Charney papers; Harper, *Weather by the numbers*, 124.

mer forsket på enn småskalabevegelser, så det fantes resultater å sammenlikne eventuelle løsninger med. Fenomener på stor skala var for eksempel høytrykk, lavtrykk og nedbørsområder, mens fenomener på liten skala kunne være bygskyer eller lokal torden.³⁷⁶ Fra et metodologisk standpunkt var dette den logiske framgangsmåten, hevdet Charney. De skulle gå fra det kjente til det ukjente.³⁷⁷

Modellene var fremdeles for kompliserte til å brukes til testvarsler og trengte ytterligere forenkling. Den kvasigeostrofiske tilnærmingen hadde ulempen at småskala-bevegelser som kunne ha meteorologisk betydning ble filtrert ut som støy. Dette kunne for eksempel være en frontsyklon på liten skala. I tillegg var det en stor numerisk utfordring å forutsi bevegelsen av et kontinuerlig system med fire uavhengige variable (de tre romkoordinatene høyde, bredde og lengde samt tiden), selv med hjelp fra en elektronisk regnemaskin. Det var derfor helt avgjørende å utvikle en atmosfæremodell med færre frihetsgrader. For å løse dette, utnyttet prosjektmedlemmene Rossbys innsikt om at atmosfæriske bevegelser på stor skala tilnærmet beveger seg todimensjonalt. De brukte altså en barotrop atmosfæremodell, der ulike luftlag ikke kunne blande seg med hverandre. Mye av gruppas arbeid dette året dreide seg om studiet av denne såkalte ekvivalent-barotrope bevegelse. Med de utførte forenklingene var regnestykket redusert fra tre til to dimensjoner, og med kun én variabel: høyden av 500 millibarflaten.³⁷⁸

Eliassen var i utgangspunktet skeptisk til den barotrope modellen. Han trodde ikke at metoden ville være anvendelig nok, men visste ikke om noen bedre måte å komme videre på.³⁷⁹ Han var også usikker på om den elektroniske regnemaskinen i Princeton ville rekke å gjøre det nødvendige regnearbeidet for et 24-timers varsel på under 24 timer, og skrev hjem til værvarslingssjef Elias Grytøy: «Medmindre integrasjonen kan utføres ved hjelp av enkle

³⁷⁶ Eksempelene på små- og storskalafenomener er fra Ragnar Fjørtoft, «Utvikling av værvarslingsmetodene», i *Fra solatmosfære til havdyp. Tilegnet Olaf Devik på hans nittiårsdag 20. desember 1976*, red. av Alv Egeland (Oslo: Universitetsforlaget, 1976), 216.

³⁷⁷ Charney, Eliassen, Freeman og Hunt, «Progress report of the meteorology group at the Institute for advanced study: July 1, 1948 to June 30, 1949», Jule Charney papers.

³⁷⁸ Charney, Eliassen, Freeman og Hunt, «Progress report of the meteorology group at the Institute for advanced study: July 1, 1948 to June 30, 1949», Jule Charney papers; Eliassen, «Noen studier i retning av numerisk værvarsling», Arnt Eliassens arkiv.

³⁷⁹ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989; Joseph Smagorinsky, «The beginnings of numerical weather prediction and general circulation modeling: Early recollections», *Advances in Geophysics* 25 (1983), 9.

mekaniske eller elektriske modeller, vil dette neppe ha noen interesse for den norske værtjeneste.»³⁸⁰

Livet på instituttet

Samarbeidet fungerte godt. Eliassen omtalte Charney som «en veldig stimulerende arbeidskamerat», mens Charney likte sin norske kollegas rolige, pålitelige omgangsform.³⁸¹ Eliassen hadde fått tro på prosjektet: «Jeg er faktisk nå så optimistisk at jeg tror at noe vil komme ut av dette», skrev han opprømt hjem til Sverre Petterssen.³⁸²

John von Neumanns elektroniske regnemaskinprosjekt hadde en særegen boløsning som virket positivt inn på miljøet ved instituttet. Til å huse de midlertidig ansatte matematikerne, meteorologene og ingeniørene, som kom fra hele verden, anskaffet Institute for Advanced Study mobile brakker. Disse ble plassert på instituttområdet, så forskerne bodde praktisk talt vegg i vegg med arbeidet.³⁸³ Rommene der Eliassen oftest arbeidet, var i samme bygning som regnemaskinen. Brakkene var kjøpt fra et militært overskuddslager og var temmelig primitive, men skapte et sosialt fellesskap blant de ansatte og familiene deres.

På fritiden var Eliassen mye sammen med den svenske matematikeren Hans Rådström, i tillegg til familien Charney og de andre deltakerne på prosjektet.³⁸⁴ Likevel fikk han tidvis hjemlengsel. Kona var imidlertid mer positiv, og etter det første halve året rapporterte Charney til Rossby:

Eliassen is priceless, and I hope to persuade him to stay. The willingness of his wife gives us a good lever, but he himself at times becomes homesick. If my conscience permitted a raid, I would perhaps like to bring another Norwegian heretto keep his company. Whom would you recommend as a possible visitor for a year? Høiland? Eady?³⁸⁵

³⁸⁰ Arnt Eliassen til Elias Grytøyr, 21. februar 1949, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

³⁸¹ Eliassen til Rossby, 11. oktober 1948, Arnt Eliassens arkiv; Jule Charney til Carl-Gustaf Rossby, 15. september 1948, boks 14, mappe 460, Jule Charney papers.

³⁸² Eliassen til Petterssen, 11. oktober 1948 Arnt Eliassens arkiv.

³⁸³ Dyson, *Turing's cathedral*, 133–135.

³⁸⁴ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 11.

³⁸⁵ Jule Charney til Carl-Gustaf Rossby, 20. desember 1948, boks 14, mappe 460.

Til tross for tidvis hjemlengsel, og til tross for at han var ønsket hjem til værvarslingen, ba Eliassen om å få forlenget permisjonen med et halvt år. Princeton-prosjektet var kommet nærmere konkrete resultater og han ønsket å følge arbeidet videre.³⁸⁶

Sidespor

Siden regnemaskinen ikke kom til å bli ferdig på en stund, utledet Charney og Eliassen en overforenklet endimensjonal prognoselikning. De planla å regne ut noen få tidssteg ved hjelp av bordkalkulatorer og antok at resultatene ville antyde hvilke vanskeligheter de ville møte når fullskala-problemet skulle bli løst senere.³⁸⁷ Denne antakelsen fikk de rett i. Når de regnet på likningen trinnvis langs 45. breddegrad i 500-millibarhøyden, oppdaget de store, systematiske feil. De innså at feilene hadde noe med høye fjell å gjøre: at fjellkjeder som Rocky Mountains endrer atmosfærens dybde og dermed forårsaker forstyrrelser i vestavindsonen. I tillegg skjønnte Eliassen at friksjonen nærmest jordoverflaten virker dempende på bevegelsene.³⁸⁸

Det ble til en artikkel om hvordan det var mulig å forutsi slike forstyrrelser, der de også gjorde rede for de matematiske forenklingene som ville komme meteorologiprojektet til nytte senere.³⁸⁹ Artikkelen var et meget heldig sidespor og regnes som en milepæl innen dynamisk meteorologi. Arbeidet ga de første konkrete, positive resultatene fra hele regnemaskinprosjektet i Princeton.³⁹⁰ Charney forfattet omtrent samtidig en separat artikkel der han gjorde rede for den planlagte metoden for å regne ut atmosfærelikningene.³⁹¹

³⁸⁶ Arnt Eliassen til Elias Grytøyr, 21. februar 1949, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

³⁸⁷ Charney, Eliassen, Freeman og Hunt, «Progress report of the meteorology group at the Institute for advanced study: July 1, 1948 to June 30, 1949», Jule Charney papers; Platzman, «The atmosphere—a challenge», 55.

³⁸⁸ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 12; Eliassen, «Noen studier i retning av numerisk værvarsling», Arnt Eliassens arkiv. Taba, «The Bulletin interviews: Professor Arnt Eliassen», 314.

³⁸⁹ Jule Charney og Arnt Eliassen, «A numerical method for predicting the perturbations of the middle latitude westerlies», *Tellus* 1, nr. 2 (1949).

³⁹⁰ Harper, *Weather by the numbers*, 132.

³⁹¹ Jule Charney, «On a physical basis for numerical prediction of large-scale motions in the atmosphere», *Journal of meteorology* 6, nr. 6 (1949).

Charney og Eliassens manuskript ble sendt inn til Carl-Gustaf Rossbys nye tidsskrift *Tellus* i Stockholm framfor *Journal of Meteorology*, som Rossby også hadde grunnlagt noen år tidligere. *Tellus* var ment å være tematisk bredere enn konkurrerende tidsskrifter og tillot artikler innen geofysikk på flere språk.³⁹² Det var en fordel at tidsskriftet kom ut i et nøytralt land siden forskere fra store nasjoner ofte ikke publiserte i hverandres tidsskrifter.³⁹³ Rossby hadde som forsett å fremme internasjonal utbredelse av vitenskap, gjerne også på tvers av jernteppet.³⁹⁴

Tanken om et skandinavisk, geofysisk tidsskrift hadde vært gjeldende i Norge og Danmark også. Geofysisk kommisjon diskuterte mulighetene for å opprette denne type tidsskrift og forhørte seg litt rundt, men før kommisjonen rakk å komme ordentlig i gang med planene, hadde Rossby allerede startet *Tellus*.³⁹⁵ Harper vektlegger hvordan Rossby, blant annet gjennom *Tellus*, påvirket hvilken retning meteorologi og andre former for geofysikk beveget seg i denne tidsperioden. Hun hevder videre at Rossby ledet en løst oppbygget, men vidtrekkende forskerskole.³⁹⁶ Denne forskerskolen kunne ikke lokaliseres til ett bestemt sted, siden Rossby bestandig var på farten og pleiet kontakt med mange miljøer i flere land. For eksempel var Princeton-prosjektet under påvirkning fra Rossby selv om han sjelden var der, og det var utstrakt samarbeid mellom Princeton og Rossbys nylig påbegynte forskningsprosjekt om numerisk værvarsling i Sverige. Dette er interessante innsikter, som får fram hvordan kunnskap spredte seg i denne helt tidlige fasen der numerisk værvarsling eksisterte på idéstadiet. Forskere som Charney og Eliassen var formidlere av spesialisert og avansert kunnskap, som flyttet seg rundt gjennom brev, artikler og framfor alt gjennom personlig kontakt. Entreprenører som Rossby hadde sterk innflytelse over bestemte nettverk og la til rette for hurtig utveksling av vitenskap.

³⁹² Harper, *Weather by the numbers*, 122.

³⁹³ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69», 140.

³⁹⁴ Harper, *Weather by the numbers*, 122; Fleming, *Inventing atmospheric science*, 120.

³⁹⁵ «Utredning om plan for internasjonalt geofysisk tidsskrift med skandinavisk redaksjon», 22. mars 1947; Carl-Gustaf Rossby til geofysisk interesserte i de nordiska länderna, 8. februar 1949, boks 4, mappe merket Norsk geofysisk forening, Svein Rosselands arkiv, Riksarkivet, Oslo [heretter kalt Svein Rosselands arkiv].

³⁹⁶ Harper, *Weather by the numbers*, 122.

Selv ble Rossby begeistret over Charney og Eliassens artikkel og involverte medarbeidere og gjester ved avdelingen i Stockholm i fagfelle vurderingen.³⁹⁷ Han tok også til orde for at prinsippene i artikkelen burde testes grundig og utvikles videre, med tanke på å komme vekk fra de subjektive metodene som preget værvarsling.³⁹⁸ Stockholm-meteorologene gjorde derfor en serie tester av modellen. Det samme gjorde personell ved Weather Bureau og enkelte britiske meteorologer. Charney og Eliassen tolket resultatene slik at metoden ville kunne være et nyttig supplement til standard værvarslingspraksis. Dette skjedde aldri, men arbeidet bidro til å løfte forventningene til numerisk værvarsling.³⁹⁹

«Human computers»

Selv om meteorologiprojektet i Princeton, etter flere magre år, endelig begynte å nærme seg praktiske eksperimenter med en elektronisk regnemaskin, gikk Arnt Eliassens opphold mot slutten sommeren 1949.

I Bergensskolens bok *Physikalische Hydrodynamik* hadde Eliassen funnet en passasje om meridional sirkulasjon (nord-sør-sirkulasjon), som han mente ikke var helt riktig. Han arbeidet med dette spørsmålet mellom slagene i Princeton og sendte et artikkelutkast til Jacob Bjerknes i Los Angeles. Bjerknes lot seg imponere nok til å invitere ham over til UCLA i høstsemesteret.⁴⁰⁰ Eliassen takket ja etter noe betenkningstid, siden han også var ønsket videre i Princeton. Overfor Rossby ga Jule Charney uttrykk for at han syntes det var leit at nordmannen forlot prosjektet siden de hadde arbeidet godt sammen. Samtidig var det forståelig at Eliassen ønsket å se vestkysten før han returnerte til Norge.⁴⁰¹

Eliassen arbeidet iherdig helt fram til avreisedagen. Han gjorde prøveberegninger av den todimensjonale barotrope modellen for hånd. Både han og kona Ellen jobbet med å løse

³⁹⁷ Carl-Gustaf Rossby til Jule Charney, 19. mai 1949, boks 14, mappe 459, Jule Charney papers.

³⁹⁸ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 120–121; Harper, *Weather by the numbers*, 133–134.

³⁹⁹ Charney, Eliassen, Freeman og Hunt, «Progress report of the meteorology group at the Institute for advanced study: July 1, 1948 to June 30, 1949», Jule Charney papers; Eliassen, «Noen studier i retning av numerisk værvarsling», Arnt Eliassens arkiv. Nebeker, *Calculating the weather*, 145.

⁴⁰⁰ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

⁴⁰¹ Jule Charney til Carl-Gustaf Rossby, 24. mai 1949, boks 14, mappe 459, Jule Charney papers.

Jacobi-determinanter, og han tegnet værkart for å gi grafiske bilder over løsningene.⁴⁰² Å gjøre omstendelige utregninger for hånd var noe medarbeiderne til stadighet måtte gjøre for å få testet modellene. Flere av meteorologenes ektefeller arbeidet offisielt og uoffisielt på prosjektet for å bistå i det omfattende regnearbeidet. Blant andre Elinor Charney, Ellen Eliassen og Margaret Smagorinsky var til tider mye involvert i matematisk arbeid og fikk betalt for dette.⁴⁰³ De små avstandene og de korte kommandolinjene ved prosjektet gjorde det enkelt å involvere regnekraft der det var behov for det. «Human computers», regneassistenter, var for øvrig et vanlig og viktig yrke i en lang periode før elektroniske regnemaskiner ble utbredt, så dette var slett ikke uvanlig.⁴⁰⁴

Sommeren 1949 var teoriutviklingen innen numerisk værvarsling kommet atskillig lenger enn teknologien. Eliassen erfarte at hvert steg i de manuelle testutregningene tok om lag 15 timer i tillegg til omtrent like mye tid til testing og feilsøking. Ved å regne med tre til fire timers pause i arbeidet, ville slike utregninger totalt ta om lag 34 arbeidstimer.⁴⁰⁵ Dette var kun en liten del av den planlagte numeriske metoden, så det var ikke vanskelig å tenke seg at selv disse forenklede modellene var helt avhengige av en regnemaskin som kunne automatisere prosedyren.

Eliassen til Los Angeles

Arnt Eliassen hadde aldri kjørt bil før han kom til Princeton, men mot slutten av oppholdet kjøpte han en gammel Buick for å komme seg over kontinentet til California.⁴⁰⁶ Den vesle familien hadde mange storartede opplevelser på reisen, selv om Eliassen spøkefullt måtte medgi at han ble skuffet over at ikke Rocky Mountains var villere, siden han nettopp hadde

⁴⁰² Arnt Eliassen til Jule Charney, 26. august 1949, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

⁴⁰³ Dyson, *Turing's cathedral*, 166; Margaret Smagorinsky, intervjuet av Kristine Harper, Ron Doel og Terry Smagorinsky Thompson, 2. januar 2006, «Tape recorded interview project», UCAR [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsoph>].

⁴⁰⁴ Smagorinsky, «The beginnings of numerical weather prediction and general circulation modeling», 8; David Alan Grier, *When computers were human* (Princeton: Princeton university press, 2013); Jennifer S. Light, «When computers were women», *Technology and culture* 40, nr. 3 (1999), 455–483.

⁴⁰⁵ Eliassen til Charney, 26. august 1949, Jule Charney papers.

⁴⁰⁶ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 14.

vist at de skapte så store forstyrrelser i trykkfeltet.⁴⁰⁷ Fjellene virket ikke overveldende nok til å forårsake så vidtrekkende konsekvenser. Familien la blant annet inn et stopp i Chicago, der Erik Palmén uttrykte stor skepsis til Charney og Eliassens modell, som han mente var en overforenkling. «It is useful to meet criticism, but I was surprised that the strongest objections were to come from Chicago. However, Palmén is certainly a very independent thinker», oppsummerte Eliassen i et brev til Charney.⁴⁰⁸

Vel framme i Los Angeles fortsatte Eliassen testutregningene fra Princeton. Han tok med kopier av de første tendensberegningene og viste dem fram, men forskningen som hadde fylt hans tid det siste året vakte ikke nevneverdig interesse ved UCLA. Bjerknes og Holmboe insisterte på at han skulle arbeide med grunnleggende spørsmål, som i praksis vil si forskningen de drev med selv.⁴⁰⁹ Reservert eller direkte negativ holdning til resultatene fra Princeton var altså ikke unikt. Bjerknes, Holmboe og Palmén delte den utbredte oppfatningen at det fantes viktigere problemstillinger å fordype seg i.

I Los Angeles var mye av aktiviteten konsentrert om «General Circulation Project», som Jacob Bjerknes nettopp hadde startet. Prosjektet var finansiert av forskningsavdelingen «Geophysics Research Directorate» i det amerikanske flyvåpenet, og ble drevet parallelt ved MIT og UCLA med noe ulik filosofi. Søsterprosjektet ved MIT ble ledet av en av Eliassens kjenninger fra Chicago, Victor Starr.

I kjølvannet av krigen hadde Bjerknes og Starr fått tilgang til store mengder aerologiske data. Ut i fra dette observasjonsmaterialet forsøkte de å tolke atmosfærens struktur og hvordan den alminnelige sirkulasjonen foregikk. Atmosfærens alminnelige sirkulasjon, nå oftest kalt den *generelle* sirkulasjon, er betegnelsen på all bevegelse i atmosfæren studert som en helhet. Sirkulasjonen skyldes dypest sett at innstrålingen fra sola ikke er den samme ved ulike breddegrader, men også jordrotasjonen, topografi og vannets kretsløp spiller inn. En modell av atmosfæren iblandet alle tenkelige former for bevegelse kan bli voldsomt kompleks, men flere størrelser får en enkel form når de blir uttrykt for et samlet system.⁴¹⁰ Bjerknes og hans

⁴⁰⁷ Arnt Eliassen til Jule Charney, 6. oktober 1949, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

⁴⁰⁸ Arnt Eliassen til Jule Charney, 5. oktober 1949, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

⁴⁰⁹ Eliassen til Charney, 5. oktober 1949, Jule Charney papers.

⁴¹⁰ Arnt Eliassen, *Forelesninger i dynamisk meteorologi del IV* (Oslo: 1966), 42.1.

medarbeider Yale Mintz ønsket å utvide kunnskapen om mekanismene som drev storskalastrømmen på den nordlige halvkule, for om mulig å lage værvarsler som dekket hele dette området. Dette var et prosjekt det var litt blest om, og som Eliassen ikke hadde noe imot å studere nærmere.⁴¹¹

Arbeidet artet seg nokså forskjellig fra utregningene i Princeton. Bjerknes ønsket angivelig at Eliassen skulle være med på å formulere et teoretisk fundament for prosjektet, som ellers stort sett var basert på observasjoner og synoptisk arbeid. Likevel var ikke arbeidet han utførte utpreget teoretisk, det dreide seg om å fortolke observasjoner. Siden jordkloden absorberer varme fra sola rundt ekvator og avgir varme ved polene, foregår det en netto transport av energi langs lengdegradene for å opprettholde energibalansen. Sammen med Yale Mintz beregnet Eliassen slik meridional fluks av varme og spinn ut i fra trykkart. Ved UCLA publiserte meteorologene lite, praksisen var å skrive interne rapporter og gjerne produsere større samleverk for å markere slutten av forskningsprosjektene.⁴¹² Eliassen og Mintz medvirket til to rapporter innen sirkulasjonsprosjektet, men Eliassen syntes ikke at de kom fram til noe vesentlig.⁴¹³ Han var der bare et halvt år og rakk ikke å se konkrete resultater komme ut av prosjektet.

Fjertoft til Princeton

Da Arnt Eliassen i 1948 fikk tilbud om et engasjement på meteorologiprojektet i Princeton, hadde Ragnar Fjertoft, som tidligere nevnt, vært utilgjengelig. Fjertoft hadde kun arbeidet som værvarslingsmeteorolog i Oslo siden 15. juni 1946, og hadde således for kort ansiennitet til å få permisjon. Ett år senere åpnet muligheten seg. Eliassen hadde vist seg å være verdifull for Princeton-prosjektet både når det gjaldt fysisk og matematisk innsikt. Fjertoft representerte den samme tilnærmingen og kunne gå inn i Eliassens rolle. Han hadde dessuten

⁴¹¹ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

⁴¹² Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

⁴¹³ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989; Arnt Eliassen og Yale Mintz, «Contribution to Report No. 2 on the General Circulation Project», UCLA (1949); Arnt Eliassen og Yale Mintz, «Contribution to Report No. 3 on the General Circulation Project», UCLA (1950).

enda mer erfaring fra værvarsling. Rossby påsto han var den eneste i Oslo-miljøet (i Eliassens fravær) som var i kontakt både med teoretikere og synoptikere.⁴¹⁴

Årene 1948 og 1949 var travle for Fjørtoft. I 1948 foretok han en studiereise til Stockholms Högskola med stipend fra Nansen-fondet.⁴¹⁵ Ellers arbeidet han med å fullføre et stort arbeid om stabilitetsbetraktninger, han bisto Høiland i undervisning ved universitetet, hjalp til med å organisere en internasjonal geofysikerkongress i Oslo,⁴¹⁶ og ledet kollokviene ved Meteorologisk institutt, i tillegg til værvarslingsarbeidet. Våren 1949 hadde Fjørtoft dessuten vært med i en arbeidsgruppe som forsøkte å utarbeide metoder for utvidelse av langtidsvarselet ved Meteorologisk institutt.⁴¹⁷ Han ivret etter ny jobb, og søkte et ledig dosentur i mekanikk ved Norges tekniske høgskole i Trondheim, en stilling han etter alle solemerker ville fått dersom det ikke hadde dukket opp en enda bedre mulighet.⁴¹⁸

I april 1949 skrev Charney til Fjørtoft og inviterte ham til meteorologiprojektet. Invitasjonen til Princeton kom neppe som lyn fra klar himmel. For det første hadde Fjørtoft vært den første Charney tenkte på å ta med seg til Princeton.⁴¹⁹ For det andre pratet de konkret om muligheten våren 1948, da de noen uker befant seg i Stockholm samtidig. Med Eliassens ønske om et opphold i Los Angeles og påfølgende retur til Norge, åpnet det seg en plass for Fjørtoft i Princeton. I invitasjonen nedtonet Charney de en gang så høye målene for prosjektet. Han skrev at det var sant at det endelige målet var å utvikle en metode for numerisk værvarsling, men at betegnelsen «numerisk» omfavnet nær sagt alle kvantitative dynamiske metoder, og påla egentlig ingen begrensninger på virksomheten. Med den elektroniske regnemaskinen ville prosjektet simpelthen ha et ekstremt kraftig hjelpemiddel til å bekrefte teorier.⁴²⁰

⁴¹⁴ Carl-Gustaf Rossby til Jule Charney, 9. januar 1949, sitert i Fleming, *Inventing atmospheric science*, 117.

⁴¹⁵ Helga Sverdrup Ekrheim m. fl. red., *Norges filologer og realister* (Stavanger: 1950), 199.

⁴¹⁶ Kongressen i Den internasjonale union for geofysikk og geodesi (IUGG).

⁴¹⁷ Ragnar Fjørtoft til Jule Charney, 20. juni 1949, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

⁴¹⁸ Komitémedlemmene Halvor Solberg og Fredrik Vogt skrev meget rosende uttalelser og vurderte Fjørtoft fremst blant søkerne. Leif Persen fikk til slutt stillingen. Sakkyndiguttalelser, Halvor Solberg, Fredrik Vogt, 5. januar 1949, boks 13, mappe merket Ansettelsessaker – 2 Diverse stillinger 1940–55, Halvor Solbergs arkiv.

⁴¹⁹ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 47.

⁴²⁰ Jule Charney til Ragnar Fjørtoft, 21. april 1949, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

For Charney var den elektroniske regnemaskinen nå ansett som et hjelpemiddel til utregninger. Riktignok et svært avansert hjelpemiddel, men ikke som en elektronisk hjerne eller i seg selv løsningen på værvarslingsproblemet. Selv om teorien var kommet lenger enn teknologien, var likevel matematikerne og ingeniørene som arbeidet med IAS-maskinen med på å styre meteorologiske interesser i nye retninger. I Princeton var det helt nødvendig å forenkle og forandre de matematiske likningene som beskrev atmosfæren for at de skulle kunne anvendes på den elektroniske regnemaskinen. Formuleringen av prognoser i numerisk værvarsling har senere vært påvirket av den til enhver tid gjeldende standard av datamaskiner. Etter hvert bidro regnemaskinene til standardisering som gjorde meteorologi til en mer enhetlig vitenskap og værvarsling til en mer enhetlig praksis. Regnemaskinen endret hvor ressursene ble satt inn.⁴²¹

I Princeton-prosjektet spilte teknologien en viktig rolle for å gjøre meteorologien mer vitenskapelig. For mange var dette viktig for selvfølelsen på vegne av disiplinen og profesjonen. Å søke stadig mer objektive metoder hadde lenge vært et ideal innen meteorologisk forskning og værvarsling. Bruk av teknologi, i særdeleshet en elektronisk regnemaskin, ville kunne omforme værvarsling fra kvalifisert gjetning til vitenskap.

«Technoscience», eller teknovitenskap, er et uttrykk som er velegnet til å beskrive en situasjon der teknologi og vitenskap er sammenfiltret på en slik måte at man ikke vet hvor det ene begynner og det andre slutter.⁴²² I Princeton i 1950 var det, så vidt jeg ser det, enkelt å skille hva som var teori og hva som var teknologi fra hverandre. Teknovitenskap var ennå ikke inntruffet. En annen betegnelse, «big science», er mer treffende for dette miljøet. «Big science» impliserer store prosjekter, med mange ansatte og spesialisert arbeidsdeling, og er et kjennemerke på endringene i vitenskapelig virksomhet som for alvor skjøt fart etter andre verdenskrig.⁴²³ På den ene side var von Neumanns elektroniske regnemaskinprosjekt dyrt,

⁴²¹ Dette synes jeg er i tråd med vitenskapssosiologen Harry Collins syn på datamaskiners betydning, se Harry M. Collins, *Artificial experts: Social knowledge and intelligent machines* (Cambridge: The MIT Press, 1990), 215.

⁴²² Se for eksempel John V. Pickstone, *Ways of knowing: A new history of science, technology and medicine* (Chicago: The university of Chicago press, 2001), kapittel 7, 162–188.

⁴²³ Se for eksempel Alvin M. Weinberg, «Impact of large-scale science on the United States», *Science* 134, nr. 3473 (21. juli 1961), 161–164; Derek J. de Solla Price, *Little science, big science* (New York: Columbia university press, 1963); Peter Galison og Bruce William Hevly, *Big science: The growth of large-scale research* (Stanford: Stanford university press, 1992).

ambisiøst og mangesidig, og bygd opp etter flere prinsipper som kjennetegner «big science». På den annen side var meteorologidelen av prosjektet ikke større enn noen få personer, som i tillegg både samarbeidet og bodde sammen med von Neumanns matematikere og ingeniører. Det var mulig å ha oversikt over de ulike personene og grupperingene innad i det store prosjektet. Men alt tatt i betraktning ville ikke prosjektet være enkelt å gjenskepe andre steder.

Fjørtofts arbeidsoppgaver skulle i utgangspunktet være å sitte og tenke og komme med gode ideer.⁴²⁴ I et brev til Carl-Gustaf Rossby forklarte Charney hvorfor Fjørtoft var blitt invitert:

Fjørtoft has been invited to take [Eliassen's] place, and has accepted, subject to approval by the Norwegian Meteorological Institute. There was a question in my mind as to whether Høiland wouldn't be a better man, but I finally decided on Fjørtoft because of his greater flexibility. He would be more likely to fall in with the general program that we have laid out here.⁴²⁵

Vi ser at Charney vurderte Einar Høiland som kandidat, men kom til at Fjørtoft ville være mer fleksibel. Med dette mente han antakelig at Høiland var en dyktig matematiker og teoretiker, men at Fjørtoft hadde denne doble bakgrunnen med teori og praksis, noe som hadde vist seg å fungere i Eliassens tilfelle. Rossby hadde skrevet det samme til Charney et halvt år tidligere.⁴²⁶

Charney tok Fjørtofts kandidatur videre til John von Neumann, som slett ikke hadde noe imot en ny nordmann med teoretisk og synoptisk bakgrunn. Det ble bestemt at oppholdet skulle være på ti måneder, med lønn på 5000 dollar og – i motsetning hva Eliassen fikk – 500 dollar i reisestøtte, som Fjørtoft ville motta ved ankomst.⁴²⁷

Fjørtoft takket for invitasjonen og svarte at han aktet å reise til Princeton i august, så sant han fikk permisjon fra Meteorologisk institutt, noe han anså for sannsynlig.⁴²⁸ Tidspunktet passet også godt, fordi hans seneste artikkel, som han planla å legge fram til doktorgrad, var klar til trykking. Dette var en noe forhastet uttalelse. Halvannen måned senere var datoen justert til

⁴²⁴ Charney til Fjørtoft, 21. april 1949, Jule Charney papers.

⁴²⁵ Charney til Rossby, 24. mai 1949, Jule Charney papers.

⁴²⁶ Carl-Gustaf Rossby til Jule Charney, 9. januar 1949, sitert i Fleming, *Inventing atmospheric science*, 117.

⁴²⁷ Jule Charney til Ragnar Fjørtoft, 28. juni 1949, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

⁴²⁸ Ragnar Fjørtoft til Jule Charney, 3. mai 1949, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

november, og avhandlingen ble senere utsatt enda lenger.⁴²⁹ Fjørtoft hadde fått med seg Charney og Eliassens artikkel i *Tellus* og var optimistisk før oppholdet. En måned før avreise skrev han til Charney og sa beskjedent at han håpet han ville være til nytte for arbeidet. Han gledet seg til å samarbeide med Charney og de andre medarbeiderne.⁴³⁰ Fjørtoft, som hadde valgt meteorologifaget delvis begrunnet med et ønske om å se verden, skulle endelig få sjansen.

Fjørtoft og McCarthytiden

Fjørtoft hadde enkelte problemer med å få visum til USA på grunn av sitt tidligere medlemskap i Mot Dag.⁴³¹ Med de rette anbefalingene fra Institute for Advanced Study gikk søknaden i orden forsommeren 1949. På tidspunktet Fjørtoft ordnet visumsøknaden hadde det vært flere saker i USA der personer med reelle eller påståtte sympatier mot venstre havnet i store problemer. Riktignok hadde ennå ikke Sovjetunionen detonert sin første atombombe og Mao tatt kontroll over Kina. Dette skjedde i henholdsvis august og oktober samme år. Stemningsbølgene som drev fram kommunistfrykten, ble gjerne forårsaket av slike ytre hendelser. I februar 1950, mens Fjørtoft var i Princeton, holdt senator Joseph McCarthy sin beryktede tale i Wheeling i Virginia der han viste fram en liste over 200 navngitte «kommunister» ansatt i innenriksdepartementet. Dette innledet den mest intense fasen av amerikansk antikommunisme.

Sett i lys av den sterke kommunistfrykten som rådet, kan det være overraskende at Fjørtoft, som tidligere Mot Dag-medlem, kunne få forskeropdrag i USA på denne tiden. Folk med mindre grad av sosialistisk bakgrunn enn Fjørtoft mistet jobbene sine, ble nektet innreise til USA, deportert, eller trakassert på andre måter.⁴³² En mulig forklaring på dette er at de vitenskapelige miljøene i USA, i hvert fall til en viss grad, var mindre preget av kommunistfrykt enn andre institusjoner i samfunnet. Dette var særlig tydelig i universitetsmiljøene, der jakten på såkalt uamerikansk aktivitet var sterkt omstridt. Jeg har

⁴²⁹ Fjørtoft til Charney, 20. juni 1949, Jule Charney papers.

⁴³⁰ Ragnar Fjørtoft til Jule Charney, 22. Juli 1949, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

⁴³¹ Samtale med Kari Fjørtoft. 5. oktober 2015.

⁴³² Se for eksempel Kevles, *The physicists*, 378–380.

fått tilgang til et brev der Jørgen Holmboe levende skildrer den forargelsen McCarthyismen vakte blant mange akademikere.⁴³³

I september 1949 skrev Holmboe til broren hjemme i Norge for å opplyse om den spesielle stemningen som hersket ved universitetet i Los Angeles. I California var det blitt nedsatt en komité som skulle slå ned på samfunnsfarlige elementer. Enkelte hevdet universitetene var yngleplasser for kommunister og medløpere, fortalte han. Holmboe anså komiteens handlinger for irrasjonelle og tok den ikke seriøst. Han var likevel svært bekymret over utviklingen.

Det framgår av brevet at Holmboe og hans kolleger ved universitetet våren 1949 var blitt pålagt å avlegge en lojalitetsed. Ifølge Holmboe vakte beslutningen «stor forbitrelse og protest fra alle hold inden universitetslærerstanden». Et protestmøte i juni fikk meget stor oppslutning, og Holmboe kunne i september meddele at «diskusjonens bølger har gått høit utover sommeren». I brevet ga han likevel uttrykk for optimisme:

Hovedsaken, som jeg gjerne vilde få frem er at det fremdeles finnes meget igjen i Amerika av den ånd som besjælet den generasjon som skapte «uavhengighetserklæringen» og «the bill of rights» i den amerikanske grundlov. Det finnes heldigvis mange (...) som tenker klart og har en fast overbevisning, og er villige til å ta konsekvensen av sitt standpunkt. Man hører så meget om hysteriet og småligheten at det er viktig en gang imellom å huske at også den andre siden har sine representanter.⁴³⁴

Holmboe og mange med ham fant trygghet og sterkt samhold i akademiske miljøer. Universitetene var slett ikke fristeder, men akademiske idealer som selvstendighet og kritisk tenkning gjorde seg av og til gjeldende på helt konkrete måter i en tid preget av rykter, sensasjonelle påstander i pressen og generell nervøs stemning.

Også de naturvitenskapelige miljøene utenfor universitetene var relativt motstandsdyktige mot kommunistfrykten. Heksejakt kunne forekomme, men størrelsen og kompleksiteten i de vitenskapelige programmene ga en form for beskyttelse. Svært mye penger strømmet inn i vitenskapen, og antallet mennesker involvert i forskning ble stadig større. Med unntak av

⁴³³ Jørgen Holmboe til Håkon Holmboe, 27. september 1949, boks 1, mappe 3, Jorgen Holmboe papers.

⁴³⁴ J. Holmboe til H. Holmboe, 27. september 1949, Jorgen Holmboe papers; For kontroversene ved University of California, se Ellen Schrecker, *No ivory tower: McCarthyism & the universities* (Oxford og New York: Oxford university press, 1986), 116–125.

stjerneforskere som Albert Einstein og Robert Oppenheimer var enkeltforskere derfor relativt anonyme og mindre interessante som objekter for eventuell forfølgelse. Videre stammet forskningsmidlene i all hovedsak fra militære kilder der det ofte ikke var så mye kontroll over hvordan pengene ble brukt. Dermed brydde man seg ikke så mye om de politiske meningene til mottakerne. Det viktigste var å få jobben gjort. I tillegg var lederne av forskningsprogrammene som mottok støtte i mange tilfeller likegyldige til politisk ideologi. Ofte fantes det personlig handlingsrom for å la være å sette inn de mest hysteriske tiltakene.⁴³⁵ Fjertofts sjef på Princeton-prosjektet, John von Neumann, tok for eksempel ingen initiativ til å starte utrenskning av venstreorienterte forskere blant sine medarbeidere, selv om han var erklært antikommunist og hadde tette bånd til det militære maktapparatet.⁴³⁶

Historikeren Ellen Schrecker har påpekt at det var på et mer grunnleggende nivå at McCarthyismen preget amerikansk vitenskap. Kritikk mot militær pengebruk forstummet, noe som igjen ledet til at forskningsmidler i enda større grad ble kanalisert inn i forskning med militær relevans.⁴³⁷

Det finnes selvfølgelig mange unntak, men sett under ett var muligheten stor for at personer med Fjertofts bakgrunn ikke trengte å havne i ubehagelige situasjoner. Etter de første vanskene med å få visum, opplevde han ingen flere problemer på kroppen på grunn av sin fartstid i en sosialistisk organisasjon. Men selv om den spente situasjonen ikke påvirket den vitenskapelige virksomheten direkte, er det lite trolig at Fjertoft, som et politisk bevisst menneske, var uberørt av det rådende politiske klimaet.

Kanskje like oppsiktsvekkende som at Ragnar Fjertoft ikke møtte større problemer på grunn av sitt politiske syn, er at han med sin bakgrunn fra Mot Dag så sterkt ønsket å reise til USA for å jobbe på et militært prosjekt. Dette har imidlertid en naturlig forklaring. Krigen hadde endret det rådende synet på forholdet mellom vitenskap og militære krefter også i Norge. Pasifismen som preget 1930-tallet fantes ikke lenger. Arbeiderpartiet, som Fjertoft

⁴³⁵ Ellen Schrecker, *Many are the crimes: McCarthyism in America* (Princeton: Princeton university press, 1998), 405–406;

R.C. Lewontin, «The cold war and the transformation of the academy». I *The cold war & the university*, red. av André Schiffrin (New York: The new press, 1997), 18–19.

⁴³⁶ Se for eksempel Dyson, *Turing's cathedral*, 42, 187–188.

⁴³⁷ Schrecker, *Many are the crimes*, 406.

sympatiserte med i norsk politikk, var ikke akkurat fiendtlige til USA. Og med Fjørtofts vitenskapelige ambisjoner var det ved amerikanske institusjoner han ville få de beste impulser som forsker. Etterkrigstidens Norge var i grunn slik at absolutt alle ønsket seg til USA, uansett politisk grunnsyn. Avisene og bladene var fulle av rapporter om hvor stort allting var i Amerika og hvilke muligheter som fantes innenfor nær sagt alle samfunnsområder. Selv om man ikke likte Amerika, ville man mer enn gjerne reise dit.⁴³⁸

Eniac-eksperimentet

Etter et anstrengende vårsemester i Norge var Fjørtoft klar til avreise. Først ut på sommeren var visum og transport ordnet. Han fikk vekslet 100 dollar av Harald Ulrik Sverdrup og kjøpte båtbilletter av noen amerikanske sommerskolestudenter som gjerne ville forlenge oppholdet sitt i Europa. Familien måtte innom det amerikanske reisebyrået for ungdom i Paris for å ordne med billettene, og derfra reise til England hvor båten skulle gå fra. På dette tidspunktet var Fjørtoft helt tom for penger, så da familien på overfarten fikk beskjed om at de måtte betale en «head tax», visste de ikke hva de skulle gjøre. En vennlig skotte lånte dem pengene til ekstraskatten, men Fjørtoft turte ikke å be om mer enn det eksakte beløpet. Da de ankom Quebec, måtte han derfor tigge penger fra det norske konsulatet for å få råd til mat på toget til New York. Datteren Kari har fortalt at hun minnes hvor sulten hun følte seg under hele reisen.⁴³⁹

Da toget kom fram til New York, fikk Fjørtoft etter mye strev telefonert Eliassen, som møtte dem på stasjonen i Princeton. Samme kveld skulle det være fest på instituttet, og Eliassen var omtenkksomheten selv og hadde med en ny skjorte til Fjørtoft.⁴⁴⁰

I dagene etter at Fjørtoft hadde ankommet Princeton ble han informert om prosjektet og praktiske detaljer av Eliassen, som sto på farten til å kjøre vestover mot Los Angeles. De fikk diskutert de barotrope og kvasigeostrofiske approksimasjonene, som Fjørtoft var nokså skeptisk til. Som Bergen-opplært værvarsler satt det langt inne å akseptere en modell uten

⁴³⁸ Dette synet kommer for eksempel fram i Frode Liland, «De som elsket Amerika: Kollektive forestillinger om Amerika i Norge 1945–1949», hovedoppgave i historie ved Universitetet i Oslo, 1992.

⁴³⁹ Samtaler med Inge og Kari Fjørtoft, henholdsvis 12. september og 5. oktober 2015.

⁴⁴⁰ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 8.

polarfronter.⁴⁴¹ Eliassen, som var velkjent med Fjørtofts karakterstyrke, måtte berolige Charney: Fjørtoft var enig i at det var fornuftig å prøve ut disse approksimasjonene, han mente ikke at de var helt og holdent feil.⁴⁴²

Fjørtoft-familien flyttet inn i en av brakkene som Institute for Advanced Study disponerte.⁴⁴³ Foruten Fjørtoft og Charney var John Freeman den eneste fulltids ansatte forskeren på meteorologiprojektet. Gilbert Hunt var opptatt med å fullføre doktorgradsstudiene sine. George Platzman fra University of Chicago kom til som konsulent noe senere på høsten, og Joseph Smagorinsky var til stede mer eller mindre på heltid fra nyåret 1950.

Fjørtoft og familien trivdes godt i den internasjonale brakkebyen i Princeton. Kona Ragnhild kunne knapt et ord engelsk ved ankomst, men kom raskt inn i språk og dagligliv. Selvbetjente supermarkeder med varer i overflod sto i total kontrast til rasjoneringen hjemme i Norge. Dette var husmødrenes storhetstid, og siden familiene bodde på arbeidsplassen ble det skapt et veldig aktivt miljø. Mange av de hjemneværende kvinnene hadde like god utdanning som sine ektefeller. Regneassistenterne er allerede omtalt; enkelte iverksatte egne forskningsprosjekter, mens andre arrangerte teater for barna på prosjektet.⁴⁴⁴ Det intenst sosiale og internasjonale samfunnet rundt regnemaskinprosjektet var radikalt forskjellig fra det segregerte og gørrkjedelige forstadslivet som omga universitetet. Fjørtoft-familien fikk spesielt god kontakt med John og Klára von Neumann, Atle og Hedvig Selberg og ikke minst Jule og Elinor Charney.

Med hensyn til det vitenskapelige arbeidet på meteorologiprojektet, hadde Charney og Eliassens forberedelser båret frukter. Fra og med oktober 1949 ble alle krefter satt inn på å forsøke å integrere den ikke-lineære barotrope virvellikningen. IAS-regnemaskinen var fremdeles forsøkt, så det ble foreslått å gjøre et forsøk med Eniac, som for kort tid siden var blitt frigjort til ikke-militær bruk. På oppfordring fra prosjektet henvendte Weather

⁴⁴¹ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 9.

⁴⁴² Arnt Eliassen til Jule Charney, 11. september 1949, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

⁴⁴³ «wooden rowhouse barracks», Eliassen til Charney, 11. september 1949, Jule Charney papers.

⁴⁴⁴ Hedvig Selberg, som opprinnelig kom fra Romania, var gift med den norske matematikeren Atle Selberg. Han fikk stilling ved Institute for Advanced Study i 1949. Hun innledet et avansert forskningsprosjekt sammen med John von Neumann og astrofysikeren Martin Schwartzschild der de brukte regnemaskinen til å modellere en stjernes indre. Se Dyson, *Turing's cathedral*, 294–298.

Bureau seg til eieren av Eniac, «Army Ordnance Department», om adgang til regnemaskinen, som var plassert på et militært område i Aberdeen i Maryland. John von Neumann kjente Eniac like godt som sin egen maskin og tok ansvar for de tekniske utfordringene.

Løsningsmetoden måtte tilpasses både regnemaskinen og de matematiske forenklingene, i tillegg måtte det tas hensyn til randbetingelser og numerisk stabilitet.⁴⁴⁵

Det neste punktet på programmet var å forberede programmering og koding, et arbeid som var ferdig 1. mars 1950. Selve eksperimentet var dermed klart til å begynne. Fra 6. mars ble Eniac-maskinen brukt kontinuerlig i tre daglige skift på åtte timer i en periode på fem uker. I løpet av denne tiden ble det utført to 12-timersvarsler og fire 24-timersvarsler av kjente vær-situasjoner fra ulike datoer i 1949. Deltakerne i forsøket var Charney, Fjørtoft, Freeman, Platzman og Smagorinsky, som alle, på grunn av de strenge militære sikkerhetsbestemmelsene, praktisk talt var låst inne med maskinen.⁴⁴⁶ John og Klára von Neumann bidro med koding.

Eniac hadde 20 akkumulatorer (lagringsenheter), det vil si den kunne huske 20 tall av gangen, hvert tall med 10 desimaler. Hver akkumulator besto av mer enn 500 radiorør, og disse gikk stadig i stykker, slik at mye av tiden gikk med til reparasjoner. Tallene og instruksjonene ble matet inn i og ut av maskinen ved hjelp av hullkort. Siden Eniac praktisk talt ikke hadde internt minne, måtte man stadig produsere nye hullkort for å utføre mellomregningene.⁴⁴⁷

Tilbake i Princeton etter Eniac-eksperimentet begynte Fjørtoft og Charney det omstendelige arbeidet med å analysere resultatene. Den nå epokegjørende artikkelen «Numerical Integration of the Barotropic Vorticity Equation» ble slutført i oktober 1950 og utgitt av *Tellus* måneden etter. Kredierte som forfattere var Jule Charney, Ragnar Fjørtoft og John von Neumann.⁴⁴⁸ Tatt i betraktning hvor forenklet modellen bak eksperimentet hadde vært, ga

⁴⁴⁵ Nebeker, *Calculating the weather*, 146.

⁴⁴⁶ Jule Charney, «The institute for advanced study: The meteorology group: Progress report July 1, 1949 to June 30, 1950: Contract No. N-6-ori-139», 6. oktober 1950, boks 9, mappe 304, Jule Charney papers. H. Taba, «The Bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 8.

⁴⁴⁷ Nebeker, *Calculating the weather*, 146.

⁴⁴⁸ Jule G. Charney, Ragnar Fjørtoft og John von Neumann, «Numerical integration of the barotropic vorticity equation», *Tellus* 2, nr. 4 (1950), 237–254.

den noenlunde korrekte værvarsler. Resultatene oppmuntret til videre arbeid. I artikkelen viste Charney, Fjørtoft og von Neumann til Lewis Richardsons bok fra 1922 og skrev at drømmen om å beregne en prognose raskere enn utviklingen av været i seg selv snart ville kunne bli oppfylt, i hvert fall for denne todimensjonale modellen.⁴⁴⁹



Eniac-ekspedisjonens deltakere poserer inne i den elektroniske regnemaskinen. I bakre rekke står (fra venstre) Ragnar Fjørtoft, Jule Charney, John Freeman og Joseph Smagorinsky. Foran sitter to teknikere fra Aberdeen proving ground jeg ikke har identifisert (fotografi utlånt av Inge Fjørtoft).

Innen dynamisk meteorologi var dette en triumf. Snaut 50 år etter at Vilhelm Bjerknes hadde formulert atmosfærelikningene, og under 30 år etter at Richardsons forsøk hadde endt så mislykket, hadde man faktisk klart å regne ut værvarsler. Riktignok hadde modellen vært svært simpel, men den var begrunnet i rimelige fysiske prinsipper og var mulig å

⁴⁴⁹ Charney, Fjørtoft og von Neumann, «Numerical integration of the barotropic vorticity equation», 245.

videreutvikle. Den teknologiske bedriften var også betydelig. Von Neumann uttalte for eksempel at det ville ta fem år å gjenskape beregningene med en bordkalkulator.⁴⁵⁰ Han visste også godt at hans egen maskin som snart ville stå ferdig i Princeton, kom til å gjøre de samme beregningene atskillig hurtigere enn Eniac. Med andre ord ville beregningstiden heretter først og fremst være en teknisk utfordring. De maskingenererte værprognosene var for øvrig et av de aller første eksemplene på vitenskapelig anvendelse av en elektronisk regnemaskin overhodet. Resultatene lovet godt for fortsatt bruk av denne teknologien.

For værvarslinstjenester verden over innledet ikke Eniac-eksperimentet nødvendigvis en ny æra. Elektroniske regnemaskiner og kvasigeostrofiske barotrope modeller befant seg milevis unna en værvarslingsmeteorologs hverdag. Informasjonen i disse maskingenererte prognosene var ikke verdt stort mer enn hullkortene de var punchet inn i. Som Arnt Eliassen nøkternt uttrykte det:

Skulde «maskinmetoden» vise seg å svare til forventningene, vil det (...) bety at industrialiseringen for alvor holder sitt inntog i værvarslingen, enten en nå liker det eller ikke. Men det ærlige håndverks dager er vel ennå ikke forbi, for selv om maskinen kan fabrikere et brukbart prognosekart for 500 mb.-flaten, er det jo et ganske godt stykke igjen til et virkelig værvarsel.⁴⁵¹

Neste steg var å gjøre modellen mer avansert for å gjøre nye eksperimenter. Dette ble gjort siden den barotrope antakelsen, som forutsatte at atmosfæren var flat, jo ikke kunne gi en fullstendig beskrivelse av de faktiske forholdene. Charney gikk tilbake til de primitive likningene og utforsket øvre randbetingelser av en tredimensjonal modell. Han ønsket å innlemme barokline effekter. Et biprodukt av analysen etter Eniac-eksperimentet var at Charney og Fjørtoft konstruerte en elementær tredimensjonal modell for å ta høyde for feilen i Eniac-varslene. Fjørtoft studerte slike modeller teoretisk. I tillegg utforsket begge statistisk-mekaniske egenskaper av todimensjonale, inkompressible væsker.⁴⁵² Det var ingen grunn til å slå seg til ro med resultatene.

Arbeidet med forenklede tredimensjonale modeller fortsatte å oppta Fjørtofts tid utover høsten og vinteren 1950. Han forsøkte å gjøre modellene anvendelige ved å anta adveksjon,

⁴⁵⁰ Nebeker, *Calculating the weather*, 146.

⁴⁵¹ Eliassen, «Noen studier i retning av numerisk værvarsling», Arnt Eliassens arkiv.

⁴⁵² Charney, «Progress report July 1, 1949 to June 30, 1950», Jule Charney papers.

altså horisontal transport av varme i atmosfæren. I årsrapporten for 1950/51 uttrykte Charney tiltro til Fjørtofts arbeid:

As the three-dimensional quasi-geostrophic equations present great difficulties for machine integration, work was continued on a simplified model devised by Fjørtoft embodying an advective assumption. It had already been observed in connection with one of the Eniac forecasts that this model leads to a significant improvement over the barotropic forecast.⁴⁵³

Adveksjonsantakelsen innebar en justering fra den barotrope tilnærmingen de hittil hadde arbeidet med. Fjørtoft ble sittende og utforske de matematiske sidene ved modellene og brukte, som vi senere skal se, flittig denne kunnskapen da han vendte tilbake til Norge.

Chicago, Washington og Los Angeles

I likhet med Eliassen fikk Fjørtoft mulighet til å oppleve flere sider av den amerikanske meteorologien. I juli og august 1950 hadde han pause fra arbeidet med Eniac-artikkelen og var, etter innbydelse fra Rossby, ved universitetet i Chicago.⁴⁵⁴ Oppholdet ble likevel preget av Fjørtofts erfaringer fra Princeton siden de positive resultatene derfra vakte Chicago-meteorologenes interesse. Han holdt forelesninger der han gjorde rede for meteorologiprojektet blant annet ved å vise fram værkartene han tegnet for å illustrere Eniac-prognosene.

Engasjementet hans på Princeton-prosjektet skulle etter planen avsluttes 1. februar 1951, men ble forkortet til 7. januar, fordi han ble invitert av Sverre Pettersen til å gi forelesninger i numerisk værvarsling for meteorologer i flyvåpenet.⁴⁵⁵ Tre uker i januar tilbrakte Fjørtoft dermed ved hovedkvarteret til «Air Weather Service» på en flybase utenfor Washington D.C. Dette var som en helt ny verden. Fjørtoft skrev til Jule Charney at han ikke kunne tenke seg to steder hvor meteorologi ble utført på mer forskjellige måter enn Princeton og flyvåpenets værcentral: «In the first place you have here, this huge main building with about 1500 people,

⁴⁵³ Jule Charney, «The institute for advanced study: The meteorology group: Progress report July 1, 1950 to March 31, 1951: Contract No. N-6-ori-139», 28. mars 1951, boks 9, mappe 304, Jule Charney papers.

⁴⁵⁴ Ragnar Fjørtoft til Jule Charney, 20. juli 1950, Jule Charney papers, boks 5, mappe 182.

⁴⁵⁵ Jule Charney til Miss Trinterud, «Memorandum», 3. januar 1951, Jule Charney papers, boks 9, mappe 298; Ragnar Fjørtoft til Undervisningsministeriet i Danmark, 17. februar 1951, boks 13, mappe merket Ansettelsessaker – 1: Stillinger i meteorologi 1937–55, Halvor Solbergs arkiv.

not all meteorologists, but certainly a great fraction. Many of them are nice young girls, a fact which indeed must be very disturbing for any kind of scientific work.»⁴⁵⁶ For å oppholde seg ved værsentralen, måtte Fjørtoft gå gjennom en grundig fysisk undersøkelse samt avlegge en slags troskapsed. Han antok det var av militære hensyn. Stedet må ha følt fremmed, men han hevdet etterpå at han ikke angret på å ha vært der og sett på forholdene.⁴⁵⁷ Institusjonen tydeliggjorde størrelsen på det meteorologiske apparatet i USA og mangfoldet i virksomheten.

Fra 29. januar til 3. april 1951 var Fjørtoft i Los Angeles, hvor han blant annet ledet seminarer i dynamisk meteorologi. Her fikk han for alvor anledning til å formidle egne resultater for interesserte amerikanske tilhørere. Fjørtoft hadde nettopp sendt fra seg et manuskript til en oversiktsartikkel om sitt favoritttema: atmosfærisk stabilitet.⁴⁵⁸ Han holdt totalt åtte seminarer der han gikk gjennom innholdet i artikkelen, og da særlig spørsmålet om små bølger i en baroklin atmosfære. Selv om Princeton-prosjektets nylige arbeid ble diskutert, arbeidet Los Angeles-miljøet fortsatt ut i fra helt andre problemstillinger. Numerisk værvarsling hadde ikke helt krysset kontinentet ennå, akkurat slik Arnt Eliassen hadde fått erfare ved ankomsten sin halvannet år tidligere.

Fjørtoft ble i mindre grad enn Eliassen bundet til Jacob Bjerknæs' prosjekt om den alminnelige sirkulasjon. Bjerknæs hadde den siste tiden vært fordypet i skrivearbeid på det allerede flere år forsinkede samleverket over Bergensskolen.⁴⁵⁹ Fjørtoft fikk dermed forske relativt fritt. Han skrev en intern rapport om arbeidet han utførte, som for det meste knyttet seg til et prosjekt om høydevind.⁴⁶⁰ Prosjektet ble ledet an av Jørgen Holmboe og fikk økonomisk støtte fra flyvåpenet. Fjørtoft regnet blant annet på atmosfæriske bølger der grunnstrømmen varierer i både horisontal og vertikal retning.⁴⁶¹ I tillegg skrev han et notat

⁴⁵⁶ Ragnar Fjørtoft til Jule Charney, udatert, Jule Charney papers, boks 5, mappe 182.

⁴⁵⁷ Fjørtoft til Charney, udatert, Jule Charney papers.

⁴⁵⁸ Ragnar Fjørtoft, «Stability properties of large-scale atmospheric disturbances», i *Compendium of meteorology*, red. av Thomas F. Malone (Boston: 1951), 454–463.

⁴⁵⁹ Einar Høiland til Arnt Eliassen, 3. desember 1950, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁴⁶⁰ Ragnar Fjørtoft, «Report on work at U.C.L.A. Department of meteorology through the period January 29 to April 3, 1951 under contract (W28-099 ac 403)», Jule Charney papers, boks 5, mappe 182.

⁴⁶¹ Sakkyndigrapport, Halvor Solberg til Det kgl. Kirke- og Undervisningsdepartement, 12. juli 1955, Db Sakarkiv ordnet etter arkivnøkkel II, boks L0281 Tilsetting og avskjed. Meteorologisk institutt, mappe 2 Direktørstillingen. Fjørtoft, Ragnar 1954-55, Kirke- og undervisningsdepartementet, Kulturavdelingen.

som omhandlet forskningen han hadde påbegynt i Princeton etter Eniac-eksperimentet. Han forsøkte å forenkle Charney og Eliassens modell ytterligere for å gjøre likningene mer egnet for numeriske beregninger.⁴⁶² Vi ser at han fulgte sporet fra de siste månedene i Princeton og utforsket flere retninger innen dynamisk meteorologi parallelt.

I Los Angeles fikk Fjørtoft også gleden av å være med Einar Høiland. Han var blitt invitert til å tilbringe et år ved UCLA og hadde fått permisjon fra dosentstillingen ved Universitetet i Oslo. Fjørtoft og Høiland bodde i samme bygning, tilbrakte mye tid sammen og hadde mange diskusjoner. Blant annet var de med Jørgen Holmboe på et møte i den progressive organisasjonen Americans for Democratic Action.⁴⁶³ Høiland syntes for så vidt det var fascinerende å være i California, men var ikke overbegeistret over livet i Amerika og planla aldri å slå seg ned der over lengre tid. I tillegg til det faglige samarbeidet med det geofysiske miljøet ved UCLA brukte han oppholdet til å styrke sjansene for et professorat ved Universitetet i Oslo.⁴⁶⁴ Han passet på å holde kontakten med sine hjemlige medarbeidere og ba dem oppdatere ham på aktiviteten og forskningen i Norge.⁴⁶⁵

Sin vane tro holdt Høiland en mengde forelesninger og seminarer i hydrodynamikk. Han spilte også en viktig innledende rolle i helt nytt forskningsprosjekt som Jørgen Holmboe hadde satt i gang. Holmboe brukte glidefly til å observere vindstrømmen over Sierra Nevada øst i California og dannelsen av stasjonære bølger bak fjellkjeden. Samtidig ble bølgenes fysiske egenskaper forsøkt fortolket i lys av teoretiske modeller av atmosfærens bevegelse.⁴⁶⁶ Dette var det eneste prosjektet ved instituttet med større ambisjoner i teoretisk retning. Således passet det godt med innspill fra Norge.

⁴⁶² Ragnar Fjørtoft, «On a simplified three-dimensional model in numerical weather forecasting», Jule Charney papers, boks 5, mappe 182.

⁴⁶³ Einar Høiland til Arnt Eliassen 7. februar 1951, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁴⁶⁴ Samtale med Klaus Høiland 28. august 2015.

⁴⁶⁵ Høiland til Eliassen 3. desember 1950; Høiland til Eliassen 7. februar 1951, Arnt Eliassens arkiv.

⁴⁶⁶ Høiland til Eliassen, 3. desember 1950, Arnt Eliassens arkiv; Vanda Grubišić og John M. Lewis, «Sierra wave project revisited» *Bulletin of the American meteorological society* 85, nr. 8 (2004), 1127–1142.

Den endelige rapporten om prosjektet ble utgitt i 1957, se Jørgen Holmboe og Harold Klieforth, *Investigations of mountain lee waves and the air flow over the Sierra Nevada: Final report* (Los Angeles: 1957).

Fjørtoft var den fjerde norske geofysikeren som besøkte UCLA på halvannet år, og det skulle bli flere.⁴⁶⁷ Jacob Bjercknes og Jørgen Holmboe opprettet en kanal for nordmenn til instituttet sitt. Så godt som alle fra Osloskolen i hydrodynamikk hadde et slikt forskeropphold i løpet av 1940-, 50- og 60-tallet. Dette kom det åpenbart mye godt ut av. For UCLA-miljøet var det fordelaktig å knytte til seg de dyktige teoretikerne fra Norge, og for Bjercknes og Holmboe personlig var besøkene et ypperlig middel til å holde kontakten med gamlelandet. Samtidig verdsatte de norske forskerne naturligvis erfaringen av å få bo i California og tilbringe tid i et annet forskningsmiljø. Det er likevel mitt inntrykk at disse oppholdene ikke skapte utstrakt sirkulasjon av vitenskapelig kunnskap. Forskningsprosjektene ved UCLA var i større grad av praktisk natur enn dem som hadde sitt opphav i det hydrodynamiske Oslo-miljøet. Dessuten var flere av problemstillingene som ble studert i California naturlig nok mest knyttet til stillehavsmeteorologi og regionale værforhold på den amerikanske vestkysten. Dette var mindre relevant for norske meteorologer. Meteorologien var blitt internasjonal, men ennå ikke global. Jeg må imidlertid understreke at her er det mange forbehold. Selvfølgelig fantes det nok av berøringspunkter hva angår meteorologisk teori og metode. Eliassen, Fjørtoft, Høiland og de andre ble ikke invitert som turister, men som bidragsyttere til avansert forskning. Og blant annet Jacob Bjercknes' prosjekt om atmosfærens generelle sirkulasjon var fundert i et ønske om å bringe klarhet over globale forhold. Like fullt peker tendensene i retning av at samarbeidet mellom Bergensskolen avdeling California og Osloskolen var mindre forpliktende enn den store utvekslingen av forskere tyder på. Etter at Høiland og de andre kom tilbake til Norge fra sine hydrodynamiske dannelsesreiser i Los Angeles, tok de opp igjen sitt norske forskningsarbeid.

Hjernekraft

John von Neumanns elektroniske regnemaskinprosjekt i Princeton hadde til å begynne med vansker med å rekruttere forskere som både hadde matematisk og meteorologisk innsikt.

⁴⁶⁷ Finn Pedersen fra Vervarslinga på Vestlandet hadde også nylig vært ved UCLA, men hans opphold var blitt hemmet av at det materialet han var satt til å arbeide med ble forsinket. Pedersen fikk liten tid til egen forskning og ble brukt som vitenskapelig assistent. Han produserte høydekart for Bjercknes' prosjekt om alminnelig sirkulasjon, og assisterte i Holmboes høydevind-prosjekt.

Einar Høiland til Carl Ludvig Godske, 31. august 1950, T. Carl Ludvig Schreiner Godske, T. 5. Korrespondanse, møter, organisasjoner m.m., konvolutt merket 1951: Vitenskapelig korrespondanse, Geofysisk institutts arkiv.

Ambisjonene, som fra starten var veldig store, ble nedjustert etter hvert som prosjektet mer og mer ble styrt av aktører med bakgrunn fra dynamisk meteorologi. Miljøet klarte like fullt å skape internasjonal entusiasme om et primært amerikansk, militært prosjekt. Prosjektets anseelse vokste i etterkant, slik at prestisjen Eliassen og Fjørtoft ble tilgodesett ved å medvirke til de første gjennombrudd, var noe de beholdt resten av livet. Den ble bare forsterket gjennom årenes løp.

Den første tiden i Princeton arbeidet Jule Charney og Arnt Eliassen helt sidestilt. Senere sikret Ragnar Fjørtofts selvstendige meninger og perspektiver ham stor respekt hos de minst like selvstendige forskerne Charney og von Neumann. Likevel var Eliassen og Fjørtoft minimalt involvert i de strategiske og politiske vurderingene bak prosjektet. De stilte få spørsmål om hensikten med forskningen og den militære tilknytningen, og arbeidet disiplinert og lojalt ut i fra retningslinjene Jule Charney, John von Neumann og Carl-Gustaf Rossby hadde formulert. Deres hjernekraft ble brukt til å løse andres vitenskapelige problemer, men dette var noe de levde godt med. Princeton-prosjektet var avgjørende for deres videre karrierer, og det var uansett grunnforskning med potensielt stor allmenn nytte som ble produsert. Charney understreket hvor takknemlig det var å arbeide med forskere som var fornøyd med å ta del i en felles løsning uten å la trang til selvhevdelse gå på bekostning av fellesskapets resultat.⁴⁶⁸

Også da de ble invitert til Los Angeles, ble de ansett som ressurser til nytte for Bjerknes og Holmboes militærfinansierte forskning, skjønt disse prosjektene hadde atskillig friere rammer. Eliassen og Fjørtoft oppsøkte også andre vitenskapelige miljøer, både for å studere flere sider av meteorologien, og for å se mer av landet. Det fantes flere forskningsfronter, og de hadde naturligvis ingen problemer med å ha flere tanker i hodet på en gang. Begge skrev rapporter fra institusjoner de besøkte, noe som var en effektiv måte å formidle kunnskap fra ett miljø til et annet. Rapportene viser tydelig at de norske meteorologene ikke bare var opptatt av numerisk værvarsling, selv om det var dette de var blitt håndplukket til USA for å forske på.

⁴⁶⁸ Harper, *Weather by the numbers*, 143.

5. Hjemkomstene

Sent på vinteren 1950 befant Arnt Eliassen seg hjemme igjen i Oslo. Nasjonen og vitenskapen han kom tilbake til var ikke den samme som han hadde forlatt drøyt halvannet år tidligere. Eliassen hadde med vekslende entusiasme tilpasset seg livet og vitenskapen i USA, men skulle de neste årene også erfare at det krevde en hel del innsats i å omstille seg tilbake til den norske tilværelsen. Værvarslingsmeteorolog var en godt betalt og vel ansett statsfunksjonærstilling, men passet ikke med Eliassens ambisjoner. Han ønsket å gå videre som teoretisk forsker, men det var ingen automatikk i at en slik mulighet åpnet seg. Derfor valgte han å ta flere kortvarige engasjementer i flere land. I denne hektiske perioden oppnådde han stor suksess som forsker, men også enkelte hindringer i karriereveien. Disse kaster lys på hvordan visse økonomiske og personlige forhold kunne legge føringer for vitenskapelig virksomhet.

Som Anders Persson har påpekt innledet Eliassen innledet to parallelle karriereløp: Det første løpet gikk langs den etablerte norske meteorologidisiplinen, der han innordnet seg rammene som fantes og fulgte norske fagtradisjoner. Det andre løpet var innen internasjonal meteorologiforskning, der Eliassen fortsatte med å produsere resultater knyttet til numerisk værvarsling.⁴⁶⁹ Jeg drøfter om dette skyldtes egne valg fra Eliassens side, og i hvilken grad de to karrierene foregikk uavhengig av hverandre? Hvor mye bidro Eliassen til utveksling av kunnskap mellom norske og internasjonale miljøer?

Husebygrenda

Arnt Eliassen brakte ikke bare kunnskap hjem fra USA – han tok også med seg bilen han kjøpte i Princeton. I det norske etterkrigssamfunnet var bilen en sjelden vare. For Eliassen ble den en identitetsmarkør som gjorde at han skilte seg ut blant beboerne i Husebygrenda, det særegne borettslaget vest i Oslo han valgte å flytte inn i. Jeg tror ikke forskeres bosted vanligvis er utslagsgivende for vitenskapen de produserer, men i Eliassens tilfelle gir bosituasjonen innblikk i hvorfor han ikke inngikk i nettverk med politisk innflytelse.

I 1950 var den kritiske boligsituasjonen i Oslo i generell bedring fra de første etterkrigsårene, men noen grupper fikk tak over hodet før andre. Utgangspunktet for Husebygrenda var at flere av de såkalte Kirkeneslærerne, lærere som nektet å delta i nazifisering av skolene og havnet i fangenskap under krigen, etter frigjøringen etablerte sitt eget boliglag.⁴⁷⁰

Borettslaget skulle være en «kooperativ mønsterhageby»,⁴⁷¹ og ble sterkt fremmet av krefter i Arbeiderpartiet. Jens Christian Hauge engasjerte seg personlig i reguleringsaken.⁴⁷² I tillegg til forfulgte lærere ble borettslaget bebodd av en elite av intellektuelle og folk som hadde markert seg på riktig side under krigen. Ragnar Fjortofts kamerater fra Mot Dag: Trygve Bull, Hans Vogt og Thorolf Elster var blant de mer kjente andelseierne.⁴⁷³

Det var en lykke for familien Eliassen at han fikk denne boligen i en tid med stor boligmangel. Med sin fortid i hjemmefronten og sin trygge statsfunksjonærstilling var han ansett som vel skikket til å flytte inn i Husebygrenda. Imidlertid var det ikke hans intellektuelle karriere og bakgrunn i motstandsarbeid som gjorde at han fikk innpass, men fordi faren kjente borettslagets arkitekt Helge Hoel.⁴⁷⁴ Og Eliassen identifiserte seg ikke med den nye eliten som dominerte både samfunnet og nabolaget.

Og så var det denne bilen. Til tross for bilrasjonering og sterke restriksjoner på import, fikk Eliassen ordnet det slik at den ble med hjem. En ting var at det rullet få biler på veiene totalt sett, men i Husebygrenda fantes det ikke biler, og det skulle det ikke gjøre heller, mente flere av beboerne.⁴⁷⁵ Eliassens Buick ble sett på som råflott amerikansk luksus som stred mot fellesskapsidealene borettslaget var tuffet på. Resultatet var at Eliassen til dels ble stående utenfor det sosiale miljøet og prioriterte sitt vitenskapelige arbeid så sterkt han kunne. Hans politiske ambivalens ble enda mer markert i denne perioden, siden han mislikte

⁴⁶⁹ Persson, «Early operational Numerical Weather Prediction outside the USA: Part II: Twenty countries around the world», 284.

⁴⁷⁰ Per Norseng, «Husebygrenda fra drøm til virkelighet», i *Husebygrenda 50 år: drøm, virkelighet – og myter*, red. av Marta Norheim og Per G. Norseng (Oslo: 1998), 7–8.

⁴⁷¹ Norseng, «Husebygrenda fra drøm til virkelighet», 12.

⁴⁷² Norseng, «Husebygrenda fra drøm til virkelighet», 14–16.

⁴⁷³ En oversikt over beboerne i 1953 utarbeidet av Eva Bonnevie finnes i *Husebygrenda 50 år*, 125–128.

⁴⁷⁴ Samtale med Jørgen Eliassen, 5. oktober 2015.

⁴⁷⁵ Samtale med Anton Eliassen, 24. juni 2016.

Arbeiderpartistatens retorikk og det han opplevde som arroganse, mens han ofte sympatiserte i sak.

Interessant nok ble også Fjørtoft innlemmet i et relativt eksklusivt bofellesskap. I 1948, allerede før de reiste til Princeton, flyttet familien inn i Lille Langerud, øst i Oslo. I likhet med Husebygrenda var dette et særdeles populært borettslag preget av idealisme om fellesskap og et samfunn uten gjerdar. Mange beboere var som Fjørtoft: «høyere funksjonærer og intellektuelle». ⁴⁷⁶ Lille Langerud var nok hakket mindre elitepreget enn sitt motsvar i vest, men hadde til gjengjeld sterke kunstneriske innslag: «Det var Gerhardsens Norge (riktignok uten «Einar and his boys»)). Men her var også en liten og sammensveisert kunstnerkoloni», har Agnar Mykles biograf Anders Heger skrevet om borettslaget. ⁴⁷⁷ Faktisk bodde både Mykle, Jens Bjerneboe og André Bjerke i Lille Langerud samtidig med familien Fjørtoft.

Forholdet til Mykle var som tidligere antydte ikke bare hjertelig, men i det store og hele trivdes Fjørtoft bedre enn Eliassen med denne boformen. Der Eliassen var i opposisjon til det politiske klimaet, passet Fjørtoft bedre inn. Selv om han også sterkt prioriterte vitenskapelig arbeid hadde han beholdt en viss tilhørighet til et ledende politisk nettverk.

Fast stilling til Eliassen, takk!

På Institutt for teoretisk meteorologi ved universitetet var det trange økonomiske rammer, og professor Halvor Solberg var svært frustrert. Solberg hadde lenge ønsket en amanuensis i meteorologi på instituttet, og i Eliassen hadde han den åpenbare kandidaten. Etter krigen hadde Solberg nedtrappert egen forskning til fordel for administrativt arbeid og forskningspolitikk. Undervisningsforpliktelsene ved instituttet hadde økt, og Solberg hadde behov for assistanse. Eliassen var ung, hadde vært ansatt som vitenskapelig assistent for Solberg tidligere og hadde i flere sammenhenger vist at han var en kapabel forsker. Dessuten ønsket han å forske. I budsjettforslaget for 1949/50 (skrevet i 1948) førte Solberg opp et

⁴⁷⁶ Sigurd Senje, *Vi i Østensjøbyen: En rundtur Lambertseter · Ryen · Manglerud · Abildsø · Langerud · Rustad · Skullerud · Bogerud · Bøler · Østensjøvannet · Oppsal · Tveita · Haugerud* (Oslo: Tiden norsk forlag, 1985), 35.

⁴⁷⁷ Heger, Mykle – *Et diktet liv*, 180.

ønske om midler til å ansette en amanuensis, men til hans fortvilelse nedprioriterte Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetets budsjettkomité stillingen til fordel for en kontorassistentstilling ved matematisk institutt.⁴⁷⁸ Da så Kirke- og undervisningsdepartementet opprettholdt denne prioriteringen, ble han svært forarget.

I januar 1949 skrev Solberg et offisielt oppsigelsesbrev til departementet og ba om avskjed fra sitt embete som professor i meteorologi. Årsaken han oppga var departementets prioriteringer: «Mens der årlig bevilges mange millioner kroner til landets meteorologiske tjeneste, avspises den grunnlagsforskning som denne tjeneste bygger på, med en liten skjerv.»⁴⁷⁹ Denne «inkonsekvente politikken» var angivelig noe deltakerne på den internasjonale geofysikerkongressen i Oslo i 1948 «ble – for å bruke et mildt uttrykk – helt rystet over».⁴⁸⁰ Å si opp for å framprovosere en reaksjon var noe Solberg hadde tenkt på i mange år. Allerede i 1939 hadde han betrodd seg om muligheten overfor Carl-Gustaf Rossby, og mente i fullt alvor at det ville være til pass for myndighetene om han la ned arbeidet.⁴⁸¹

Det er tvilsomt om Solberg under noen omstendighet ville fratrukket, men hans dramatiske protest fikk faktisk en viss innvirkning, skjønt ikke det omslaget i universitetspolitikken han hadde håpet på. Departementsråd, og tidligere Bjerknes-assistent, Olaf Devik overtalte ham på telefon til å bli i stillingen. Devik returnerte oppsigelsen med en opplysning om at en ønsket assistentstilling var blitt ført opp i departementets proposisjon.⁴⁸² To måneder senere gjentok Solberg forespørselen om en amanuensis i meteorologi og begrunnelsen for den. I budsjettforslaget for 1950/51 skrev han følgende:

Jeg kan her innskrenke meg til å opplyse om at jeg har over 30 hovedfagsstudenter, hvorav 7 islendinger, så det er et meget stort behov for en ny forsker og lærer i meteorologi. Jeg kan også minne om at det tilsvarende institutt ved Bergens Universitetet forlengst har en amanuensis og to assistenter.

⁴⁷⁸ Jeg fant ikke dette budsjettforslaget i Solbergs arkiv, men jeg har sett ham henvise til det i andre budsjettforslag. Jeg vet ikke om Solberg nevner Eliassen eksplisitt i denne søknaden.

⁴⁷⁹ Halvor Solberg til Kirke- og Undervisningsdepartementet, 28. januar 1949, boks 4, mappe merket 1940–49, Halvor Solbergs arkiv.

⁴⁸⁰ Solberg til Kirke- og Undervisningsdepartementet, 28. januar 1949, Halvor Solbergs arkiv.

⁴⁸¹ Solberg til Rossby, 25. februar 1939, Halvor Solbergs arkiv.

⁴⁸² Solbergs brev til departementet ble returnert av Olaf Devik 2. februar med påskrift: «Som opplyst i telefonen er den omskrevne stilling ført opp i proposisjonen. I henhold til avtale sendes brevet tilbake».

Det er videre godt håp om å få ansatt en høyt kvalifisert forsker som amanuensis, idet min tidligere assistent, cand.real. A. Eliassen ønsker å gå over i en slik stilling, til trots for at han har høyere lønn som meteorolog i værvarslingsavdelingen ved Det Meteorologiske Institutt.⁴⁸³

På dette tidspunktet var Eliassen fremdeles i USA, så det er ingen tvil om at Solberg hadde høye tanker om ham og hadde et sterkt ønske om å få Eliassen inn i avdelingen sin.⁴⁸⁴ Det ble imidlertid ikke bevilget penger til en amanuensisstilling denne gang heller, kun vitenskapelig assistent. For Solberg var dette skrikende urettferdig, tatt i betraktning at den mindre aktive meteorologiavdelingen ved Geofysisk institutt i Bergen hadde tre vitenskapelige ansatte ved siden av professor Godske. Solberg klaget bestandig over mye arbeid og lite penger, men han hadde utvilsomt et poeng når han påpekte hvor små bevilgninger som kom meteorologien ved Universitetet i Oslo til gode.

Studenttilstrømmingen til meteorologifaget hadde tiltatt allerede før andre verdenskrig, så nå mens studenttallet økte år for år, satt Solberg i praksis med eneansvaret for utdannelsen av hele den norske og den islandske værtjenesten. Professorrollen var ikke ensbetydende med innflytelse over pengestrømmen.

Både Solberg og Svein Rosseland hadde allerede før krigen lagt bort egen forskning til fordel for undervisning og administrasjon.⁴⁸⁵ I etterkrigsårene, da forskningspolitikken ble mer kompleks, ble begge rene administratorer. Floraen av råd og komiteer nasjonalt og internasjonalt skapte en viss opphopning av personer. Noen måtte sitte i alle disse utvalgene, og da ble det gjerne til at enkelte aktører gikk igjen. Rundt 1950 var Solberg generalsekretær i vitenskapsakademiet, visepresident i det internasjonale forskningsråd, medlem av organisasjonskomiteen for de internasjonale mekanikk-kongresser, styremedlem av den internasjonale mekanikkunion, formann i norske komiteer for mekanikk, for geodesi og geofysikk og for matematikkmaskiner.⁴⁸⁶ Det er imponerende at han fikk gjort noe som helst.

⁴⁸³ Universitetet i Oslo, Teoretisk meteorologi, budsjettforslag 1950/51, nye stillinger, 23. mars 1949, boks 14, mappe merket Meteorologisk institutts budsjettforslag 1948–64, Halvor Solbergs arkiv. Eliassen var ment å gå inn i stilling som Amanuensis I, av lønnsklasse 14, det vil si 9800 kroner i grunnlønn og 1038 kroner i tillegg.

⁴⁸⁴ Solberg henviste dessuten til at han foreslo den samme stillingen opprettet i budsjettforslaget for 1949/50, datert 12. mars 1948.

⁴⁸⁵ For Rosseland, se Holtungen, «En motvillig nasjonsbygger», for eksempel side 10.

⁴⁸⁶ «Solberg, Halvor Skappel», *Studentene fra 1912*, 327–328.

Våren 1950 fulgte Solberg opp med nøyaktig det samme budsjettforslaget som ett år tidligere. Han utbroderte enda mer om hvor egnet Eliassen faktisk var:

I cand.real. A. Eliassen har vi en utmerket kandidat til stillingen. Han er i disse dager kommet tilbake fra et nesten toårig opphold i U.S.A. (...) Den erfaring han der har høstet, bør komme vårt land til nytte, når vi nå skal gå igang med lignende arbeider i Norge. Det tekn.-naturv. forskningsråd har nedsatt et utvalg med meg som formann, for å utrede behovet for slike regnemaskiner innen norsk vitenskap og industri.⁴⁸⁷

Som leder for det nylig opprettede Utvalg for matematikkmaskiner, antok Solberg at Eliassen ville vise vei nå som norsk vitenskap snart skulle gjøre nytte av elektroniske regnemaskiner. Utvalg for matematikkmaskiner ble nedsatt av Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd i begynnelsen av 1949 som følge av en henvendelse fra Svein Rosseland og Egil Hylleraas.⁴⁸⁸ Et knippe etablerte vitenskapsmenn med innsikt i internasjonale strømninger drev aktiviteten framover og ga seg selv mandat til å utrede behovet for regnemaskiner. De fleste medlemmene var etablerte vitenskapsmenn som Solberg, Hylleraas, Rosseland, Carl Godske og Ragnar Frisch, men også enkelte yngre forskere som matematikeren Jan Garwick og fysikeren Henry Viervoll ble utpekt. Utvalget var for øvrig en kopi av den svenske Matematikmaskinnämnden, som var blitt etablert ett år tidligere. Medlemmer fra nämndens forløper Matematikmaskinutredningen hadde i februar 1947 vært på befaring i Oslo for å studere Rosselands differensialanalysator. Før krigen hadde Rosselands analoge maskin representert et stort framskritt, men nå var den distansert av utviklingen. Ulike teknologier oppsto ved ulike institusjoner, og det var ikke enkelt å velge mellom de ulike regnemaskinene, som alle hadde sine styrker og svakheter. Til slutt var det John von Neumanns elektroniske maskin med internt lagrede instruksjoner som ble standarden for den videre utvikling internasjonalt, men dette var det ikke så enkelt å forutse.

Eliassen var av Solberg tiltenkt plass i en gruppe som ville få i oppdrag å planlegge og realisere utbyggingen av et moderne regneinstitut i Norge. Det var vanskelig å vite nøyaktig hva denne type institutt skulle drive med, annet enn at det skulle være til gagn for norsk industri og forskning. Insittuttet måtte gis passende oppgaver, og numerisk værvarsling var et

⁴⁸⁷ Universitetet i Oslo, Teoretisk meteorologi, budsjettforslag 1951/52, nye stillinger, udatert, boks 14, mappe merket Meteorologisk institutts budsjettforslag 1948–64, Halvor Solbergs arkiv.

⁴⁸⁸ «Ad: Moderne regneinstitut ved Oslo Universitetet», Egil Hylleraas og Svein Rosseland til Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd, 10. september 1948, boks 44, mappe merket Utvalg for matematikkmaskiner I, Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråds arkiv, Riksarkivet, Oslo.

åpenbart forslag som illustrerte hva avanserte regnemaskiner kunne brukes til. I Eliassens stilling som værvarsler ville han ikke få tid til å delta i slikt arbeid, som Solberg mente han var meget interessert i.⁴⁸⁹ Eliassen hadde ingen praktisk eller teknisk ekspertise utover at han hadde oppholdt seg mye i samme bygning som en regnemaskin, men han syslet med slike planer selv også. Han skrev til Carl-Gustaf Rossby at Princeton-forskningen ga mersmak: «Da det ser ut til at erfaringene fra Princeton med den todimensjonale modell er ganske bra, har jeg tenkt å eksperimentere med analogmaskiner for å se om det ikke skulde være mulig å greie seg uten «elektriske hjerner»»⁴⁹⁰ Eliassen følte altså ikke behov for en elektronisk regnemaskin med det aller første, men kunne tenke seg å utforske numeriske metoder med en enklere maskin. Hvordan dette eventuelt skulle gjøres, hadde han ikke planlagt.

Å slippe hydrodynamikken inn gjennom bakveien

10. juni 1950 disputerte Eliassen til doktorgrad på avhandlingen han skrev før han reiste til Princeton.⁴⁹¹ Einar Høiland og Halvor Solberg var opponenter.⁴⁹² Begge opponentene vektla hvor imponerende det var at arbeidet var utført mens doktoranden var ansatt på heltid i værvarslingen. Solberg avsluttet sin opposisjon med et håp om at Eliassen i framtida ville slippe det store arbeidspress i værtjenesten og ofre seg helt for sin teoretiske forskning. Fordi fremragende teoretikere som Eliassen var så sjeldne, burde de spares for arbeid som ikke-teoretikere kunne skjøtte like bra.⁴⁹³

⁴⁸⁹ Universitetet i Oslo, Teoretisk meteorologi, budsjettforslag 1951/52, nye stillinger, udatert, Halvor Solbergs arkiv, boks 14, mappe merket Meteorologisk institutts budsjettforslag 1948–64.

⁴⁹⁰ Arnt Eliassen til Carl-Gustaf Rossby, 30. juni 1950, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁴⁹¹ Eliassen, «The quasi-static equations of motion with pressure as independent variable».

⁴⁹² «Nye perspektiver for værvarslingen», *Aftenposten*, 12. juni 1950.

Oppgitt emne var «Kunstig nedbør». Selvvalgt emne var «Om termisk bunden meridionalsirkulasjon i en baroklin sirkulær virvel».

⁴⁹³ «Nye perspektiver for værvarslingen», *Aftenposten*, 12. juni 1950;

Notat, «A. Eliassens doktordisputas 10. juni 1950 (innlegg som 2. opponent)», boks 14, mappe merket Doktoravhandling. 1939–61, Halvor Solbergs arkiv.

gte fra
en om
aturlig
g som
i varm
alene
på det
funk-
legraf.
rde et
ne alle
ne for
a opp-
telse i
befant
de, for
vil om
le ville
tyngre
empot.
i velge
v ennu
a ting
r over
er et
å be-

brakte
det vi
ste et
re når
i skyld
- ikke
g som
hand-
t land.
g det
fått -

krigen
fram.
seieren
freden.
e ikke
ønsket
r blitt
ste om
i opti-
i vårt
lykke
i tillit

ig som
akrip-
i gjor-
resen-

Nye perspektiver for værvarslingen



Doktoranden på katetret.

Meteorolog, cand. real. Arnt Eliassen, forsvarte lørdag sin avhandling «The quasi-static equations of motion with pressure as independent variable» for den filosofiske doktorgrad. Komiteen til bedømmelse av avhandlingen, som har bestått av professor Werner Werenskiöld, professor Harald Solberg og dosent dr. Einar Holland, meddelte i skrivelse av 10. mai til fakultetet at den anså avhandlingen verdig til å forsvares. Doktoranden holdt de obligatoriske to prøveforelesninger 5. og 6. juni.

Første opponent ved dagens disputas var dosent Einar Holland og annen opponent professor Harald Solberg. Der meldte seg ingen opponent ex auditorio.

truppe
vis, el
etterh
- E
skoyte
- U
ler, ha
dif. -
- F
- J
Og je
Jeg vil
film. I
- C
kjærlig
- E
- I
- J
Åpner
i New
- J
alt så
- J
televis
- E
ikke g
- J
Åpne i
dan sk
lener i
somt
fingrer
- I
Amerli
selger
slikt, n
dri for
- E
oversikt
- N
- H
- J
hardt.
feriere
av. Nå
tar jeg
- D
- J
ningsm
vi bru
Nesten
ends ti
«Widdi
Widdie
under
- Er

Arnt Eliassens doktordisputas fikk et lite oppslag i *Aftenposten*. Disputaser var relativt sjeldne begivenheter; Eliassen var en av tolv som avla doktorgrad ved universitetet dette året. Journalisten poengterte at disputasen var vanskelig tilgjengelig for lekfolk, men hadde merket seg at Eliassens numeriske metoder kunne komme til nytte i værvarslingen (faksmile, *Aftenposten* 12. juni 1950).

Matematikkpuritaneren Solberg var av prinsipp meget reservert overfor den kvasistatiske tilnærming Eliassen hadde tatt utgangspunkt i, altså at man antar prosessen skjer så sakte at gravitasjon og trykkgradientkraften er i likevekt. Dermed blir bevegelseslikningen i vertikalretningen erstattet av hydrostatisk balanse, som gir betraktelig enklere matematikk.⁴⁹⁴ Solberg hevdet under disputasen at hele metoden var urenslig og at han som dynamiker alltid følte seg uvel når han regnet kvasistatisk. Han uttalte nonchalant at hos Eliassen ble

⁴⁹⁴ Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnsett», 82.

hydrodynamikken «sluppet inn gjennom bakdøren» og fikk utelukkende virke i horisontal retning, mens den mer tvilsomme hydrostatikken fikk «være enerådende i vertikalen». I det hele tatt var Solberg skeptisk til framgangsmåten, som han mente ville bli «en klamp om foten». Dette var en frisk uttalelse tatt i betraktning at kvasistatisk tilnærming var blitt brukt siden Laplace på begynnelsen av 1800-tallet, og Solberg selv hadde skrevet et helt kapittel om temaet i *Physikalische Hydrodynamik*.⁴⁹⁵ Det må legges til at Solberg ikke hadde noen problemer med å vedgå at Eliassen hadde gjort et meget verdifullt arbeid innenfor disse rammene. Han hadde neppe sterke reelle innvendinger mot Eliassens avhandling, snarere et behov for å markere sitt eget ståsted. Solberg hadde ikke vært involvert i Eliassens vitenskapelige produksjon de siste årene, og observerte på flere forskningsfronter at hans egne problemstillinger ble gått bort fra.

Selv om Eliassens avhandling var skrevet inneblant krevende skiftarbeid, var situasjonen hans etter hjemkomsten våren 1950 ikke like tyngende som Solberg ville ha det til. Han var så vidt kommet tilbake i tjenesten ved Meteorologisk institutt før han fikk permisjon igjen, denne gang for å delta i et teoretisk-synoptisk forskningsprosjekt ledet av Einar Høiland. Etter få måneder ble permisjonen forlenget. Siden Høiland skulle være et år i Los Angeles, vikarierte Eliassen som dosent ved universitetet og tok over den formelle styringen av forskningsprosjektet. Prosjektet sprang ut fra et bredt tiltak, og skulle etter hvert bli til et fast senter for norsk meteorologisk forskning.

Tørkesommer og grunnforskning

Det norske Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning er en unik forskningsinstitusjon i norsk vitenskapshistorie, unik i måten instituttet ble organisert på. Instituttet har blitt trukket fram når historien om det norske vitenskapsakademiet har blitt skrevet, mest fordi det er det eneste forskningsinstituttet som noen gang har vært underlagt akademiet.⁴⁹⁶ Initiativet som sto bak opprettelsen, og det vitenskapspolitiske fundamentet

⁴⁹⁵ Eliassen, *Geostrophy*, 4; Bjercknes, Bjercknes, Solberg og Bergeron, *Physikalische Hydrodynamik*, 789. Se kapittel 10, «Quasistatische Wellenbewegung in autobarotropen Schichten», 401–420.

⁴⁹⁶ Kim Helsvig, *Elitisme på norsk. Det Norske Videnskaps-Akademi 1945–2007* (Oslo: Novus forlag, 2007), 79–82;

instituttet hvilte på, gir det også en egenartet dimensjon. At instituttet gradvis fikk en mindre selvstendig og mindre relevant form før det til slutt ble lagt ned, har gitt det et mer kuriøst renommé innen norsk meteorologihistorie, der det finnes andre, større bedrifter å rette oppmerksomheten mot.

I desember 1947 foreslo Fredrik Vogt, generaldirektør i Vassdrags- og elektrisitetsvesenet, at vitenskapsakademiet skulle opprette et utvalg for vær- og klimaforskning. Sommeren 1947 var svært tørt i Sør-Norge og hadde skapt problemer for kraftproduksjonen og i landbruket.⁴⁹⁷ Vogt ønsket å bringe klarhet i om dette skyldtes en permanent klimaendring eller store periodiske svingninger i været.⁴⁹⁸ Metoder som kunne forutse været på lengre tidshorisonter enn de neste dagene, ville være meget kjærkomne og ha betydning for nasjonens økonomi

Vogts interesse for klima var ikke oppstått i et vakuum. Også innad i vitenskapelige miljøer mente flere enn tidligere at uvanlig vær og observerte klimaendringer var fenomener det var verdt å forske på. Internasjonalt var definisjonen av klima i endring. Tidligere var begrepet klima oftest blitt brukt om rene geografiske kjennetegn ved været. Den meteorologiske grenen klimatologi ble særlig blant teoretikere ansett som tilbakeskuende statistikk uten annen verdi enn å konstatere lokal egenart. Etter bedret innsikt i sammenhengende værssystemer og atmosfærens sirkulasjon, ble klima på 1930- og 40-tallet i økende grad betraktet som noe dynamisk, noe som kunne forandre seg.⁴⁹⁹ Takket være den svenske geografen Hans Ahlmann vakte tiltagende bresmelting i Norge og på Grønland en viss oppsikt.⁵⁰⁰ Og nylig hadde Theodor Hesselberg og Bernt Birkeland fra Meteorologisk institutt avsluttet en omfattende studie av klimavariasjonene gjennom hele perioden det

Leiv Amundsen, *Det Norske videnskaps-akademi i Oslo 1857–1957*, bind 2 (Oslo: Aschehoug, 1960), 565–566.

⁴⁹⁷ Magnus Vollset, «Asking too much? Postwar climate research in Norway, 1947–1961», *History of Meteorology* 7 (2015), 84.

⁴⁹⁸ Amundsen, *Det Norske videnskaps-akademi i Oslo 1857–1957*, 565.

⁴⁹⁹ Matthias Heymann, «The evolution of climate ideas and knowledge», *Wiley interdisciplinary reviews: Climate change* 1, nr. 4 (2010), 590.

⁵⁰⁰ Sverker Sörlin, «Narratives and counter-narratives of climate change: North Atlantic glaciology and meteorology, c. 1930–1955», *Journal of historical geography* 35, nr. 2 (2009), 242; «Breene i Skandinavia forsvunnet innen en mannsalder?», *Aftenposten*, 2. januar 1948.

fantas værobservasjoner. De hadde konkludert med at Norge var blitt betraktelig varmere de siste 50 år.⁵⁰¹

Hvorfor gikk Vogt til akkurat vitenskapsakademiet? Han skrev i sin opprinnelige appell at han henvendte seg dit fordi akademiet hadde vitenskapsmenn fra alle leire som kunne tenkes å være relevante: meteorologer, fysikere, botanikere, geologer og så videre.⁵⁰² Det lå også strategiske avveininger bak. Vogt, som var en innflytelsesrik industrimann og forskningspolitiker, men som ikke ønsket gjennomgripende endringer i organiseringen, hadde sterke meninger om hvor ressurser burde kanaliseres.⁵⁰³ Selv om han kort tid i forveien ledet utredningen som førte til at Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd ble opprettet, hadde han ikke vært tilhenger av modellen som ble valgt. Vogt ønsket heller at staten skulle styre den anvendte og industrielle forskning direkte gjennom et direktorat.⁵⁰⁴ Langsiktige værprognoser til nytte for kraftindustrien betraktet han som grunnforskning, og overlot den gjerne til forskerne og til vitenskapsakademiet.

Vogts initiativ var som etterklang av vitenskapsakademiets preses Svein Rosselands tale tidligere samme år: «Vitenskap i krig og fred». Rosseland hadde latt seg inspirere av rapporten til sin tidligere samarbeidspartner Vannevar Bush: *Science, the Endless Frontier*. Bush skrev denne i 1945 som et svar på spørsmål om hvordan USA skulle organisere vitenskap i fredstid.⁵⁰⁵ Løsningen til Bush lå i grunnforskningen. Landet skulle videreføre de fenomenale vitenskapelige framganger oppnådd under krigen ved å opprette et uavhengig organ til å administrere landets forskningsinnsats. Myndighetene skulle fortsette å bevilge store summer til vitenskap, men politiske svingninger skulle holdes unna selve forskningen. Begrunnelsen var enkel: vitenskapsmenn ville vite best selv hva som var fruktbart å drive med. Uenigheter om organisering og hvilken grad av politisk kontroll presidenten skulle inneha, gjorde at det påtenkte organet «National Science Foundation» ikke ble etablert like

⁵⁰¹ Vollset, «Asking too much?», 86–87.

⁵⁰² *Beretning fra Utvalget for vær- og klimavariasjoner 1948 og 1949* (Oslo: 1950), 3.

⁵⁰³ Se for eksempel Børresen, «Fra tegneøving til regneøving», 81–83.

⁵⁰⁴ Slagstad, *De nasjonale strateger*, 297.

⁵⁰⁵ Svein Rosseland, «Vitenskap i krig og fred», *Samtiden* (1947), 343; Vannevar Bush, *Science—the endless frontier*, National science foundation, 1945, <http://www.nsf.gov/about/history/nsf50/vbush1945.jsp> (oppsøkt 27. mai 2016).

raskt som tilhengerne kunne ønske seg, og som vi så i foregående kapittel ble amerikansk vitenskap de første årene av den kalde krigen finansiert av militære kilder.⁵⁰⁶

Selv om Vannevar Bush ikke fikk ubetinget støtte på hjemmebane, kjøpte Svein Rosseland argumentasjonen til sin tidligere samarbeidspartner og tilpasset forslaget etter norske forhold. I sin tale i vitenskapsakademiet ga han uttrykk for at det var viktig å bevare det intime samarbeid mellom vitenskap og industri som krigen hadde framkalt.⁵⁰⁷ Men grunnforskning måtte prioriteres sterkere. Vassdragsdirektør Vogts forslag passet i så måte godt sammen med Rosselands visjon. Det var dessuten håp om at kraftindustrien ville finansiere et slikt prosjekt.

Vitenskapsakademiet vedtok 30. januar 1948 å opprette Utvalget for vær- og klimaendringer som skulle diskutere muligheten for å lage langtidsvarsler av klimaendringer.⁵⁰⁸ Utvalget holdt sitt første møte i mars samme år. Medlemmene var Theodor Hesselberg (meteorolog), Ove Arbo Høeg (botaniker), Svein Rosseland (astrofysiker), Halvor Solberg (meteorolog), Kaare Münster Strøm (innsjøforsker) og Werner Werenskiold (breforsker). Einar Høiland (fysiker) var sekretær.⁵⁰⁹ Utvalget var altså sammensatt av vitenskapsmenn fra flere ulike fagkretser, og det hadde et tverrfaglig mandat, som dessuten var uttalt samfunnsnyttig. «En virkelig langtidsprognose (varsling av været i store trekk for måneder eller år fremover) ville bety enormt for en planmessig effektiv utnyttelse av våre naturrikdommer», het det i beretningen fra 1948/49.⁵¹⁰

Som Magnus Vollset har påpekt førte ikke det tverrfaglige utvalget til inngående samarbeid mellom disiplinene.⁵¹¹ Medlemmene leverte hver sin rapport over ideene de hadde kommet opp med, arbeidet som hadde blitt gjort og hva de selv trodde om klimaspørsmålene. Det viste seg at det mest dyptgående initiativet kom fra sekretæren i utvalget, Einar Høiland, og en gruppe meteorologer som studerte langtidsvarsler. I 1949 ble det opprettet en

⁵⁰⁶ Se Kevles, *The physicists*, 356–359; Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 39–43.

⁵⁰⁷ Amundsen, *Det Norske videnskaps-akademi i Oslo 1857–1957*, 565.

⁵⁰⁸ Helsvig, *Elitisme på norsk*, 80.

⁵⁰⁹ *Beretning fra Utvalget for vær- og klimavariasjoner 1948 og 1949*, 3.

⁵¹⁰ *Beretning fra Utvalget for vær- og klimavariasjoner 1948 og 1949*, 2.

⁵¹¹ Vollset, «Asking too much?», 85.

arbeidsgruppe bestående av Høiland samt Ragnar Fjørtoft, Per Martin Breistein og Sigurd Smebye fra Meteorologisk institutt. Fra midler donert av reguleringsfondene i Sør-Norge fikk de 10 000 kroner som ble brukt til å samle inn et mest mulig fullstendig observasjonsmateriale fra troposfæren. De henvendte seg til værtjenester i 33 land og ba om å få deres synoptiske data fra året 1947. Dessuten startet de opp en kollokvieserie for meteorologene i værtjenesten der nyere forskning innen langtidvarsling ble gjennomgått.⁵¹²

Gjennom Jule Charney, og dessuten Jørgen Holmboe som tilbrakte 1948 i Norge, kom gruppa i kontakt med Jerome Namias, som ledet en avdeling for eksperimentell langtidvarsling i den amerikanske værtjenesten. Namias var i Europa våren 1949 og avla besøk i Oslo og Bergen. I forkant hadde Fjørtoft, Breistein og Smebye fått Meteorologisk institutt med på å lage prøvevarsler for tre dager i en treukersperiode, slik at gruppa hadde noe å vise til da Namias kom. I tillegg til å diskutere de norske meteorologenes arbeid, la Namias fram metodene for utvidet varsling som ble brukt i USA.⁵¹³

Høilands tiltak var i overensstemmelse med de opprinnelige intensjonene som lå til grunn for Vogts initiativ. Det var slik forskning man så for seg at utvalget skulle initiere. Siden de første skritt virket lovende, utnyttet Høiland den brede entusiasmen til å fortsette undersøkelsene. Han ble bevilget midler fra Norges almenvitenskapelige forskningsråd til et personlig forskningsprosjekt. Planen var å analysere det innsamlede observasjonsmaterialet for å finne «loven for den storstilte bevegelse i atmosfæren», et i aller høyeste grad ambisiøst mål. Dersom man lyktes, ville varsling av vær og klima kunne forbedres drastisk.

Studier av kart over høyereliggende luftlag lå til grunn for mange innsikter i meteorologien de seneste årene, men Høiland håpet hans gruppe ville komme til mer skarpsindige innsikter enn andre ved å kombinere hydrodynamiske og statistiske metoder. I søknaden trakk han veksler på Bergensskolen, og skrev at deres oppdagelser hadde stammet fra systematisk analyse av observasjoner fra bakken, mens det nå også fantes et rikholdig

⁵¹² *Beretning fra Utvalget for vær- og klimavariasjoner 1948 og 1949*, 46.

⁵¹³ *Beretning fra Utvalget for vær- og klimavariasjoner 1948 og 1949*, 46–47

observasjonsmateriale av høyere luftlag.⁵¹⁴ Dette måtte Norge bli med på å utforske. Høiland øynet muligheten til å gjenskape Bergensskolens gjennombrudd.

I denne perioden var Høiland mer virksom enn noen gang og involverte alle sine studenter og medarbeidere i sin varierte gjerning. Helt spesielt i så henseende var turbulensuka i april 1950 da Høiland fikk over 30 deltakere fra åtte ulike institusjoner til å holde foredrag for hverandre om de siste framskritt innen statistisk turbulensteori.⁵¹⁵ Dette var et felt der Høiland mente det hadde skjedd en rivende utvikling de siste 15 år, men som knapt noen av deltakerne forsket på til vanlig. I tillegg ble turbulensteori betraktet som noe av det mest kompliserte innen hydrodynamikken. Turbulensuka var en bragd når det gjaldt å forene forskere om et felles prosjekt. Høilands indre krets hadde blitt satt til å studere turbulens hele det siste året, og forberedelsene til selve uka startet måneder i forveien.⁵¹⁶ Relevansen for forskningsprosjektet var i beste fall indirekte.

Et annet karakteristisk utslag av Høilands virkestrang var opprettelsen av Oslo geofysikeres forening vinteren 1949. Siden foreningen opererte med et mer inkluderende opptaksregime enn den professortunge Norsk geofysisk forening fikk den raskt bred oppslutning (i løpet av det første året hadde 55 tegnet medlemskap, over halvparten var meteorologer).⁵¹⁷ Samtidig maktet Høiland å bevare sitt gode forhold til de eldre geofysikerne og sørget blant annet umiddelbart for at Vilhelm Bjerknes ble utnevnt til æresmedlem.⁵¹⁸ Kort sagt fikk miljøet rundt Høiland en selskapelig gren, noe som utvilsomt styrket samholdet.

⁵¹⁴ Einar Høiland til Norges Almenvitenskapelige Forskningsråd, «Søknad om 46000 for året 1950 til «fortsettelse av igangværende synoptiske og teoretiske undersøkelser av troposfærens tilstand», 10. november 1949, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVF, Rådet for naturvitenskapelig forskning, Riksarkivet, Oslo [heretter kalt NAVFs arkiv].

⁵¹⁵ Arnt Eliassen, Einar Høiland og Enok Palm, *Moderne statistisk turbulensteori* (Oslo: 1953); *Universitetet i Oslo: Årsberetning 1. juli 1949 – 30. juni 1950* (Oslo: Akademisk forlag, 1955), 503.

⁵¹⁶ Einar Høiland til Carl Ludvig Godske, 15. desember 1949, T. Carl Ludvig Schreiner Godske, T. 5. Korrespondanse, møter, organisasjoner m.m., konvolutt merket Andre brev, Geofysisk institutts arkiv.

⁵¹⁷ Petter Dannevig, *Oslo geofysikeres forening 1949 – 1974: Et tilbakeblikk med sikte på fremtiden* (Oslo: 1974), 11.

⁵¹⁸ Også Carl Størmer ble valgt til æresmedlem det første året. Dannevig, *Oslo geofysikeres forening 1949 – 1974*, 13–14; Einar Høiland til Carl Ludvig Godske, 4. mars 1949, T. Carl Ludvig Schreiner Godske, T. 5. Korrespondanse, møter, organisasjoner m.m., perm merket Brever, møter etc 1949, Geofysisk institutts arkiv.

Utvalget blir et meteorologisk forskningsinstitutt

I november 1950 ba Utvalget for vær- og klimavariasjoner om å bli omorganisert til et institutt for vær- og klimaforskning, altså et mer eller mindre rent meteorologiprojekt.⁵¹⁹ Siden Arnt Eliassen vikarierte for Høiland, overtok han også rollen som sekretær i vitenskapsakademiets utvalg og var med på å skrive omorganiseringssøknaden. Ingen andre enn Arnt Eliassen hadde bedre kunnskap om værvarslingsens stilling i Norge sammenliknet med de siste framskritt i USA. Spørsmålet er konkret hva slags meteorologisk forskning man helst ønsket skulle foregå i vitenskapsakademiets institutt. I søknaden ble det skissert fem punkter:

- 1) Synoptiske og statistiske undersøkelser på grunnlag av etterkrigstidens gode aerologiske observasjonsmateriale,
- 2) Teoretiske undersøkelser av atmosfærens bevegelser, i nær kontakt med de empiriske resultater,
- 3) Undersøkelse av muligheten for å utnytte empiriske og teoretiske resultater med sikte på værvarsling over lengere tidsrom,
- 4) Forskning med sikte på numerisk værvarsling,
- 5) Undersøkelse av klimavariasjoner.⁵²⁰

Vi ser at klima kun var ett av fem områder det skulle forskes på. Nøyaktig hvordan instuttet planla å gå fram for å undersøke klimavariasjoner ble ikke utdypet, noe som neppe var et uttrykk for manglende vilje til å trenge til bunns i spørsmålet, men snarere et tegn på usikkerhet om hvordan dette best kunne gjøres.

Instituttets tverrfaglige utgangspunkt ble trukket fram i søknaden, og også at det var naturlig at vitenskapsakademiet sto bak. Poenget var at planene om å opprette dette instituttet var helt i tråd med Rosselands tidligere utspill og den nye retningen han ønsket for vitenskapsakademiet og nasjonal forskningspolitikk. I en tale som preses i 1950 hadde Rosseland argumentert for at vitenskapsakademiet skulle søke internasjonalt samarbeid og støtte arbeid av «fundamental vitenskapelig betydning», og det var nettopp et slikt prosjekt Institutt for vær- og klimaforskning ønsket å være. Instituttet ble sett på som et godt eksempel på de nye rammene for forskningsfinansiering i Norge etter andre verdenskrig. De

⁵¹⁹ Arnt Eliassen og Theodor Hesselberg til Det Norske Videnskaps-Akademi, 11. november 1950, boks 16, mappe merket Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo: Korrespondanse, skriv m.m. 1935–60, Halvor Solbergs arkiv; Vollset, «Asking too much?», 88.

⁵²⁰ Eliassen og Hesselberg til Det Norske Videnskaps-Akademi, 11. november 1950, Halvor Solbergs arkiv.

tre forskningsrådene (Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, Norges Almenvitenskapelige forskningsråd og Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd) skulle ta seg av løpende bevilgninger til samfunnsnyttige formål, mens vitenskapsakademiet, i hvert fall ifølge Rosselands visjon, skulle stimulere oppdagervirksomhet og nybrottsarbeid. Dessuten skulle vitenskapsakademiet sørge for at vitenskapelige oppgaver som ikke ble tatt hånd om av forskningsrådene og fellesutvalget ble brakt på bane.⁵²¹

I januar 1951 vedtok styret i vitenskapsakademiet å støtte planene. Det årlige budsjettet skulle være på 70 000 kroner. Akademiet ønsket ekstern finansiering, gjerne fra næringslivet, men klarte ikke å vekke voldsom interesse hos industrien som denne forskningen skulle være til nytte for.⁵²² Å finansiere hele virksomheten på egenhånd var ikke noe vitenskapsakademiet uten videre så seg i stand til. Einar Høiland stusset riktignok over at akademiet ikke brukte egne midler til å støtte driften av et institutt de selv hadde opprettet og påpekte at de hadde «en god del penger og lite å bruke dem til».⁵²³ Selv om det er noe sant i Høilands utsagn, kunne ikke vitenskapsakademiet ta hele kostnaden. Historikeren Kim Helsvig har vist at i 1951 var akademiets totale inntekter 141 000 hvorav 83 000 ble brukt på å utgi publikasjoner.⁵²⁴ Det meste av finansieringen kom dermed fra Norges Almenvitenskapelige Forskningsråd. Forskningsrådets utvalg for geofysikk, bestående av Halvor Solberg, Theodor Hesselberg og fysikkprofessor Lars Vegard, gikk inn for å bevilge 40 000 kroner til instituttet.⁵²⁵ Alle tre medlemmene i forskningsrådets bedømmelsesutvalg var medlemmer av vitenskapsakademiet og de to førstnevnte hadde nær tilknytning til miljøet rundt instituttet. Som Helsvig har påpekt var utvalgets tilbøyelighet til å tilgodese et institutt de hadde en relasjon til et uttrykk for en større tendens, nemlig at Norges Almenvitenskapelige forskningsråd de første årene var dominert av forskerne selv.⁵²⁶ Det foregikk fremdeles dragkamp om ressurser, men mange av de etablerte forskerne var tilfreds med midlene de selv ble tildelt.

⁵²¹ Amundsen, *Det Norske videnskaps-akademi i Oslo 1857–1957*, 564.

⁵²² Helsvig, *Elitisme på norsk*, 81.

⁵²³ Høiland til Eliassen, 7. februar 1951, Arnt Eliassens arkiv.

⁵²⁴ Helsvig, *Elitisme på norsk*, 225 (note 174).

⁵²⁵ Theodor Hesselberg, Halvor Solberg og Lars Vegard til styret for Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 17. februar 1951, boks 16, mappe merket NAVF 1949–59, Halvor Solbergs arkiv; Helsvig, *Elitisme på norsk*, 81.

Vitenskapsakademiets institutt for vær- og klimaforsknings tilknytning til vitenskapsakademiet ble i praksis ikke så sterk som navnet tilsa. Dette skyldtes for det første at mesteparten av pengestøtten kom fra forskningsrådet, for det andre at forskningsprogrammet i praksis var en fortsettelse av Einar Høilands personlige prosjekt og for det tredje at virksomheten fra starten holdt hus på Astrofysisk institutt på Blindern, der både Høiland og Institutt for teoretisk meteorologi hørte hjemme.

I stor grad forsørget instituttet forskning som uansett foregikk ved universitetet. Halvor Solberg fikk aldri bevilgningene han ønsket seg til sitt enmannsinstitutt, men vitenskapsakademiet og forskningsrådet sikret at hydrodynamisk og meteorologisk forskning kunne opprettholdes. Midlene sørget for at assistenter kunne ansettes og Eliassen kjøpes fri fra værtjenesten. Ved oppstarten ble de nyutdannede kandidatene i mekanikk Enok Palm og Eyvind Riis ansatt på fulltid som vitenskapelige assistenter, senere kom blant andre Arne Foldvik, Kåre Pedersen og Eigil Hesstvedt. Jack Nordø, som fikk Solbergs etterlengtede assistentstilling, hadde i det store og hele også sitt virke ved forskningsinstituttet. Flere andre forskere var tilknyttet instituttet i kortere perioder.

Selv om Einar Høiland var bortreist da instituttet ble opprettet, styrte han retningen forskningen skulle ta. Eliassen stilte verken da eller senere spørsmål ved Høilands prioriteringer, og han så sannsynligvis aldri noen grunn til å gjøre dette. Todelingen i Eliassens forskning mellom internasjonale og norske temaer kan spores tilbake til denne tilpasningen til forskningsprosjektet og Høilands markante og autoritære ledelse. Som den siste representant for gullalderen i norsk meteorologisk forskning, og som Vilhelm Bjerknes' protesje og yndling, hadde Høiland en posisjon som ingen, Eliassen og Fjørtoft inkludert, våget eller ønsket å utfordre.

US Air Force vil støtte norsk meteorologi?

I denne perioden dukket det opp en mulighet til å skaffe norsk meteorologisk forskning betydelige midler. Muligheten kom uventet og var en følge av Eliassens bekjenskaper på forskningsfronten i USA. Institutt for vær- og klimaforskning kunne blitt et meget velholdent

⁵²⁶ Helsvig, *Elitisme på norsk*, 81.

forskningsprosjekt, men de tiltenkte midlene ble, etter mye om og men, i stedet brukt på et astrofysisk solobservatorium.

Like før jul i 1950 ble Eliassen kontaktet av Philip Thompson, som han hadde arbeidet med noen måneder i Princeton. Thompson var blitt leder for en nyopprettet enhet tilknyttet forskningsavdelingen «Geophysical Research Directorate» i det amerikanske flyvåpenet.⁵²⁷ US Air Force hadde ingen tradisjoner innen geofysisk forskning – knapt tradisjoner innen forskning overhodet – men nylig var det blitt etablert et forskningscenter utenfor Boston, «Air Force Cambridge Research Laboratories», med diverse underavdelinger.⁵²⁸ For det meste administrerte Thompsons enhet forskningsmidler til andres prosjekter, etter modell av marinens «Office of Naval Research». Jørgen Holmboes tidligere omtalte forskning på bølger over Sierra Nevada var blant de første mottakerne av midlene Thompson disponerte. Imidlertid hadde Thompson også vitenskapelige ambisjoner på egne vegne. Han ønsket å drive numerisk værvarsling i flyvåpenets regi og startet en liten gruppe som gjorde forberedende studier i den retning.⁵²⁹

Thompson planla en rundreise i Europa vinteren 1951 til en rekke institusjoner i Belgia, Norge, Storbritannia, Sverige og Tyskland.⁵³⁰ Formålet med reisen var todelt. På den ene side var Thompson havnet på siden av arbeidet i Princeton og visste at det foregikk mye interessant forskning i Europa det ville være gunstig å få innblikk i, både for ham selv og for arbeidsgiveren hans. På den annen side ønsket han å finne mulige samarbeidspartnere for «Geophysical Research Directorate». Thompson hadde fullmakt til å finne støtteverdige forskningsprosjekter hjemme og ute. Hvorfor gjorde han dette? Hva var hensikten med å finne meteorologiske institusjoner i Europa som Air Force kunne gi støtte til? Kristine Harper hevder i *Weather by the Numbers* at Thompson hadde overbevist flyvåpenets værtjeneste om at det ikke fantes mange nok kvalifiserte forskere og ikke gode nok fasiliteter i USA til å oppfylle behovene til Air Force. De mest støtteverdige prosjektene ble allerede

⁵²⁷ Enheten het «Atmospheric Analysis Laboratory».

⁵²⁸ Ruth P. Liebowitz, *Chronology: From the Cambridge field station to the air force geophysics laboratory, 1945–1985* (Bedford, Massachusetts: 1985), 7

⁵²⁹ Thompson, «Charney and the revival of numerical weather prediction», 101.

⁵³⁰ Philip Thompson til Arnt Eliassen, 20. desember 1950, boks 8, mappe 155, Philip Thompson papers; Philip Thompson til Jule Charney 2. mars 1951, boks 2, mappe 78, Jule Charney papers.

tilgodesett. Derfor var det ønskelig å også knytte seg til utenlandske forskningsmiljøer.⁵³¹ Hvordan et slikt samarbeid ville foregå i praksis var riktignok uklart.

Arnt Eliassen var Thompsons kontakt i Norge. I forkant opplyste Thompson om at hovedformålet var å få en generell idé om hvilke spørsmål som optok europeiske meteorologer og å ta til seg noe fra deres synsvinkel. I tillegg hintet han om visse halv-offisielle spørsmål som han kunne tenke seg å diskutere med Eliassens overordnede.⁵³² På denne tiden var Eliassen ved universitetet, men tolket Thompson dithen at det var Theodor Hesselberg på Meteorologisk institutt han ønsket å snakke med. Hesselberg skulle dessverre til fjells i det aktuelle tidsrommet, men Eliassen oppfordret likevel Thompson til å ta turen for å treffe ham: «It is only about 6 hours travel from Oslo by train + bus».⁵³³ Antakelig forsto ikke Eliassen de forskningspolitiske overtonene i den noe kryptiske henvendelsen. Vel framme i Oslo fikk Thompson uansett brakt klarhet i hva slags spørsmål han ville diskutere, og Eliassen introduserte ham for sin overordnede ved universitetet, Svein Rosseland. De tre snakket sammen om et mulig samarbeid. Kanskje kunne «Geophysical Research Directorate» gi økonomisk støtte til meteorologiforskning i Norge?

Rosseland trodde ikke det vil være noe problem å sikre tilfredsstillende fasiliteter til prosjektet, og det skulle heller ikke mangle på kompetente medarbeidere. Her hadde han det gryende miljøet rundt Institutt for vær- og klimaforskning i tankene. I april 1951 skrev Eliassen til Thompson og fortalte at han og Rosseland var svært spente på å høre nyheter om prosjektet. Rosseland ville gjerne vite om det kunne frigjøres plass på Astrofysisk institutt slik at han kunne omdisponere bygningen. Kunne Thompson være så snill å skrive noen ord om det ble noe av planene eller ikke?⁵³⁴ Cirka en uke senere svarte Thompson og fortalte at han nettopp hadde skrevet til Rosseland og bedt om en formell søknad. Hittil hadde det ikke

⁵³¹ Harper, *Weather by the numbers*, 170–171.

⁵³² «Although the main purpose of this trip and my visit to you is simply to get a general idea of the sort of problems that preoccupy the European meteorologists and to absorb something of their viewpoint, there are certain questions that I wish to discuss which would make my visit at least semi-official.» Thompson til Eliassen, 20. desember 1950, Philip Thompson papers.

⁵³³ Arnt Eliassen til Philip Thompson, 2. januar 1951, boks 8, mappe 155, Philip Thompson papers.

⁵³⁴ Arnt Eliassen til Philip Thompson, 23. april 1951, boks 8, mappe 155, Philip Thompson papers.

skjedd noe særlig fra amerikansk side på grunn av det Thompson hevdet var «our inability to take direct and definite action».⁵³⁵

I juni 1951 utarbeidet Eliassen og Rosseland en søknad med prosjektbeskrivelse.⁵³⁶ Senere omtalte Rosseland denne som et skissemessig utkast til forskningsoverenskomst,⁵³⁷ men den var i realiteten på fem sider og nokså utfyllende. Prosjektbeskrivelsen ble for eksempel innledet med en grundig redegjørelse for oppbygningen av Astrofysisk institutt og dets historie. De mer eller mindre selvstendige instituttene for teoretisk meteorologi og oseanografi ble i denne sammenheng regnet som underavdelinger av Astrofysisk institutt, som dermed var inndelt i seks seksjoner: astrofysikk, differensialanalysator, UHF radio-lab., nordlysanalyse, oseanografi samt meteorologi og hydrodynamikk. Svein Rosselands egne planer for et solobservatorium ble kort nevnt, og det het at forskning innen radarmeteorologi ble vurdert som en av aktivitetene ved dette observatoriet.⁵³⁸ Videre ble 19 vitenskapelig ansatte og assistenter tilknyttet instituttet navngitt, blant dem seks som arbeidet innen meteorologi og hydrodynamikk: professor Halvor Solberg, dosent Einar Høiland (i permisjon), fungerende dosent Arnt Eliassen, og de vitenskapelige assistentene Enok Palm, Eyvind Riis og Jack Nordø. Det var klart at det fantes nok kvalifiserte forskere tilgjengelig for å sikre at prosjektet hadde en stor sannsynlighet for å lykkes.⁵³⁹

Under overskriften «Past and future Work of the Meteorological Research Section» ble det vektlagt at inntil nyere tid hadde den meteorologiske forskningen ved instituttet vært individuell, drevet fram av forskere som arbeidet alene med spesifikke spørsmål. I de siste tre årene hadde imidlertid en liten gruppe samarbeidet om langtidsværvarsling. Rosseland siktet her til arbeidsgruppa som var blitt iverksatt av Utvalget for vær- og klimavariasjoner i 1949, ledet av Høiland. Rosseland skrev at gruppas arbeid hadde vært så lovende at de hadde

⁵³⁵ Philip Thompson til Arnt Eliassen, 4. mai 1951, boks 8, mappe 104, Philip Thompson papers.

⁵³⁶ «Proposed research in the problem of long range weather forecasting to be carried out at the institute of theoretical astrophysics of Oslo university», Svein Rosseland til Philip Thompson, 23. juni 1951, boks 10, mappe 326, Philip Thompson papers.

⁵³⁷ Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 159–160.

⁵³⁸ «Proposed research in the problem of long range weather forecasting to be carried out at the institute of theoretical astrophysics of Oslo university», 1–2.

⁵³⁹ «Proposed research in the problem of long range weather forecasting to be carried out at the institute of theoretical astrophysics of Oslo university», 4.

bestemt å øke omfanget betraktelig for å kunne gå effektivt løs på langtidsvarsling generelt, eller mer spesifikt:

1. The Problem of the extra-tropical atmospheric disturbances (cyclones and anti-cyclones) through numerical integration experiments and theoretical model studies.
2. Theoretical and empirical studies of the long period changes in the general circulation and their relation to weather changes.⁵⁴⁰

Rosseland gjenga her den offisielle begrunnelsen som ledet til opprettelsen av Institutt for vær- og klimaforskning. Thompson besøkte Oslo to måneder etter at Eliassen og Rosseland hadde søkt om at det bredere Utvalget for vær- og klimavariasjoner skulle bli til et rent meteorologiprojekt. På dette tidspunktet var det usikkerhet knyttet til både finansieringen og instituttets form. Nå dukket det altså opp en mulighet for finansiering av de opprinnelige planene, pluss enda mer.

Forskningsmålene som ble nevnt i prosjektbeskrivelsen var typiske for Arnt Eliassen. Det var slike problemer han var opptatt av, og det var innenfor slike temaer han hadde publisert arbeider tidligere. Punkt 1 ga en generell framstilling av datidens spørsmål innen dynamisk meteorologi, og åpnet for aktiv bruk av numeriske metoder. Punkt 2 var en videreføring av arbeidet som allerede foregikk i Institutt for vær- og klimaforskning. I søknaden het det dessuten at Norges første elektroniske regnemaskin sannsynligvis ville stå klar ett år senere, noe som var et optimistisk, men ikke utenkelig anslag i 1951. Arbeidet med Nusse, Norges første elektroniske regnemaskin, ble påbegynt i 1950. Videre ble det påpekt at denne maskinen ville bli plassert i Blindern-området, og ville være tilgjengelig for den type utregninger som det planlagte prosjektet muligens ville utføre.⁵⁴¹ Dette viser at det i hvert fall fantes et ønske om at meteorologimiljøet i Norge skulle bruke regnemaskiner aktivt så snart de sto klare. Det skulle ikke bli siste gang man trodde at en elektronisk regnemaskin var rett rundt hjørnet.

⁵⁴⁰ «Proposed research in the problem of long range weather forecasting to be carried out at the institute of theoretical astrophysics of Oslo university», 3.

⁵⁴¹ «Proposed research in the problem of long range weather forecasting to be carried out at the institute of theoretical astrophysics of Oslo university», 3.

Forspilte muligheter?

18. juli svarte Philip Thompson kort og bekreftet at søknaden var mottatt,⁵⁴² men dette var det siste han meddelte i denne korrespondansen. Thompson gikk av som leder for sin enhet i «Geophysical Research Directorate» 1. august. Resten av året samt våren 1952 brukte han på å gjøre ferdig doktorgraden sin ved MIT.⁵⁴³ Thompson fortsatte å arbeide strategisk for numerisk værvarsling innen det amerikanske flyvåpenet, men hadde i denne perioden ikke kontakt med Eliassen eller andre i Norge. Hans posisjon innenfor flyvåpenets geofysiske forskningsvirksomhet var uavklart. I stedet søkte han seg et par år senere til Rossbys institutt i Stockholm. Også Eliassen hadde reist dit kort tid etter at søknaden til «Geophysical Research Directorate» var sendt. Han hadde ikke prioritert å følge opp forhandlingene med amerikanerne.

Det viste seg imidlertid at selv om søknaden og prosjektbeskrivelsen ble lagt i skuffen, ble den ikke glemt. Kontakten mellom US Air Force og norsk vitenskap ble gjenopptatt og formalisert. Dette er godt skildret i Ole Anders Røbergs hovedoppgave om Svein Rosseland som forskningspolitiker: «Vitenskap i krig og fred». I februar 1952 ble Rosseland kontaktet av representanten Richard Craig fra «Geophysical Research Directorate» som forklarte hvorfor det ennå ikke hadde skjedd noe med søknaden. Å inngå kontrakter med utenlandske forskningsinstitusjoner medførte visse juridiske utfordringer og gjorde at prosessen kom til å bli tidkrevende. Kvaliteten av den innsendte prosjektbeskrivelsen var det ingenting å si på, understreket Craig.⁵⁴⁴ I november 1952 ble Rosseland kontaktet på ny, denne gang fra en helt ny, europeisk filial av flyvåpenets sentrale forvaltningsorgan for forskning, «Air Research and Development Command». Filialens oppgave var å inngå avtaler om samarbeid med europeiske forskere, det vil i praksis si å finne støtteverdig forskning flyvåpenet kunne finansiere. Først på programmet var å følge opp søknaden fra Eliassen og Rosseland.⁵⁴⁵

Europaavdelingens leder Ralph Nunziato besøkte Oslo i mars 1953. I etterkant av besøket skrev Rosseland et brev til Nunziato der han fortalte at han hadde tatt en prat med Arnt

⁵⁴² Philip Thompson til Svein Rosseland, 18. juli 1951, boks 10, mappe 326, Philip Thompson papers.

⁵⁴³ Harper, *Weather by the numbers*, 171–172.

⁵⁴⁴ Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 160.

⁵⁴⁵ Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 161.

Eliassen og ville nå skrive en ny prosjektbeskrivelse.⁵⁴⁶ Meteorologene var overrasket, skrev Rosseland, men situasjonen hadde forandret seg slik at de følte meteorologisk forskning fikk tilfredsstillende støtte det neste året gjennom Institutt for vær- og klimaforskning.

Meteorologene hadde rett og slett ikke lenger behov for eksternt finansiering. Derimot fantes det flere andre gode forskningsprosjekter som trengte midler, og Rosseland selv ville gjerne gjenoppta forhandlinger om en kontrakt med Air Force. I juni 1953 sendte derfor Rosseland en ny prosjektbeskrivelse, som omhandlet et rent astronomiprojekt. Rosseland ba om støtte til driften av et solobservatorium som allerede var under oppføring på Harestua litt nord for Oslo.⁵⁴⁷ Responsen fra Air Force var meget positiv.⁵⁴⁸

Solobservatoriet ble offisielt åpnet 31. mai 1954. Rosselands biografer Elgarøy og Hauge skriver at vaktmesteren var den eneste som var lønnet av universitetet. Mannskap tilstrekkelig for kontinuerlig drift ble finansiert av US Air Force. Til gjengjeld skulle Institutt for teoretisk astrofysikk sende rapporter med jevne mellomrom og takke for støtten i alle publikasjoner med resultater fra observatoriet.⁵⁴⁹ Den første kontrakten var verdt om lag 23 000 dollar, og de neste årene sikret Rosseland flere nye avtaler om støtte fra «Air Research and Development Command» til forskning som skulle utføres på observatoriet.⁵⁵⁰

Sett fra synspunktet til Rosseland og det norske astrofysikkmiljøet skjedde alt dette meget beleilig. Finansieringen av aktiviteten på Harestua fullførte planen Rosseland hadde hatt siden han vendte tilbake til Norge tidlig på 1930-tallet om et nytt og betydningsfullt observatorium. Sett fra meteorologiforskernes synspunkt er det påfallende at Eliassen gikk med på at meteorologene skulle gi avkall på pengene fra Air Force og i stedet overlate midlene til solobservatoriet. Svein Rosseland framstår som vekselvis kollega og konkurrent. Det er riktig at Institutt for vær- og klimaforskning siden sist var blitt formelt etablert og hadde sikret midler til driften. Men størrelsen på aktiviteten var ikke i nærheten av hva som ble skissert i den opprinnelige søknaden til amerikanerne. Numerisk værvarsling, som

⁵⁴⁶ Svein Rosseland til Ralph J. Nunziato, 6. april 1953, boks 11, mappe 12 merket Air Force Research. USA og Storbritannia. Korrespondanse/manuskripter, Svein Rosselands arkiv.

⁵⁴⁷ Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 161.

⁵⁴⁸ Robert M. White til Svein Rosseland, 25. august 1953, boks 11, mappe 12 merket Air Force Research. USA og Storbritannia. Korrespondanse/manuskripter, Svein Rosselands arkiv.

⁵⁴⁹ Elgarøy og Hauge, *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke*, 65–66.

⁵⁵⁰ Se boks 12, mappe merket Department of the air force 1955–66, Svein Rosselands arkiv.

utgjorde en viktig del av det oppsatte programmet, ble ikke forsket på i Norge. Hvorfor rant det store meteorologiprojektet ut i sanden?

Svein Rosseland hadde en betydelig sterkere posisjon enn Eliassen, og han var en svært erfaren forskningspolitiker som kjente til mekanismene både i norsk og amerikansk vitenskap. Eliassen hadde ingen formell myndighet til å overprøve Rosselands beslutning. Det kan derfor selvfølgelig hende at Eliassen hadde planer om et større meteorologiprojekt, og at dette ble utmanøvrert av Rosselands solobservatorium, men det er lite som tyder på at det var noe slikt som skjedde. Mer sannsynlig er det at Thompsons besøk og løse snakk om støtte fra det amerikanske flyvåpenet kom litt for brått på Eliassen og Rosseland. Kanskje gjorde forsinkelsen og bruddet i kommunikasjonen sommeren 1951, da Eliassen ble opptatt på annet hold, at det ikke lenger var like prekært med utenlandsk finansiering til meteorologiforskningen. Institutt for vær- og klimaforskning var allerede på trappene da de mottok signaler om støtte, og instituttet fikk tilstrekkelig stor finansiering også uten utenlandsk hjelp.

Det ser ut til at forskningsmålene og arbeidet innen Institutt for vær- og klimaforskning gjorde at rammene og finansieringen fra forskningsrådet og vitenskapsakademiet var tilstrekkelige. Vekst drives ikke utelukkende av penger. Det må også eksistere miljø og vilje. Disse faktorene var ikke nødvendigvis sterke nok ved Meteorologisk institutt, Institutt for teoretisk meteorologi og Institutt for vær- og klimaforskning. Å takke nei til det som ga inntrykk av å være penger uten føringer virker svært lite strategisk, men jeg tror at det ville være vanskelig, med de personene som var involvert, å drive instituttet i større skala eller med flere andre (og dyrere) tilnæringsmåter. Det er ikke dermed sagt at instituttet manglet forutsetninger til å ekspandere, men en storstilt utvidelse ville for eksempel kreve mer kvalifisert mannskap, og nye, ikke-teoretiske forskningsspørsmål. Til tross for Høilands forskerskole var ikke rekrutteringen til meteorologisk forskning voldsomt stor, og selv om det ble etablert store forskningsprosjekter med regnemaskiner i andre land, ville ikke dette være rett rundt hjørnet i Norge uansett. Høiland så neppe for seg noe annet enn det rene, teoretiske grunnforskningsinstituttet han til slutt fikk drive, og Eliassen fulgte Høiland. Selv om Norge hadde vært en meteorologisk stormakt, fantes det ikke mannskap og lederskikkelser til å drive et enda større prosjekt.

Eliassen reiser til Stockholm

Halvor Solberg hadde i budsjettforslaget han skrev i mars 1951 kommet med følgende klare appell: «Så sterkt jeg kan, vil jeg henstille til Universitetet å sikre seg dr. Eliassen, før han ennå har bundet seg til noe engasjement i utlandet.»⁵⁵¹ Solbergs bange anelser ble oppfylt, for høsten 1951 ble Arnt Eliassen rekruttert til svensk meteorologi. I Stockholm var Carl-Gustaf Rossby i ferd med å etablere et spesialinstitut for meteorologisk forskning, der numerisk værvarsling skulle vies aller størst oppmerksomhet. Som en av de verdensledende utøverne innen dette purunge forskningsfeltet var naturligvis Eliassen sterkt ønsket til Rossbys institutt.

Eliassen hadde da, under sterk tvil, søkt den ledige stillingen som værvarslingssjef etter Sverre Pettersen. Han ønsket ikke å forlate forskningen, men hadde ikke sett så mange andre muligheter. Det var dette Rossby fikk nyss i, og han syntes det var for galt at en fremragende forsker som Eliassen overveide å arbeide som byråkrat. Rossby grep begjærlig muligheten til å hente ham til Stockholm som nestkommanderende for sitt nye prosjekt. I Eliassens forklaring på hvorfor han trakk søknaden som værvarslingssjef kommer hans prioriteringer klart fram:

Med kjennskap til min egen begrensning kan jeg ikke se annet enn at det administrasjonsarbeid som nødvendigvis blir forbundet med værvarslingssjefstillingen vil være mer enn nok til å gjøre meg ineffektiv som forsker. Da det er den rene forskning som jeg tror jeg passer best til, og som også interesserer meg mest, ber jeg om ikke å komme i betraktning ved besettelsen av stillingen.⁵⁵²

Rossby hadde vært i Stockholm siden 1947. Utgangspunktet var at krefter i det svenske flyvåpenet og kolleger i hjemlandet ivret sterkt for å bringe ham hjem.⁵⁵³ Forslaget fikk gehør helt opp til ekklesiastikminister Tage Erlander, som i 1946 tilbød ham et professorat ved Stockholms Högskola.⁵⁵⁴ Svenske politikere og vitenskapsmenn hadde mange gode

⁵⁵¹ Universitetet i Oslo, Teoretisk meteorologi, budsjettforslag 1952/53, nye stillinger, 13. mars 1951, Halvor Solbergs arkiv, boks 14, mappe merket Meteorologisk institutts budsjettforslag 1948–64.

⁵⁵² Arnt Eliassen til Olaf Devik, 2. juli 1951, Arnt Eliassens arkiv, administrative papirer.

⁵⁵³ Sverker Sörlin, «The anxieties of a science diplomat: Field coproduction of climate knowledge and the rise and fall of Hans Ahlmann's "polar warming"», *Osiris* 26, nr. 1 (2011), 82; Sörlin, «Narratives and counter-narratives of climate change», 248–249.

⁵⁵⁴ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69», 136–137.

grunner til å legge forholdene til rette for Rossby. Hans ry som vitenskapsmann var bedre enn noensinne, svensk økonomi var solid og meteorologisk utdanning og forskning skulle satses på. Omtrent samtidig ble det opprettet et professorat for Tor Bergeron i Uppsala.⁵⁵⁵ Videre fantes det mange gode grunner for Rossby til å ta en mer aktiv del i svensk vitenskap. Han var utvilsomt rastløs av natur, og han var lei av å håndtere administrative vanskeligheter med de mange aktørene i amerikansk meteorologi.⁵⁵⁶ Å utnytte sin status til å bygge opp et sterkt miljø i hjemlandet var en idé som tiltalte ham. Og som vitenskapshistorikeren James Fleming har påpekt passet det godt for Rossby personlig å vende tilbake til Sverige etter 20 år i Amerika.⁵⁵⁷ Men selv om Rossby reiste til Sverige, brøt han slett ikke alle bånd til USA. Fram til 1951 delte Rossby tiden sin mellom Sverige og ulike amerikanske institusjoner; etter 1951 hadde han base i Stockholm, men var stadig på reise. Jetflyet hadde gjort verden mindre for vitenskapelige entreprenører.

Opprinnelig hadde Rossby ønsket seg ett eller flere overlappende internasjonale institutter der dyktige forskere fra hele verden arbeidet i kortere tidsrom, før de roterte til et nytt senter.⁵⁵⁸ Utveksling av værdata gikk fint for seg over hele verden, men det fantes ingen tilsvarende utveksling av meteorologisk forskning og meteorologiske forskere. Han la fram sin idé på kongressen i den internasjonale union for geodesi og geofysikk (UGGI) i Brussel i august 1951, men møtte motbør, blant annet fra Frankrike og Storbritannias representanter. Motstanden fra de store nasjonene var trolig til det beste for Rossby, som nå heller satset på å gjennomføre planene ved Stockholms högskola.⁵⁵⁹

Rossby hadde grandiose ambisjoner for virksomheten. Ifølge Arnt Eliassen ønsket han blant annet å bidra til forsoning mellom meteorologer i ulike land.⁵⁶⁰ Dermed ble blant annet amerikanske, britiske og tyske forskere invitert. Å gjenopprette gode relasjoner var meget

⁵⁵⁵ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 117.

⁵⁵⁶ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69», 135; Fleming, *Inventing atmospheric science*, 118.

⁵⁵⁷ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 118.

⁵⁵⁸ Carl-Gustaf Rossby, «Note on cooperative research projects», *Tellus* 4, nr. 3 (1951), 216.

⁵⁵⁹ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69», 140.

⁵⁶⁰ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 16.

gunstig for vitenskapen i alle involverte nasjoner. Denne kongstanken var imidlertid ikke ren idealisme. Tysk-svensk-amerikansk vitenskapelig samarbeid med ham selv i sentrum sikret lojalitet på tvers av landegrenser og vitenskapelig utvikling på flere fronter. For det første ville svensk meteorologisk forskning blomstre i interaksjon med landets regnemaskinteknologi. For det andre ville han få mulighet til å påvirke gjenoppbyggingen av meteorologien i Tyskland. For det tredje ville hans egne hjertebarn i amerikansk geofysikk nytte godt av utvikling og utdanning i Europa. Mye amerikanske penger fløt inn i virksomheten, og det var tette bånd til Chicago og Princeton, der Rossby fremdeles nøt stor innflytelse.

Store deler av Rossbys tid gikk med til å overbevise ulike kilder i det amerikanske militæret samt myndigheter, næringsliv og forsvar i Sverige, om å sponse forskningen hans. Statsbevilgningene til instituttet var ikke ekstraordinære, og den svenske værtjenesten – som drev tradisjonell bergensskolevarsling – anså det ikke som sin oppgave å finansiere virksomheten.⁵⁶¹ Likevel, bare i perioden 1951–1953 mottok Rossby økonomisk støtte fra Wallenberg-stiftelsen, de naturvitenskapelige og tekniskvitenskapelige forskningsrådene i Sverige, det belgiske forskningsrådet, US Weather Bureau, University of Chicago, Woods Hole Oceanographic Institution, og ikke minst Office of Naval Research.⁵⁶² Senere fikk han støtte fra flyvåpenets Geophysics Research Directorate, institusjonen Rosseland og Eliassen hadde vært i forhandlinger med.⁵⁶³

Å sikre lojalitet var en sentral begrunnelse fra de amerikanske givernes side også, selv om pengene til tider satt svært løst. Om Geophysics Research Directorate skrev Rossby for eksempel at de hadde «mycket grandiosa idéer och inga restriktioner på penningmedlen».⁵⁶⁴

Ambisjonene stoppet ikke ved transatlantisk samarbeid: Rossby ønsket forskere fra hele verden velkommen til Stockholm – særlig dersom de kunne betale for sitt eget opphold.

⁵⁶¹ Arnt Eliassen, i samtale med Arne Bratseth, november 1997; Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69», 147.

⁵⁶² «Institute of meteorology of the University of Stockholm, Note on activities during the academic years 1951–52 and 1952–53», *Tellus* 5, nr. 3 (1953).

⁵⁶³ Anders Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part I: Internationalism and engineering: NWP in Sweden, 1952–69», 140.

⁵⁶⁴ Carl-Gustaf Rossby til Arnt Eliassen, 10. juli 1952, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

Senere lanserte han ideer som involverte framvekst av meteorologisk forskning i midtøsten og meteorologi i polarområdene.⁵⁶⁵ Selv om det naturligvis ikke var noe formelt vitenskapelig samarbeid med Sovjetunionen, fantes det også her en viss kontakt og etter forholdene gode relasjoner. Rossby beundret måten sovjeterne organiserte forskning på.⁵⁶⁶

Når det gjelder det vitenskapelige arbeidet, så Rossby for seg å anlegge et bredt program. Fra og med 1951 var mye av de tildelte midlene øremerket numerisk værvarsling, så dette ble prioritert. Prosjektets uttalte mål var å utvikle dynamiske modeller for barokline prosesser i atmosfæren.⁵⁶⁷ Med andre ord å tilføre en dimensjon til modellene fra Princeton-prosjektet. Prosjektet var tidsavgrenset til ett akademisk år, men dette skyldtes Rossbys finansieringsplan. Han kunne bare skaffe til veie penger for ett år om gangen. Planen var å stadig forlenge prosjektet inntil det var så etablert at det måtte komme inn i faste rammer.

Rossbys modell var å skaffe så mye penger som mulig fra så mange kilder som mulig. Deretter hentet han inn motiverte forskere fra hele verden, gjerne flere enn de egentlig hadde midler til. Dersom han ga dem lønn det ikke gikk an å leve for, ville de ikke bruke tid på å bruke penger, og dermed ville de kunne jobbe desto mer.⁵⁶⁸ Eliassen uttalte senere at han hadde store problemer med å forsørge familien på pengene han fikk fra Rossbys institutt.⁵⁶⁹

Likevel satte Eliassen Rossby svært høyt. Det å stimulere sirkulasjon av vitenskap og bygge et internasjonalt forskerfellesskap var ideer han delte. Når det gjaldt inkluderingen av tyske forskere, hadde han ikke noe imot å arbeide med disse, og det vitenskapelige kompaniskapet fungerte til dels utmerket, men med okkupasjonen friskt i minne var han noe mindre forsonlig enn Rossby på et personlig plan.

⁵⁶⁵ Horace R. Byers, «Carl-Gustaf Rossby, the organizer», i *The atmosphere and the sea in motion: Scientific contributions to the Rossby memorial volume*, red. av Bert Bolin (New York: The Rockefeller institute press, 1959), 59.

Jacob Bjerknes. «The recent warming of the North Atlantic». i *The atmosphere and the sea in motion: Scientific contributions to the Rossby memorial volume*, red. av Bert Bolin (New York: The Rockefeller institute press, 1959), 65.

⁵⁶⁶ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 122.

⁵⁶⁷ Carl-Gustaf Rossby og Nils W. Öström til Arnt Eliassen, 4. september 1951, Arnt Eliassens arkiv, vitenskapelige papirer.

⁵⁶⁸ Aksel Wiin-Nielsen, intervjuet av Joseph Tribbia, Warren Washington og Akira Kasahara, 29. juni 1987, «Tape recorded interview project», UCAR, 3 [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsophp>].

Meteorologen John Lewis har skrevet om Rossbys lederstil at han nøyte enorm respekt som mentor for sine mange, svært lojale medarbeidere.⁵⁷⁰ «Rossby ser ut til å like seg bedre jo fler folk han har omkring seg», observerte Arnt Eliassen i 1952.⁵⁷¹ Ethvert resultat som ble oppnådd var å betrakte som et fellesgode som måtte forklares og utdypes for de andre, og dersom Rossby mottok et interessant brev, lot han det sirkulere på instituttet. Da Rossby i 1953 var på en av sine mange utenlandsreiser, skrev amerikaneren Bill Hubert til Eliassen at det var så stille og fredelig på instituttet når han var bortreist; alle var opptatt av å få unna arbeidene sine.⁵⁷² Hver dag i Rossbys gruppe var fornøyeelig, og aldri tvilte noen på at det man gjorde var betydningsfullt, proklamerte Felician Andrzej Berson høytidelig ved avslutningen av sitt Stockholm-opphold samme år.⁵⁷³ Rossby maktet på mange måter det Eliassen ikke gjorde: å forene administrator- og forskerrollen. Men som vi senere skal se, gikk dette på liv og helse løs.

Hva arbeidet de med?

Inntil høsten 1951 hadde Stockholm-gruppa for det meste drevet numerisk tørrtrening og gjentatt utregninger som var blitt gjort i Princeton. Nå begynte egne forberedelser mot numerisk værvarsling. Sverige hadde fått sin første regnemaskin, relémaskinen BARK (Binär Aritmetisk Relä-Kalkylator), i 1950, men Rossbys gruppe ventet fremdeles på at den første *elektroniske* regnemaskinen, BESK (Binär Elektronisk SekvensKalkylator), skulle bli klar til bruk. Modellene gruppa kom til å utvikle skulle anvendes på Besk-maskinen så snart den var ferdig.

I 1951 og 1952 var Stockholm-gruppa svært vital, blant annet rapporterte Ragnar Fjørtoft entusiastisk om virksomheten som foregikk der.⁵⁷⁴ Rossby vektla som alltid seminarer og uformell diskusjon, og det ble holdt flere forelesningsrekker. I høstsemestret gikk en stor del

⁵⁶⁹ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 16.

⁵⁷⁰ John M. Lewis, «Carl-Gustaf Rossby: A study in mentorship», *Bulletin of American meteorological society* 73, nr. 9 (1992), 1425–1438.

⁵⁷¹ Arnt Eliassen til Peter Thrane, 11. mars 1952, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁵⁷² Bill Hubert til Arnt Eliassen, udatert, 1953, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁵⁷³ F. A. Berson til Arnt Eliassen, 15. juni 1953, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁵⁷⁴ Ragnar Fjørtoft til Jule Charney, 13. desember 1951, Jule Charney papers, boks 5, mappe 182.

av tiden med til felles gjennomgang av alt som hadde skjedd innen feltet numerisk værvarsling de siste årene. Eliassen innledet, og tok seg av det generelle overblikket. Også svenske Bert Bolin og tyskeren Karl-Heinz Hinkelmann, blant flere andre, holdt seminarer om sine spesialområder.⁵⁷⁵ Bolin var nettopp kommet tilbake til Stockholm fra et halvårig opphold i Princeton, mens Hinkelmann representerte den vesttyske værtjenesten i Bad Kissingen.

Denne perioden har av Philip Thompson blitt omtalt som gullalderen for to-parametermodeller.⁵⁷⁶ I en toparametermodell består atmosfæren av to horisontale felt, og dette var dermed en videreutvikling av den helt flate, barotrope atmosfæremodellen fra Princeton-prosjektet. Toparametermodeller kunne utledes på flere måter, og mange forskere forsøkte å lage sin egen variant for å ta Charney, Eliassen og Fjørtofts arbeider et steg videre. Eric Eady hadde sin versjon, Norman Phillips en annen og Arnt Eliassen en tredje. Men ingen fungerte spesielt mye bedre enn den originale.⁵⁷⁷ I tillegg til dette arbeidet skrev Eliassen en artikkel sammen med Bill Hubert (fra Office of Naval Research) om blokkerende høytrykk.⁵⁷⁸

Kristine Harper hevder i *Weather by the Numbers* at Rossby i praksis ledet meteorologiprojektet i Princeton fra sin posisjon i Stockholm.⁵⁷⁹ Dette er en overdrivelse, men han administrerte i stor stil utveksling av personell mellom de to forskningsmiljøene. Under Rossbys tre måneder lange fravær på nyåret 1952 var Eliassen fungerende instituttleder.⁵⁸⁰ Selv om Rossby var på farten, fjernstyrte han Stockholm-instituttet. I løpet av sin rundreise i Amerika sendte han stadige oppdateringer med siste nytt fra Chicago, Princeton og Washington, og formaninger om hva de burde bedrive tiden med hjemme.⁵⁸¹

⁵⁷⁵ Bert Bolin til Jule Charney, 10. januar 1952, Jule Charney papers, boks 4, mappe 121.

⁵⁷⁶ Philip Thompson i intervjuet med Arnt Eliassen, 11. oktober 1989.

⁵⁷⁷ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

⁵⁷⁸ Arnt Eliassen og William E. Hubert, «Computations of vertical motion and vorticity budget in a blocking situation», *Tellus* 5, nr. 2 (1953), 196–206.

⁵⁷⁹ Harper, *Weather by the numbers*, 121, 265 (note 26).

⁵⁸⁰ Styreprotokoll Stockholms högskola, C.H. Norlander, 18. desember 1951, Arnt Eliassens arkiv, administrative papirer; Jule Charney til John von Neumann, 17. november 1952, Jule Charney papers, boks 16, mappe 517.

⁵⁸¹ Carl-Gustaf Rossby til Arnt Eliassen, 3. februar 1952, 5. februar 1952, 9. februar 1952, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

Etter å ha besøkt Princeton, meddelte han Eliassen at Charney trolig bekymret seg for konkurransen fra Stockholm. Dette tok Rossby som et meget godt tegn, og han mente et numerisk kappløp var positivt for alle parter. I den sammenheng anmodet han Stockholm-miljøet om å slutte å drømme om esoteriske temaer, og heller konsentrere seg om å løse helt konkrete realistiske oppgaver.⁵⁸² Som sagt, så gjort. De neste årene fordypet forskerne seg i den barotrope modellen framfor mer sofistikerte, men usikre tilnærminger. Samtidig ble samarbeidet med Matematikmaskinnämnden og den svenske regnemaskinforskningen intensivert. Sveriges meteorologiske institutt var avventende, men i det svenske luftforsvarets værtjeneste var ledelsen mer enn villig til å eksperimentere med numeriske metoder. Besk-maskinen sto klar til bruk i desember 1953, og under en militærøvelse i 1954 produserte Rossbys medarbeidere den første serie av daglige numeriske værvarsler.⁵⁸³

Høilands institutt

Sommeren 1952 ble det opprettet forskerstilling for Eliassen i Norge. Han gjorde dermed ikke noe for å forlenge oppholdet i Stockholm, og så fram til å bli tilknyttet Institutt for vær- og klimaforskning.

Mens Eliassen var i Sverige, hadde instituttet sitt første fulle virkeår. Einar Høiland ledet da for alvor virksomheten i teoretisk retning. Høilands bestemte syn på hvordan vitenskap skulle drives preget instituttet og la føringer for hvilke problemstillinger man arbeidet ut i fra. Forskningen var dermed markant forskjellig fra hva Rossbys gruppe drev med, og befant seg også til side for mye annen internasjonal meteorologi.

Flere av arbeidene som ledet fram mot den formelle opprettelsen, handlet om å utvide værvarslene eller studere atmosfæreobservasjoner med et nytt blikk.⁵⁸⁴ Da instituttet ble en

⁵⁸² Rossby til Eliassen, 9. februar 1952, Arnt Eliassens arkiv.

⁵⁸³ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part 1: Internationalism and engineering: NWP in Sweden, 1952–69», 146–149.

⁵⁸⁴ «D 106. Halvårsrapport for tiden 1. juli 1950 til 1. januar 1951», Arnt Eliassen til Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 5. januar 1951, boks 763, mappe merket «D. 180–1. – Videnskaps-Akademiets inst. for vær- og klimaforskning. v/E. Høiland. Personalsaker», NAVFs arkiv. Kort tid før instituttet fikk sin offisielle ramme fullførte Høiland, Palm og Riis et større arbeid om geografisk variasjon av fordampning, se Einar Høiland, Enok Palm og Eyvind Riis, A calculation of the evaporation at different places in South-Norway, *Geofysiske publikasjoner* 18, nr. 2 (1951), 3–11.

realitet, var mesteparten av forskningen basert på hydrodynamiske problemstillinger. Denne tendensen vedvarte i årene som fulgte.⁵⁸⁵ Oppdraget om direkte samfunnsnyttig forskning som kunne spå været langt fram i tid og bringe klarhet over klimaendringer, anså Høiland som et langsiktig prosjekt. På kort sikt skulle man utforske teoretiske temaer slik som turbulens, friksjon og stabilitetsbetingelser for lineær strøm.

Aktiviteten var riktignok ikke helt ensidig. Forskerne hadde gjerne sine spesialfelt som de fikk arbeide med. For eksempel undersøkte Jack Nordø mulig sammenheng mellom solflekker og klimasvingninger, Enok Palm forsket på fjellbølger og Eigil Hesstvedt studerte fenomener som perlemorsskyer, ising på fly og hyppighet av tordenvær.⁵⁸⁶ Da Arnt Eliassen begynte å arbeide ved instituttet, tok han for seg to ulike temaer parallelt. Sammen med Einar Høiland og Eyvind Riis utarbeidet han en artikkel om forstyrrelser av strømming under visse betingelser.⁵⁸⁷ Denne gikk rett inn i instituttets teoretiske profil. I tillegg tok han arbeidet om toparametermodeller i numerisk værvarsling med seg fra Stockholm. Slike modeller ble testet både der og i Princeton, og Eliassen iverksatte egne prøvevarsler, for hånd og med bruk av værkart.⁵⁸⁸

Det aller mest karakteristiske ved Institutt for vær- og klimaforskning var de tallrike seminarene. Gjennom mange år hadde Einar Høiland ledet kollokvier der man diskuterte hydrodynamikk og meteorologi, og nå som aktiviteten var kommet inn i faste rammer, brukte han kollokviene planmessig for at medarbeiderne skulle bli oppdatert om forskning som

⁵⁸⁵ I sin artikkel om norsk klimaforskning har Magnus Vollset utarbeidet statistikk over alle de publiserte arbeidene i regi av Institutt for vær- og klimaforskning. Oversikten viser at hydrodynamikk var sterkt dominerende. Se Vollset, «Asking too much?», 89.

⁵⁸⁶ Se for eksempel Jack Nordø, «A comparison of secular changes in terrestrial climate and sunspot activity», *Institute for weather and climate research: Publications and reports July 1, 1954 – June 30, 1955*, report no. 5, (1955);

Enok Palm, «On the formation of surface waves in a fluid flowing over a corrugated bed and on the development of mountain waves», *Astrophysica Norvegica* 5, nr. 3 (1953), 61–129;

Eigil Hesstvedt, «Thunderstorm frequency in Norway 1936–1950», *Institute for weather and climate research: Publications and reports July 1, 1953 – June 30, 1954*, publication no. 2, (1954);

Eigil Hesstvedt, «An aerological investigation of some mother of pearl cloud situations», *Institute for weather and climate research: Publications and reports July 1, 1954 – June 30, 1955*, report no. 1, (1955).

⁵⁸⁷ Arnt Eliassen, Einar Høiland og Eyvind Riis, «Two-dimensional perturbation of a flow with constant shear of a stratified fluid», *Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning: Publikasjoner, rapporter og oversiktsartikler: 1. juli 1952 – 31. juni 1953*, publikasjon nr. 1 (1953).

⁵⁸⁸ Arnt Eliassen, «A test of the two-parameter model of the atmosphere», *Videnskapsakademiets institutt for vær- og klimaforskning: Publikasjoner, rapporter og oversiktsartikler: 1. juli 1952 – 31. juni 1953*, rapport nr. 2 (Oslo: 1953).

foregikk andre steder. Kollokviene foregikk gjerne i samarbeid med universitetet og Meteorologisk institutt. Bare i løpet av det første året tok seminarerne for seg klassiske og moderne klimaundersøkelser, aktuell meteorologisk forskning med mulig relevans for værvarsling, og en rekke nyere og eldre arbeider som omhandlet stabilitet av lineær strøm. Enkelte forberedelser til numerisk meteorologi ble dessuten tatt på programmet. Sammen med Oslo Geofysikeres Forening arrangerte instituttet tre forelesninger om numeriske metoder, holdt av Jan Garwick fra Forsvarets forskningsinstitutt.⁵⁸⁹ Året etter ble skyfysikk tatt inn i seminarerne, og i tillegg foreleste Høiland termodynamikk for å bringe gruppa opp til et godt nok nivå til å studere energiomsetning og transportfenomener i atmosfæren.⁵⁹⁰

Seminarvirksomheten var simpelthen bemerkelsesverdig stor. Like etter Høilands død i 1974 erindret Arnt Eliassen kollokviene på denne måten:

På Astrofysisk institutt samlet Høiland om seg meteorologer og andre geofysikere til en intens kollokvievirksomhet. Han sørget for at deltakerne fikk gå gjennom ikke bare hydrodynamikken, men også store deler av den klassiske fysikk og anvendt matematikk, og dessuten fysisk meteorologi. Han delte ut oppgaver til oss med en mine som gjorde det nytteløst å protestere, selv om vi ofte ble satt til å referere avhandlinger som vi til å begynne med ikke forsto et mukk av.⁵⁹¹

Høiland ga alle samme type oppgaver, enten de formelt var ansatt ved instituttet eller ikke. Han avgjorde hvilken litteratur som skulle gjennomgås og hvem som skulle fordype seg i hva. Dette medførte at tiden til å forfølge egne temaer som lå utenfor Høilands horisont ble begrenset. For en gruppe forskere er det ikke nødvendigvis produktivt å gå gjennom all mulig slags teori i kollokvier, og ikke få tid til å produsere egen vitenskap.⁵⁹² Men dette regimet førte også til at medarbeiderne fikk et suverent teoretisk grunnlag for eget arbeid, og ble meget godt orientert om et forholdsvis vidt spekter av vitenskap. Som nevnt i kapittel fire har Kristine Harper hevdet at Carl-Gustaf Rossby ledet en løst oppbygget forskerskole som ikke kunne avgrenses til ett sted siden Rossby hadde så god kontakt med så mange

⁵⁸⁹ Einar Høiland, «Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning. Beretning 1. juli 1951 – 30. juni 1952», 12. august 1952.

⁵⁹⁰ Einar Høiland, «Videnskapsakademiets institutt for vær- og klimaforskning: Beretning 1. juli 1952 – 30. juni 1953», 29. juni 1953, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVFs arkiv.

⁵⁹¹ Eliassen, «Moderne norsk geofysisk forskning», 28.

⁵⁹² Se Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 20–21.

miljøer.⁵⁹³ I kontrast til dette står Institutt for vær- og klimaforskning som i bunn og grunn var en *skole*, drevet av Einar Høiland.

Både Institutt for vær- og klimaforskning og Rossbys institutt i Stockholm besto av motiverte unge forskere og var preget av sterk korpsånd. Men der Rossby tok imot så mange forskere som mulig fra overalt i verden, var Høilands medarbeidere håndplukket. Flere av dem var studenter med gode eksamensresultater,⁵⁹⁴ slik Vilhelm Bjerknes hadde rekruttert flere av sine Carnegie-assistenten. Andre var ansatte ved Meteorologisk institutt med anlegg og motivasjon for teoretisk forskning. For eksempel inngikk Høiland avtale med Meteorologisk institutt om at én værvarslingsmeteorolog til enhver tid skulle få permisjon til å delta i forskningsvirksomheten.⁵⁹⁵ Mappene etter instituttet i arkivet til Norges almenvitenskapelige forskningsråd viser flere initiativ fra Høiland for å bedre betingelsene for forskerne, ordne midlertidige stillinger og liknende, så det er mye som tyder på at Høiland var flinkere enn Rossby til å forsørge sine medarbeidere.

Et annet interessant særtrekk ved instituttet, og en stor kontrast til Rossbys institutt, er hvor norsk det var. Opprettelsen var motivert i norske værforhold, og finansieringen kom fra det norske vitenskapsakademiet med stor nasjonal betydning som begrunnelse. Ved kollokvieseriene ble utenlandsk forskning introdusert til det norske miljøet slik at norskprodusert forskning kunne få høyere kvalitet. Utenlandske forskere gjestet instituttet, men ingen som ikke var norske arbeidet der fast. Selv om en rekke av medlemmene (Høiland, Eliassen, Fjørtoft, Palm, Nordø, Foldvik) hadde forskningsopphold i utlandet virker det ikke som om kontaktene de knyttet i utlandet fikk spesiell betydning for den delen av arbeidet deres som foregikk innenfor denne institusjonen. Alle involverte var innforstått med at virksomheten foregikk innenfor norske rammer.

Institutt for vær- og klimaforskning var et av verdens fremste miljøer for hydrodynamisk forskning. Men selv om instituttet gjennom kollokviene sugde til seg impulser fra andre vitenskapelige miljøer, oppnådde de ikke i like stor grad å utbre sitt eget vitenskapelige

⁵⁹³ Harper, *Weather by the numbers*, 122–123.

⁵⁹⁴ Vollset «Asking too much?», 89.

⁵⁹⁵ Einar Høiland til Norges Almenvitenskapelige forskningsråd, 4. februar 1952, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVFs arkiv.

program. Dette skyldtes blant annet at Høiland og co. ikke hadde noen klar plan for trykking og distribusjon av forskningen som ble produsert.⁵⁹⁶ Resultatene ble for det meste utgitt i interne rapporter, som interesserte kunne få lese dersom de sto i kontakt med instituttet. Rapportene var kortere enn artikler utgitt i vitenskapelige publikasjoner, de fleste tok for seg enkle ideer og utledninger av nyttige approksimasjoner. Spredning av vitenskapen foregikk med andre ord nokså tilfeldig. Instituttet fikk ikke nødvendigvis den internasjonale anerkjennelsen de kunne ønske seg, men dette var heller ikke noe Høiland prioriterte.



Enok Palm (til venstre), Einar Høiland og Eyvind Riis utenfor Astrofysisk institutt en gang i 1950 (fotografi fra Universitetshistorisk fotobase).

Sett med vår tids øyne oppfattes den innadvendte virksomheten ved Institutt for vær- og klimaforskning som lite hensiktsmessig. Beslektede oppfatninger var også til stede i samtiden. Rossby hadde for eksempel ment at Oslo-miljøets interesseområde var snevert, en tendens han sporet tilbake til den sterke innflytelsen fra Vilhelm Bjerknes.⁵⁹⁷ Men det var nettopp på den måten Høiland ville ha det, og slik han formulerte det i den tidligere omtalte

⁵⁹⁶ Einar Høiland til Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 7. august 1952.

⁵⁹⁷ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 116.

visjon om forskning til Eliassen i 1948: Vitenskapsmenn skulle være drevet av en «indre trang til å forske og forstå».⁵⁹⁸

I dag vet vi at sesongvarsling av været slik vassdragsdirektør Vogt ønsket seg, ikke hadde vært mulig uansett hvor mye innsats instituttet hadde lagt ned. Forståelsen av hvorfor dette er umulig kom etter at Ed Lorenz på begynnelsen av 1960-tallet viste at likningene som beskriver atmosfæren er ekstremt sensitive for endringer i initialbetingelsene.⁵⁹⁹ Sånn sett var det for så vidt heldig at instituttet ikke gjorde mye for å løse denne utfordringen. Erfaring fra værvarslingen og studiene av andre forsøk på å spå været langt fram i tid, fortalte nok også at det var nærmest umulig å avgjøre hvor man skulle begynne slik forskning. Den generelle nedvurderingen av klimatologi blant de teoretisk-dynamiske meteorologene i Oslo virket heller ikke særlig stimulerende på tilløp til mer allmenn klimaforskning. De hadde ikke tro på det.⁶⁰⁰

I tillegg er det viktig å huske at klimaendringer allerede ved opprettelsen av instituttet var kun en av fem retninger det skulle forskes på.⁶⁰¹ Instituttet fikk mandat til å drive grunnforskning og var aldri bundet av klimaspørsmålene det ble opprettet for å løse. Som Arnt Eliassen har påpekt spilte instituttet en fundamental rolle i norsk meteorologi ved at det holdt et knippe unge forskere i vigør i en kritisk fase med knapphet om midler.⁶⁰² Instituttet ble brukt som brekkstang for å sikre ressurser til hydrodynamisk og meteorologisk forskning. Dette skapte et miljø der de fleste bidragsyterne forsket på det de var interessert i fra før. Selv om aktiviteten ikke var like snever som Carl-Gustaf Rossby skulle ha det til, var det hydrodynamikk som hele tiden ble vektlagt. I Norge sto den teoretiske Osloskolen sterkest. Dermed ble denne retningen dominerende. Instituttet er således et eksempel på at en gitt

⁵⁹⁸ Høiland til Eliassen, 8. august 1948, Arnt Eliassens arkiv. Se avsnittet «Chicago-skolen» i kapittel 4.

⁵⁹⁹ Se Edward N. Lorenz, «Deterministic nonperiodic flow», *Journal of the atmospheric sciences* 20, nr. 2 (1963), 130–141.

⁶⁰⁰ Vollset, «Asking too much?», 97.

⁶⁰¹ Eliassen og Hesselberg til Det Norske Videnskaps-Akademi, 11. november 1950, Halvor Solbergs arkiv; Arnt Eliassen og Theodor Hesselberg, «Søknad om bidrag i budsjettåret 1951/52», Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 5. januar 1951, vitenskapsakademiet Institut for vær- og klimaforskning, Riksarkivet, Oslo.

⁶⁰² Taba, «The Bulletin interviews: Professor Arnt Eliassen», 313.

struktur for vitenskapelig arbeid kan strekkes i flere retninger.⁶⁰³ Så snart instituttet var etablert kunne virksomheten ledes inn mot forskningsfeltene de ledende aktørene var interessert i. Den administrative oppbygningen var ikke spesielt viktig for forskningen som faktisk ble produsert.

Kunstig nedbør

Vassdragsdirektør Fredrik Vogt, som ikke hadde vært involvert i instituttets arbeid siden han tok initiativet til opprettelsen i 1947, engasjerte seg igjen høsten 1953, da han kalte inn Høiland, Eliassen og flere meteorologer til et arbeidsutvalg. Hvordan kunne man produsere kunstig nedbør?⁶⁰⁴

Menneskers forsøk på å påvirke været går langt tilbake i historien, men i etterkrigsårene gikk regnmakeri fra å være ritual til å bli vitenskap – og «big business». For eksempel hadde værkontroll vært en av de viktigste drivkreftene for at John von Neumann i det hele tatt fattet interesse for meteorologi,⁶⁰⁵ og i Schenectady utenfor New York drev General Electric et prosjekt som forsket på kjemisk påvirkning av skyer. Prosjektet ble ledet av nobelprisvinneren i kjemi Irving Langmuir og hans kompanjong Vincent Schaefer, og det rådde over store ressurser.⁶⁰⁶ Samtidig dukket det opp flere kommersielle aktører som ønsket å gjøre butikk av å påvirke nedbøren. En av de mest ivrige kremmerne innenfor dette feltet var den allerede omtalte, men nå *tidligere* lederen av meteorologiavdelingen ved Caltech, Irving Krick. Uavhengig av Schaefer og Langmuir, men unektelig sterkt inspirert av dem, tilbød Krick værmodifikasjon i sin utadrettede meteorologivirksomhet.⁶⁰⁷ Kunstig nedbør vakte i det store og hele betydelig oppsikt og var gjenstand for sensasjonelle oppslag i pressen. Flere av de etablerte meteorologiske miljøer i USA kunne imidlertid styre sin begeistring.⁶⁰⁸ For det første hadde man ikke særlig tro på at resultatene var like gode som

⁶⁰³ Se Kohler, *From medical chemistry to biochemistry*, 324.

⁶⁰⁴ Arnt Eliassen, Einar Høiland, Anton Jakhelln, Reinhardt Søggen og Peter Thrane, «Rapport fra det arbeidsutvalg som ble nedsatt på møte hos generaldirektør Fr. Vogt fredag 11. september 1953», Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁶⁰⁵ Harper, *Weather by the numbers*, 104;

⁶⁰⁶ Se for eksempel Fleming, *Fixing the sky*, 149–151.

⁶⁰⁷ Fleming, *Fixing the sky*, 99–102.

⁶⁰⁸ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 170–171.

pådriverne ga uttrykk for, og for det andre var det vanskelig å avgjøre empirisk om nedbøren som falt ned fra himmelen virkelig kom som en følge av menneskers inngripen, eller om det simpelthen hadde begynt å regne uansett.

Uten egentlig å gå inn for det, var Arnt Eliassen blitt Norges fremste ekspert på fenomenet. Mot slutten av Princeton-oppholdet ble han utsendt til å representere nasjonen under en FN-kongress om bevaring og utnyttelse av naturressurser, siden han uansett befant seg i rimelig avstand fra Lake Success der kongressen ble avholdt. Eliassen kjedet seg veldig under kongressen, men skrev i ettertid en rapport til Meteorologisk institutt om de mest relevante foredragene.⁶⁰⁹ Mest oppmerksomhet viet han Schaefer og Langmuirs innlegg om såing av skyer for å utløse regn, og diskusjonen i etterkant av foredraget. Da Eliassen så kom tilbake til Norge og skulle avlegge doktorgrad, ble kunstig nedbør valgt som oppgitt tema for prøveforelesningen.

Også i Norge ble kunstig regn hauset opp i media. I 1952 skrev for eksempel det vitenskapsoptimistiske tidsskriftet *Vi vet* panegyrisk om mulighetene:

Når alle disse erfaringene engang blir ført ut i livet, vil det si at meteorologien ikke lenger er en passiv gren av fysikken som nøyer seg med å forutsi hva atmosfæren kan finne på. Den er blitt et felt hvor menneskene kan gripe aktivt inn, og vi får håpe de kan og vil bruke sine erfaringer og forskningsresultater med vett, slik at det kan bli til gagn for hele verden.⁶¹⁰

Selv om beretninger om moderne regnmakeri fikk oppmerksomhet også i Norge, er det ikke sikkert det ville blitt satt i gang konkret forskning på feltet uten en viss innblanding fra Carl-Gustaf Rossby. Bakgrunnen var et ønske fra Rossbys side om å utvide sitt forskningsprogram. Selv om han hadde total administrativ og personlig kontroll over numerisk værvarsling i Sverige, bidro han lite i selve forskningen. Atmosfærekjemi var begynt å engasjere ham sterkere rent personlig,⁶¹¹ og han forsøkte å iverksette prosjekter i

⁶⁰⁹ «Rapport fra noen av møtene i «United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilizations of Resources» i Lake Success, 17 august – 6 september 1949», 2. mars 1950, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960; Eliassen til Charney, 26. August 1949, Jule Charney papers.

⁶¹⁰ Michael Schröder, «Vi lager regn og snø: Menneskene arbeider med været», i *Vi vet: Fra forskningens og vitenskapens verden*, bd. 3, redigert av Gutorm Gjessing, Karl Evang og Gunnar Randers (Oslo: Tiden norsk forlag, 1952) 1030.

⁶¹¹ Arnt Eliassen, «Carl-Gustaf Rossby», *Naturen* (1958), 201; Fleming, *Inventing atmospheric science*, 122–124.

skyfysikk,⁶¹² men det var ikke bare å sette i gang vitenskap innenfor nye felt. Det trengtes finansiering, interesserte forskere og ikke minst realiserbare forskningsspørsmål.⁶¹³

En av de mange konferansene som ble avholdt på instituttet i Stockholm, var delvis viet ideer til mulige nye forskningsprogrammer innen atmosfærekjemi og skyfysikk.⁶¹⁴ Vincent Schaefer deltok, og i den forbindelse ordnet Rossby det slik at Schaefer også avla en visitt i Oslo. Rossby brukte Eliassen til å sørge for at Einar Høiland og den viktige administratoren Robert Major i Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd ble satt i kontakt med amerikaneren.⁶¹⁵ Noen dager etter Stockholm-konferansen holdt Schaefer dermed foredrag i et møte arrangert i fellesskap av forskningsrådet og Oslo geofysikeres forening. Han fikk også svært positiv pressedekning. *Aftenposten* slo opp på forsiden at «Nu kan vi få regn og solskinn efter ønske», og i *Nationen* ble det betonet at Schaefers metoder kunne skaffe vann til kraftverkene.⁶¹⁶ I sistnevnte avis ble dessuten Arnt Eliassen sitert på at det sannsynligvis skulle gjøres slike eksperimenter også i Norge, formodentlig i regi av Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd. Flere år senere erindret Eliassen at Einar Høiland hadde tatt Schaefers besøk som en utfordring og respondert at dette kunne da Institutt for vær- og klimaforskning gjøre.⁶¹⁷ Vi ser at Rossbys strategi om å få i gang skyfysisk forskning i Norge lyktes til fulle. Samtidig fikk Fredrik Vogts ønske om forskning til nytte for kraftindustrien fornyet relevans.

I tillegg til Eliassen og Høiland fra Institutt for vær- og klimaforskning var forskningsrådet, vassdragsvesenet og Meteorologisk institutt involvert i arbeidsutvalget som ble nedsatt for å utrede hvordan slik forskning skulle foregå. I sin rapport oppfordret utvalget til å vise skepsis overfor nyheter fra USA om påvirkning av nedbøren. Det fantes nok av eksempler på

⁶¹² Bert Bolin til Jule Charney 27. mai 1952, Jule Charney papers, boks 4, mappe 121.

⁶¹³ Dette poenget blir diskutert generelt av Eliassen og Bratseth i Arnt Eliassen, i samtale med Arne Bratseth, november 1997.

⁶¹⁴ «Note», *Tellus* 4, nr. 4 (1952).

⁶¹⁵ Carl-Gustaf Rossby til Vincent Schaefer, 17. september 1952; Carl-Gustaf Rossby til Arnt Eliassen [kopi av brevet til Schaefer med kommentarer], 17. september 1952, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁶¹⁶ Sven Krohn, «Nu kan vi få regn og solskinn efter ønske», *Aftenposten*, 22. oktober 1952; «Forsøk med kunstig regn også her i landet», *Nationen*, 22. oktober 1952.

⁶¹⁷ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 15; Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989. I intervjuene forvekslet Eliassen Vincent Schaefer med Irving Krick.

påfallende resultater som nesten sikkert var lagt fram for å skape oppmerksomhet om kommersielle selskaper som solgte slike tjenester, ble det påpekt. I Australia, hvor slike forsøk var utført etter det utvalget hevdet var mer ryddige vitenskapelige prinsipper, virket resultatene mindre lovende. Men som de skrev: «Vi vil med dette ikke påstå at alle de resultater amerikanske seeding-selskaper skilter med er bevisst eller ubevisst oppkonstruert i reklameøyemed. Vi er nemlig ikke i tvil om at nedbørmengder og nedbørfordeling i en viss utstrekning kan påvirkes kunstig.»⁶¹⁸ Utvalgets konklusjon var at selv om amerikanerne overdrev, var kunstig nedbør definitivt verdt å utforske.

I andre land var skysåing først og fremst et middel til å utløse regn til landbruket eller eventuelt å få en sky til å regne fra seg før for eksempel et offentlig arrangement eller en filminnspilling. Etter norske forhold var målet derimot det motsatte: å kunne overekspone skyer med krystaller for å *hindre* regn i lavlandet vestpå og dermed forskyve nedbørsområder fra kysten til høyfjellet. På den måten ville det være mulig å kontrollere vannforsyningen til kraftverkene.⁶¹⁹

Utvalget anbefalte å basere forsøkene på Tor Bergerons innsikter fra 1930-tallet om hvorfor det regner. Vanligvis er vanndråper i skyer for små og lette til å forårsake nedbør. For at det skal begynne å regne er man avhengig av at vann i en sky fryser til iskrystaller som gjenværende vanndråper kan feste seg til. Gjennom en slik kjedereaksjon vokser iskrystallen inntil den blir tung nok og faller ned som regn eller snø. Ved bestemte temperaturer kan skyer ligge såpass høyt at det er kuldegrader i øverste del, men ikke i tilstrekkelig høyde til at iskrystaller blir dannet. «I slike tilfeller er det at sjansen til å gripe inn er der», het det i rapporten.⁶²⁰ Ved å tilføre kunstige iskrystaller, ville det være mulig å frambringe nedbør.

Institutt for vær- og klimaforskning fikk med dette sitt første og eneste praktiske prosjekt. De besluttet å utføre eksperimentene på vinteren for å utløse snø. Hydro og vassdrags- og

⁶¹⁸ Eliassen m. fl., «Rapport fra det arbeidsutvalg som ble nedsatt på møte hos generaldirektør Fr. Vogt fredag 11. september 1953», Arnt Eliassens arkiv.

⁶¹⁹ ««Ingen kunne fått det til å regne denne sommeren»», *Verdens Gang*, 6. august 1955; «Regnet skal flyttes fra kyst til fjells», *Arbeiderbladet*, 2. november 1957.

⁶²⁰ Eliassen m. fl., «Rapport fra det arbeidsutvalg som ble nedsatt på møte hos generaldirektør Fr. Vogt fredag 11. september 1953», Arnt Eliassens arkiv.

elektrisitetsvesenet sto for finansieringen, men denne kom ikke på plass i tide til at forsøkene kunne utføres den påfølgende vinteren.⁶²¹

I kjølvannet av utvalgets rapport, og i påvente av den rette årstiden, beveget Arnt Eliassen seg ut i offentligheten for å nyansere det han mente var overdrevne forventninger. I november 1953 holdt han et radioforedrag om temaet, og i 1954 fulgte han opp med oversiktsartikkelen «Kunstig regn».⁶²² Artikkelen ble nokså utypisk for denne type vitenskapsformidling utgitt i tidsskriftet *Fossegrimen*, som ble drevet av Eliassens svoger Torolv Solheim. Familietilknytningen var antakelig hovedårsaken til at artikkelen kom ut i dette formatet, for *Fossegrimen* skrev ellers ytterst lite om vitenskap. Det var generelt lite framtidsoptimisme å spore i *Fossegrimens* spalter, der Solholm målbar sin sprikende og verdikonservative form for sosialisme.⁶²³ I så henseende passet Eliassens artikkel inn i tidsskriftets profil. Sammenliknet med tilsvarende framstillinger av kunstig nedbør, og også sammenliknet med den ferske rapporten han var medforfatter av, uttrykte Eliassen et pessimistisk syn. Selv om han fastslo at Langmuir og Schaefers eksperimenter fungerte, sa han nokså rett ut at dette ikke fungerte like godt som hva vitenskapen lovet. Blant annet avfeide han enhver tanke om at det var mulig å bidra til annet enn lokale endringer:

Mens de fleste har stilt seg skeptisk, har enkelte entusiaster ment at det skulle være mulig å innvirke på de store luftstrømmene i atmosfæren, og dermed endre været over store områder. Vi har imidlertid ingen grunn til å tro at dette er riktig. Tvert imot, det som ser ut til å være helt sikkert er at det ikke vil være mulig å oppnå noen radikal endring av nedbørsforholdene på jorden.⁶²⁴

Eliassens artikkel i *Fossegrimen* er et av de første offentlige uttrykk for hans nøkterne og ambivalente vitenskapssyn, som han senere skulle bringe på bane i ulike sammenhenger. På den ene side utviste han tiltro til at kunstig nedbør både var teoretisk og praktisk mulig. På den annen side mente han det var ressurskrevende og lite hensiktsmessig. Samtidig sluttet han seg trolig til den patriotiske oppfatningen som gjennomsyret utvalgets rapport, nemlig at det norske forskningsmiljøet ville utføre slike eksperimenter på en bedre måte enn andre.

⁶²¹ ««Ingen kunne fått det til å regne denne sommeren»», *Verdens Gang*, 6. august 1955.

⁶²² Arnt Eliassen, «Kunstig regn», *Fossegrimen* 1, nr. 5 (1954).

⁶²³ Se Georg Johannessen, «Om Torolv Solheims tidsskrift «Fossegrimen»». Innledning til *Fossegrimen: Artikler og essays frå talerøret til den radikale venstresida i femti- og sekstiåra*, red. av Terje Bodin Larsen (Oslo: Pax, 1977), 9–11.

Vinteren 1955/56 var det klart for den praktiske gjennomføringen av prosjektet. Einar Høiland ledet eksperimentene, som mobiliserte flere av instituttets medarbeidere pluss 14 frivillige studenter.⁶²⁵ Forsøkene baserte seg på å bruke sølvjodid, en tungtløselig kjemisk forbindelse, til å imitere iskrystallene i lavtliggende skyer. Det ble opprettet observasjonsposter en rekke steder i Nordmarka, og de mange frivillige måtte være klare til å reise ut på kort varsel under helt bestemte værforhold: lavt skydekke, mellom 3 og 10 kuldegrader, lite eller ingen nedbør og lett bris fra noe mellom sørlig og nordøstlig retning. Ifølge statistikken burde disse kriteriene være oppfylt i gjennomsnitt 12 ganger løpet av en Oslo-vinter, men bare én dag i løpet av hele vinteren 1955/56 levde været opp til forventningene, og da kun i noen få timer.⁶²⁶

Tidlig om morgenen 21. februar tok de utkommanderte assistentene oppstilling rundt omkring i Nordmarka, mens en hjemmelaget generator bestående av en brenner og en beholder hydrogengass ble plassert i toppen av Tryvannstårnet.⁶²⁷ Fem på elleve passerte en sky Tryvannshøgda, hvorpå brenneren ble fyrt opp i fem minutter, og en løsning av sølvjodid, aceton og vann ble virvlet opp i skyen.

Resultatene var ubestemmelige. De aller, aller fleste målestasjonene observerte ikke nedbør i det hele tatt. Ved to ble det iakttatt lett snødrev, men analyser av vindretningen konkluderte med at denne nedbøren stammet fra andre skyer. Imidlertid kunne enkelte stasjoner i Bærum rapportere om lovende observasjoner: «En observatør som var stasjonert på Trillerud (ved Guriby i Lommedalen) hadde sett fallstriper ved Bærums Verk. Posten ved Østernvannet meldte om litt snø. Posten på Grav ved Jar observerte fallstriper nordvest for Bogstad.»⁶²⁸

Mer snø kom det ikke, men resultatene var nok til å få Høiland og de andre til å konkludere med at eksperimentet sannsynligvis var vellykket. Vindberegningene viste at nedbøren ved to av stasjonene trolig stammet fra den sølvjodidsådde skyen. Da rapporten om eksperimentet

⁶²⁴ Eliassen, «Kunstig regn, 206.

⁶²⁵ «Report on a cloud seeding experiment February 1956», *Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning*, rapport nr. 6 (1956), 1.

⁶²⁶ «Report on a cloud seeding experiment February 1956», 1.

⁶²⁷ Merk, ikke dagens fjernsynstårn, som ble oppført i 1962, men et 18,5 meter høyt utsiktstårn som sto der tidligere.

⁶²⁸ «Kunstig snø falt over Nordmarka i februar», *VG*, 24. mai 1956.

forelå noen måneder senere, ble resultatet slått stort opp i *Verdens Gang* under overskriften: «Kunstig snø falt over Nordmarka i februar». Høiland var relativt selvsikker i sine uttalelser: «Det er meget mulig at den nedbør som ble observert skyldes vår seeding selv om det selvsagt ikke kan påståes med absolutt sikkerhet.»⁶²⁹

Det optimistiske og lett forståelige eksperimentet genererte stor entusiasme ved det ellers teoritunge Institutt for vær- og klimaforskning. Rossbys nære medarbeider Claes Rooth fattet stor interesse, siden det i Sverige var vanskeligere å utføre liknende forsøk nær sentrale strøk. Som et sjeldent utenlandsk innslag oppholdt Rooth seg ved instituttet hele vinteren.⁶³⁰ Selv om entydige resultater uteble, og utvalgsstørrelsen var altfor liten, var Høiland sterk i troen på at prosjektet kom til å lykkes på lang sikt.⁶³¹ Muligheten for inngripen i kraftproduksjonen innebar en så stor potensiell gevinst at eksperimentet definitivt var verdt å prøve igjen. Noe mer sofistikerte forsøk fortsatte derfor ved Rjukan i samarbeid med Hydro.⁶³² Det har ikke lyktes meg å finne resultater fra disse forsøkene, men det er i hvert fall klart at de ikke oppnådde signifikante resultater. Skysåing ble aldri en snarvei til å fylle kraftmagasinene. Kom det da noe ut av hele prosjektet?

Eigil Hesstvedt, som ble instituttets fremste skyfysiker, har uttalt at kombinasjonen av kollokvier og eksperimenter, både i laboratoriet og i felt, skapte en nasjonal ekspertise innen den grenen av atmosfærens fysikk som ble ansett som mest betydningsfull i samtiden. All kjent litteratur om skyfysikk ble diskutert ved instituttet i forbindelse med prosjektet, og de praktiske eksperimentene engasjerte en anelig mengde personer. «Jeg tror det er riktig å si at med dette prosjekt ble den fysiske meteorologi etablert som en relevant del av norsk meteorologisk forskning», har Hesstvedt hevdet med rette.⁶³³ I tillegg demonstrerte forsøkene samholdet innad i instituttet og den store tilliten medarbeiderne hadde til Høilands ledelse.

⁶²⁹ «Kunstig snø falt over Nordmarka i februar», *VG*, 24. mai 1956.

⁶³⁰ Einar Høiland, «Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning: Beretning 1. juli 1955 – 30. juni 1956», 17. august 1956, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVFs arkiv; «Kunstig snø falt over Nordmarka i februar», *VG*, 24. mai 1956.

⁶³¹ «Regnet skal flyttes fra kyst til fjells», *Arbeiderbladet*, 2. november 1957.

⁶³² «Regnet skal flyttes fra kyst til fjells», *Arbeiderbladet*, 2. november 1957; Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 15.

Fast stilling og nytt tilbud fra USA

I 1952 oppsto en mulighet til å anskaffe midler til en stilling for Arnt Eliassen ved Universitetet i Oslo. Det var klart at Werner Werenskiold, professoren ved Geografisk institutt, skulle gå av med pensjon i 1953. Werenskiold hadde stått for en del av undervisningen i geofysikk, og Solberg mente det var tvilsomt om etterfølgeren ville ha den samme kompetansen. Derfor ville en økning av lærerstaben være en ren og skjær nødvendighet. De mange hovedfagsstudentene i meteorologi gjorde behovet for hjelpelærer i meteorologi prekært, hevdet han. I sitt budsjettforslag trakk Solberg igjen fram Arnt Eliassen og vektla hvor viktig det var «å knytte denne kapasitet til Universitetet før han binder seg til et engasjement i utlandet».⁶³⁴ Og denne gang fikk han viljen sin. 1. juli 1953 ble Eliassen utnevnt til amanuensis ved Universitetet i Oslo. Etter noen måneder ble det vedtatt å forfremme ham til førsteamanuensis med tilbakevirkende kraft fra tiltredelsesdatoen.⁶³⁵

De ansvarlige for Princeton-prosjektet, Jule Charney og John von Neumann, var i mellomtiden interesserte i å knytte til seg Eliassen for en ny periode og diskuterte seg i mellom hvordan dette best kunne gjøres. I 1951 hadde Eliassen, ifølge Rossby, angivelig sagt seg villig til å dele tiden sin mellom Stockholm og Princeton. I et brev til von Neumann ga Charney tydelig uttrykk for at dette ville være en tilfredsstillende mellomløsning: «Half an Eliassen is better than two non-Eliassens, and far better than no Eliassen».⁶³⁶ Høsten 1952 forsøkte Charney dermed å lokke både Eliassen og Fjørtoft til nye Princeton-opphold.⁶³⁷ Fjørtoft var positiv og Eliassen ikke direkte avvisende, noe Charney tolket som et ja. Han brakte nyheten videre til von Neumann, som i desember 1952 dermed sendte formell invitasjon. Kunne Eliassen tenke seg et opphold i meteorologigruppa ved Institute for Advanced Study fra januar 1954?⁶³⁸ Fjørtoft hadde antydnet at han ville slutte seg til

⁶³³ Eigil Hesstvedt, «Norsk forskning i atmosfærens fysikk», *Moderne norsk geofysisk forskning: Foredrag holdt ved Oslo geofysikers forenings 25-årsjubileum, 10. mai 1974* (Oslo: 1974), 21.

⁶³⁴ Universitetet i Oslo, Teoretisk meteorologi, budsjettforslag 1953/54, nye stillinger, 14. mars 1952, boks 14, mappe merket Meteorologisk institutts budsjettforslag 1948–64, Halvor Solbergs arkiv.

⁶³⁵ Magne Hagen til Arnt Eliassen, 15. februar 1954, boks 12, mappe merket 1954, Halvor Solbergs arkiv.

⁶³⁶ Jule Charney til John von Neumann, 15. juli 1951, boks 16, mappe 517, Jule Charney papers, sitert i Harper, *Weather by the numbers*, 161.

⁶³⁷ Harper, *Weather by the numbers*, 189; Ellen Eliassen til Elinor Charney, 7. oktober 1952, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

⁶³⁸ John von Neumann til Arnt Eliassen, 11. desember 1952, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

prosjektet senest i september 1953, så von Neumann og Charney håpet å gjenskape suksessen de hadde hatt med nordmennene i perioden 1948–1950.

Sannheten var imidlertid at Eliassen ikke var lysten på et nytt opphold i USA. Fast stilling ved universitetet hadde lenge vært hans primære ønske. Permisjon allerede i 1954 kunne sikkert la seg ordne, men var ikke noe Eliassen hadde lyst til å be om. Han var hjemmekjær og planla nå å bli værende en stund i Oslo. Dessuten var det kommet en politisk dimensjon over vurderingene hans. I begynnelsen av februar 1953 skrev han til Charney at han var nokså skeptisk til å reise til Amerika, av flere grunner: «I am not too fond of travelling, and actually like it most at home (!). Moreover, I am not too happy about the recent political development in your country.»⁶³⁹

I de tre årene som var gått siden Eliassen forlot USA hadde den kalde krigen blitt mer truende. Koreakrigen, som begynte i juni 1950, pågikk fremdeles, og både Sovjetunionen og USA intensiverte sine atomvåpenprogram. Frykten for verdenskrig var stor og reell. I ukene da Eliassen tok sin beslutning var den store nyheten at Dwight Eisenhower ble innsatt som amerikansk president. Blant saker som fikk bred dekning i norske aviser var Eisenhowers nye, offensive utenrikspolitikk, den mer konfronterende retorikken fra presidenten og ikke minst hans utenriksminister John Foster Dulles, en varslet opptrapping av Kina–Taiwan-konflikten og vest-europeisk opposisjon mot den amerikanske kursendringen. I tillegg var mccarthyismen over lengre tid blitt omtalt i kritiske vendinger. Selv om Eliassen naturligvis var fullt klar over at det kunne være vanskelig for utenlandske forskere i USA i denne perioden, var det trolig storpolitiske spørsmål som voldet ham størst bekymring, ikke uro for egen rolle ved prosjektet i Princeton.

Imidlertid betydret Eliassen at det var ingenting han heller ønsket enn å arbeide med Charney igjen. Derfor kontret han invitasjonen og foreslo at Charney i stedet kunne komme til Oslo ett år eller to. Institutt for vær- og klimaforskning ville uten videre sende en formell invitasjon, dersom dette var noe Charney kunne tenke seg. Penger ville være en større utfordring, men i det minste var boligsituasjonen i bedring, sammenliknet med de håpløse forholdene under Charneys opphold i 1947, forsikret han. Man kan stille spørsmål ved realismen i å få Charney over til Norge når det var såpass knappe ressurser i

⁶³⁹ Arnt Eliassen til Jule Charney 3. februar 1953, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

meteorologimiljøet at selv Eliassen hadde strevd med å få vitenskapelig stilling. Det virker imidlertid usannsynlig at Eliassen skulle invitere Charney til Norge uten å tro det var en sjanse for at amerikaneren ville takke ja. Charney hadde vært i Norge tidligere og likte seg den gang godt i det norske miljøet. Med Institutt for vær- og klimaforskning godt i gang var det i 1953 langt fra utenkelig at Oslo på ny kunne bli et tyngdepunkt for hydrodynamikk og dynamisk meteorologi. Eliassen så nok for seg et mulig oppsving i aktiviteten i Oslo, og det å få Charney til Norge, om enn bare for en begrenset periode, ville virkelig stimulere forskningsmiljøet. Norman Phillips, Charneys kollega i Princeton, planla å være i Oslo fra 1. januar 1954, noe som var enda en grunn til at Eliassen ikke kunne dra til Princeton: Da ville han jo ikke treffe Phillips. Så lenge Charney kom til Oslo, ville han ikke behøve å savne Phillips i det hele tatt, mente Eliassen. Og i tillegg: «would it not be kind of nice to escape from the machine for a while?»⁶⁴⁰

Fra en ren vitenskapelig synsvinkel er det slående at Eliassen var såpass avvisende til muligheten for å arbeide med numerisk meteorologi i Princeton igjen. På hjemmebane i Norge drev han imidlertid med flere typer forskning, ikke bare matematisk bearbeidelse av likninger for bruk til elektroniske regnemaskiner.⁶⁴¹ Blant annet hadde han begynt å samarbeide med Enok Palm om å utbedre teorien om fjellbølger, et felt han sporadisk hadde arbeidet med siden studiedagene, og som Palm tok doktorgrad på året etter. Disse temaene opptok ham minst like sterkt som forskningen som foregikk i Princeton.

Jeg har ikke Charneys svar, men han ble værende i USA og kom ikke til Norge. Sannsynligvis var det aldri aktuelt. Charney ville hatt vansker med å forlate ansvaret i Princeton, selv om han skulle ha ønsket det. John von Neumanns personlige engasjement sikret meteorologiprojektets økonomiske rammer, og det skandinavisk-amerikanske nettverket sørget for kompetente medarbeidere, men det var opp til Charney å lede forskningsarbeidet.

⁶⁴⁰ Eliassen til Charney 3. februar 1953, Jule Charney papers.

⁶⁴¹ Arnt Eliassen, «Slow thermally or frictionally controlled meridional circulation in a circular vortex», *Astrophysica Norvegica* 5, nr. 2 (1950); Arnt Eliassen og Enok Palm, «Energy flux for combined gravitational-sound waves», *Institute for weather and climate research: Publications and reports*, publication no. 1 (1954); se også: Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnset», 83.

Eliassen blir engasjert i internasjonalt arbeid

Fra 10. august til 5. september 1953 avholdt den nyetablerte kommisjonen for aerologi i World Meteorological Organization en kongress i Toronto. World Meteorological Organization (WMO) ble opprettet i 1950 og lagt inn under FN. Organisasjonen var en etterfølger av International Meteorological Organization, som ble grunnlagt i 1873. IMO hadde vært en sammenslutning av værtjenester, så en av hensiktene med den nye organisasjonsformen var å involvere medlemsnasjonene og deres forskere i sterkere internasjonalt samarbeid. Meteorologiske forskere engasjerte seg på denne tiden oftere i Den internasjonale union for geodesi og geofysikk. Et uttalt mål for WMO var å behandle på en effektiv måte de mange utfordringene og anvendelsene av meteorologi rundt om i verden,⁶⁴² mest av alt handlet dette om å forbedre værvarslene.

WMO hadde åtte ulike kommisjoner.⁶⁴³ Arnt Eliassen var blant de 45 medlemmene i kommisjonen for aerologi, og ble anmodet av formannen, den belgiske professoren Jacques van Mieghem, om å holde et innlegg under Toronto-kongressen.⁶⁴⁴ Eliassen ønsket å snakke om kravene til atmosfæriske data sett fra ståstedet til numerisk værvarsling, og ba på forhånd om Jule Charneys formening om innlegget. Eliassens hovedpoeng var at numerisk værvarsling ville gjøre behovet for værddata fra øvre del av troposfæren mye større enn hva som hadde vært tilfelle tidligere. I konvensjonell værvarsling spilte ikke værddata fra disse sjikt av atmosfæren en fundamental rolle. Før krigen hadde slike data vært lite tilgjengelige og sjelden blitt brukt i værvarslingen. Selv om «upper air data» opplagt hadde forbedret værmeldingene etter krigen, hadde ikke tilgangen til slike data revolusjonert metodene. I numerisk værvarsling ville man derimot være helt avhengig av data fra øvre del av atmosfæren. Det var derfor viktig å lytte til behov fra meteorologer involvert i numerisk værvarsling når man skulle diskutere endringer i målestasjoner og aerologiske nettverk. Eliassen slo fast at på den sørlige halvkule var aerologiske data altfor spredt for numerisk værvarsling. På den nordlige halvkule var tettheten for så vidt tilfredsstillende over

⁶⁴² World Meteorological Organization, *Annual Report for 1951* (Geneve: 1952), 1.

⁶⁴³ Aerology, Aeronautical meteorology, Agricultural meteorology, Bibliography and publications, Climatology, Instruments and methods of observation, Maritime meteorology og Synoptic meteorology.

⁶⁴⁴ Arnt Eliassen til Jule Charney 5. mai 1953, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers.

kontinentene, men det var behov for bedre observasjoner over havene siden det var der mye av været oppsto.

Numerisk værvarsling hadde inntil møtet i Toronto ikke vært et tema innenfor World Meteorological Organization i det hele tatt. Forskning på numerisk værvarsling ble drevet av en liten, eksklusiv klikk av forskere, og de færreste av medlemslandene i WMO hadde ressurser til eller interesse av å forsøke å innføre numeriske metoder. Eliassens initiativ for å kartlegge atmosfæredata med utgangspunkt i behovet fra numerisk værvarsling, var et tegn på at denne tilnærmingen hadde fanget en viss oppmerksomhet i internasjonale fora for meteorologi.

Hans internasjonale anseelse ble bare sterkere. For eksempel ble han engasjert til to krevende forfatteroppdrag. Tyskeren Ernst Kleinschmidt, som Eliassen arbeidet med i Stockholm, tok kontakt og spurte om han kunne tenke seg å bli med på å skrive en oversiktsartikkel om dynamisk meteorologi. Artikkelen skulle utgis i den neste utgaven av *Handbuch der Physik*, en mastodont av et samleverk som kom ut i ti mindre enn 64 bind mellom 1926 og 1988. I tillegg ba Sverre Pettersen ham om å bidra med to kapitler i en oppdatert versjon av sin lærebok *Weather Analysis and Forecasting*. Eliassen ble kreditert som eneforfatter av kapitlene om instabiliteter for syklondannelse og numerisk værvarsling.

Eliassen hadde begynt å innse at han kunne utgjøre en forskjell innen fagfeltet. Han kunne i stadig større grad påvirke retningen meteorologidisiplinen skulle ta. Disse oppdragene så han som muligheter til å spre både sine egne ideer og kunnskap fra tradisjonen han var oppfostret i. Innsikter fra Høiland og Fjørtoft kunne bearbeides og presenteres for et internasjonalt publikum.⁶⁴⁵

I tillegg til forskeroppholdet han var blitt tilbudt i Princeton, ble han forsøkt rekruttert til et professorat ved Uppsala universitet.⁶⁴⁶ Det virket imidlertid som om Eliassen var i ferd med slå seg til ro ved Universitetet i Oslo.

⁶⁴⁵ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

⁶⁴⁶ Halvor Solberg til Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, 28. november 1953, boks 4, mappe merket 1950–59, Halvor Solbergs arkiv.

Nytt syn på amerikaopphold

Eliassens nye tilværelse ved Universitetet i Oslo ble i stor grad fylt av undervisning. Han foreleste geografi for bifagsstudenter og meteorologi for hovedfagsstudenter, i perioder var han også vikar for Harald Ulrik Sverdrups meteorologiforelesninger.⁶⁴⁷ Han ble dessuten medlem av Geofysisk kommisjon og tok del i den alltid like levende seminarvirksomheten ved Institutt for vær- og klimaforskning. Samtidig var det vanskeligere å finne tid til egen forskning, men som det het i universitetets årsberetning, drev han «undersøkelser over numerisk værvarsling».⁶⁴⁸

Høsten 1954, altså under to år etter at han avslo tilbudet fra Princeton, viste det seg at Eliassen hadde skiftet mening om det å ta et nytt forskningsopphold i USA. Jacob Bjercknes var i Norge og inviterte Eliassen personlig til å komme til Los Angeles for å forske på og undervise i numerisk værvarsling. Tilbudet var smigrende og ga mulighet til å komme litt bort fra forpliktelsene ved universitetet, så Eliassen takket ja.⁶⁴⁹ Det politiske ubehaget knyttet til et amerikaopphold Eliassen hadde gitt uttrykk for overfor Charney var tydeligvis ikke av avgjørende betydning. Men her må det skytes inn at det politiske klimaet i USA hadde mildnet noe. Siden sist hadde Koreakrigen tatt slutt og Stalin var død, to hendelser som virket avspennende på stemningen mellom øst og vest. Den amerikanske frykten for kommunister utenfra var ikke like sterk, og også kommunistfrykten innad i USA avtok til en viss grad. Senator Joseph McCarthy hadde gjort seg upopulær hos stadig flere, og i desember 1954, i etterkant av en omfattende høring, vedtok senatet med klart flertall en fordømmelse av hans metoder.

Jacob Bjercknes ønsket at Eliassen skulle bringe meteorologiinstituttet ved UCLA inn i dataalderen. Bjercknes hadde innsett at andre institusjoner hadde oppnådd resultater innen numerisk meteorologi, og at det gjaldt å henge med på utviklingen. Han betraktet Eliassen som rett mann til å dra i gang denne type forskningsprogram. Nøyaktig hva Eliassen skulle forske på var ikke så nøye, men Bjercknes hadde et par anmodninger:

⁶⁴⁷ *Universitetet i Oslo: Årsberetning 1. juli 1953 – 30. juni 1954* (Oslo: Universitetsforlaget, 1957), 407.

⁶⁴⁸ *Universitetet i Oslo: Årsberetning 1. juli 1953 – 30. juni 1954*, 627.

⁶⁴⁹ Arnt Eliassen til Jacob Bjercknes, 26. november 1954, Arnt Eliassen til Jacob Bjercknes, 3. januar 1955, perm 1953–1954, mappe 1954 mai–des., Brev til og fra Jacob (Jack) Bjercknes 1947–75, brevs. 578, Håndskriftssamlingen, Nasjonalbiblioteket, Oslo.

Ditt forskningsarbeide bør oppfylle to betingelser: 1. det bør bidra meget til forståelsen av «General Circulation» for endel av pengene kommer fra prosjektet med samme navn som nu er i avsluttende fase. 2. det bør hjelpe oss i å starte computer arbeide i stil med det i Stockholm og Princeton.⁶⁵⁰

Yale Mintz ville kunne bistå i arbeidet under hele oppholdet, mens Ed Lorenz fra MIT ville være til stede halve tiden. Spesielt Lorenz så Eliassen fram til å samarbeide med. Også Bjerknes og Holmboe fattet sterk interesse for Eliassens planlagte arbeid, men Bjerknes innrømmet at de kanskje ikke hadde så mye å bidra med: «Det sier seg selv at Jørgen [Holmboe] og jeg vilde være levende interessert, men kanskje ikke så flinke til å lære nye kunster.⁶⁵¹ Bjerknes ønsket også en forelesningsserie innad på universitetet «for å utdanne den gruppe av stab og studenter som skal begynne i det for oss nye felt.» Etter at numerisk værvarsling begynte å gjøre seg gjeldende, ble det ønskelig å sette slik forskning i sammenheng med det langvarige og omfattende prosjektet Bjerknes hadde ledet om atmosfærens alminnelige sirkulasjon.⁶⁵² Dette hadde overhodet ikke vært tema under Eliassens forrige besøk i Los Angeles i 1949 da prosjektet var i en tidligere fase. Eliassen fortalte senere Charney at han ikke hadde ventet seg at Bjerknes ville være så imøtekommende innstilt overfor numerisk værvarsling.⁶⁵³ Bjerknes ønsket at Eliassen skulle komme over så fort som mulig.

Interessant nok forandret Eliassen også mening om et nytt engasjement i Princeton. Da Jule Charney fikk nyss om planene hans om å reise til California, sendte han av gårde en ny stående invitasjon til meteorologiprojektet. Eliassen meddelte at han hadde takket ja til Bjerknes med håp om at et opphold i Los Angeles kunne kombineres med et etterfølgende opphold i Princeton. Han hadde imidlertid ikke fått seg til å skrive til Charney om dette tidligere. Eliassen poengterte at det var ingen steder han foretrakk framfor Princeton. Samtidig måtte han medgi at det å avslå Charney og von Neumanns forrige tilbud skriftlig etter først å ha akseptert muntlig, hadde gjort ham litt forlegen. Det satt langt inne å bare

⁶⁵⁰ Jacob Bjerknes til Arnt Eliassen, 20. oktober 1954, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁶⁵¹ Jacob Bjerknes til Arnt Eliassen, 20. oktober 1954, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁶⁵² Gregory T. Cushman, «Choosing between Centers of Action: Instrument buyos, El Niño, and Scientific Internationalism in the Pacific, 1957–1982», i *The Machine in Neptune's Garden: Historical Perspectives on Technology and the Marine Environment* (Sagamore Beach, MA: Science History Publications/USA, 2004), 133–182.

⁶⁵³ Eliassen til Charney, 1. januar 1955, Jule Charney papers. Eliassen skrev: «I must say that I was pleased with Bjerknes' positive attitude to numerical (or perhaps with "physical") prediction».

dukke opp i Princeton så kort tid senere. Han følte at å «kreve» en invitasjon akkurat når det passet ham var for mye å be om.⁶⁵⁴ Charney var uansett meget fornøyd med å få sin venn og kollega til USA, og i Princeton trengte de all hjelp de kunne få. Eliassen forsøkte dermed å ordne det slik at han kunne tilbringe seks måneder i Princeton, etter først å ha vært et halvår hos Bjerknes ved UCLA.⁶⁵⁵

Eliassens mange plikter gjorde at han fikk det veldig travelt før avreise. Han var egentlig nødt til å slutføre manuskriptet til *Handbuch der Physik*, men dette forsto han tidlig at han ikke kom til å rekke.⁶⁵⁶ Jacob Bjerknes lot seg imidlertid ikke affisere av at han ikke kom til å få Eliassens udelte oppmerksomhet. Bjerknes var en dannet mann og var opptatt av å gi Eliassen gode vilkår. Først lovet han å ikke ta det ille opp dersom Eliassen måtte fortsette på artikkelen under oppholdet. Derest var han smidig og villig til å la Eliassen reise til Princeton. Dessuten sørget han for at UCLA ville betale for en ukes opphold i Princeton for Eliassen ved ankomst Amerika, under forutsetningen at Jule Charney ville være der.⁶⁵⁷

Familien Eliassen ankom USA i mars og nådde etter noen uker Los Angeles. Vel framme anla Eliassen et ambisiøst program,⁶⁵⁸ som det skulle vise seg at han ikke var i nærheten av å oppfylle. Som nevnt ovenfor hadde han to oppgaver: holde forelesninger i numerisk værvarsling og starte numeriske beregninger med den elektroniske regnemaskinen SWAC (Standards Western Automatic Computer).⁶⁵⁹ Den hadde blitt konstruert i 1950 og ble overtatt av UCLA i 1954. Undervisningen kunne ikke begynne før i høstsemesteret, så i begynnelsen var det meningen at han skulle få nok av tid til egen forskning. Til kodingen på Swac fikk Eliassen hjelp av Hans Reichenbach, som var uunnværlig for arbeidet ettersom verken Eliassen eller noen andre ved instituttet forsto seg på de tekniske sidene ved

⁶⁵⁴ Arnt Eliassen til Jule Charney, 1. januar 1955, Jule Charney papers, boks 5, mappe 178/179. Eliassen skrev: «Bjerknes' offer came in the minute I realized that it would be fine to get away for a while. I accepted with the hope that I should perhaps get a chance to stay in Princeton afterwards. I was tempted to write to you about it – but I admit that the fact that I rejected your last invitation (after having first accepted orally) made me kind of shy about it.»

⁶⁵⁵ Eliassen til Charney, 1. januar 1955, Jule Charney papers.

⁶⁵⁶ Eliassen til Bjerknes, 3. januar 1955, Brev til og fra Jacob Bjerknes.

⁶⁵⁷ Arnt Eliassen til Jule Charney, 28. januar 1955, Jule Charney papers, boks 5, mappe 178/179.

⁶⁵⁸ Eliassen til Bjerknes, 26. november 1954, Brev til og fra Jacob Bjerknes.

⁶⁵⁹ Arnt Eliassen til Halvor Solberg, 5. september 1955, Halvor Solbergs arkiv, boks 12, mappe 1955.

regnemaskinen.⁶⁶⁰ Arbeidet gikk imidlertid elendig. Maskinen var ute av drift fra sommeren og ut hele oppholdet.⁶⁶¹

Eliassen hadde likevel nok å gjøre, sant å si var han fullstendig overarbeidet. I høstsemesteret, tre timer i uka, holdt han kurs i praktiske og teoretiske sider ved numeriske værvarslingsmetoder. Forelesningene måtte forberedes fortløpende, og det var også viktig at innholdet falt i smak hos verten Jacob Bjerknes. Kurset ble ikke kalt «Numerical Weather Prediction», men «Physical Weather Prediction», i tråd med Bjerknes' oppfatning av fagfeltet. Med sin sedvanlige høflighet innledet Eliassen forelesningene med å knytte begrepene opp mot det tidligere arbeidet til far og sønn Bjerknes. «Physical Weather Prediction» betød at værmeldingene tok utgangspunkt i begreper og matematikk fra teoretisk fysikk, med andre ord Vilhelm Bjerknes' formulering. Denne formen for værvarsling var den første som fortjente å bli kalt *fysisk* værvarsling, ifølge Eliassens forelesningsnotater. I kurset gikk han gjennom en rekke aspekter ved numerisk (fysisk) værvarsling.⁶⁶² Parallelt arbeidet han hardt for å gjøre ferdig artikkelen til *Handbuch der Physik*.

Opprinnelig gikk Eliassens permisjon ut 1. februar 1956, men etter Charneys invitasjon og litt velvilje fra Universitetet i Oslo ble permisjonen forlenget med fire måneder uten lønn.⁶⁶³ Eliassen kunne nå oppholde seg ved Institute for Advanced Study i Princeton et helt semester, og arbeide med restene av meteorologiprojektet der han noen år tidligere hadde spilt en så viktig rolle. Særlig var muligheten for igjen å kunne samarbeide med Charney forlokkende. På forhånd annonserte Eliassen at oppholdet var viktig siden Princeton var senteret for numerisk meteorologi.⁶⁶⁴ I Princeton var det imidlertid oppbruddstemning, og

⁶⁶⁰ Dette var sønnen til filosofen Hans Reichenbach, så vidt omtalt i kapittel 3.

⁶⁶¹ Arnt Eliassen til Ragnar Fjørtoft, 8. november 1955, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960;

Resultatene fra forsøkene ble utgitt i en intern rapport:

Arnt Eliassen, «Scientific report no. 4: A procedure for numerical integration of the primitive equations of the two-parameter model of the atmosphere: Contract No.AF 19(604)–1286», University of California at Los Angeles (1956).

⁶⁶² Arnt Eliassen, «Lectures on physical weather prediction», september 1955, Jule Charney papers, boks 5, mappe 178/179.

⁶⁶³ Eliassen til Solberg, 5. september 1955; Olav M. Trovik til Arnt Eliassen, 27. oktober 1955, Halvor Solbergs arkiv, boks 12, mappe 1955.

⁶⁶⁴ Arnt Eliassen til Det Akademisk Kollegium, «Søknad om forlengelse av permisjon», 5. september 1955, Halvor Solbergs arkiv, boks 12, mappe 1955.

det foregikk ikke mye forskning. Denne våren ble nemlig meteorologiprojektet lagt ned. Eliassen mente en viktig årsak til nedleggelsen var at numerisk værvarsling nå var gått fra pionérfasen til et mer ingeniørmessig stadium.⁶⁶⁵ Dette passet ikke så godt på Institute for Advanced Study. Samtidig hadde det foregått en dragkamp mellom de amerikanske meteorologiske miljøene, hvorav flere var underlagt militære interesser, om hvordan den nye teknologien skulle nyttes og hvem som hadde hevd på den.⁶⁶⁶ Eliassen fikk med andre ord ikke de samme vitenskapelige impulsene av dette halvåret i Princeton som han kunne sett for seg på forhånd. Da Charney fikk vite at Eliassen likevel hadde vært villig til et forskningsopphold i USA, inviterte han sin gamle venn og kollega til å komme til Princeton uavhengig av hvordan det gikk med selve meteorologiprojektet. Charney hadde ønsket å få Eliassen til Princeton fordi han ble ansett som en ressurs, ikke fordi det nødvendigvis var et akutt behov for ham der.

Meteorologien ved Institute for Advanced Study var i opphør, og motstanderne av hele regnemaskinen begynte å gi lyd fra seg. Initiativtakeren John von Neumann var blitt trukket helt over i «Atomic Energy Commission», enheten som administrerte utviklingen av kjernekraft og kjernevåpen i USA. Tidligere hadde von Neumann vekslet mellom kommisjonen for atomenergi og sitt eget regnemaskinprosjekt, men nå som maskinen var ferdig, hadde aktiviteten dalt. Omtrent samtidig fikk han kreft og trakk seg følgelig helt ut av instituttets virksomhet. Han døde i februar 1957. Charney ble av direktør Robert Oppenheimer oppfordret til å bli, men han ønsket seg bort: «I felt I didn't want to be in an institution where a number of the people, a number of the dominant personalities there, were totally out of sympathy with what I would be doing», uttalte han mange år senere.⁶⁶⁷

Sommeren 1956 ble Charney professor ved meteorologiavdelingen ved Massachusetts Institute of Technology. MIT ble en slags videreføring av Princeton-miljøet, og de fleste meteorologene som var igjen på prosjektet i Princeton flyttet til MIT. Eliassen reiste dit en tur sammen med Jule Charney for å ta en titt på det han mente kom til å bli «en fantastisk konsentrasjon av de beste folk i dynamisk meteorologi [i USA].»⁶⁶⁸ Som allerede nevnt var

⁶⁶⁵ Arnt Eliassen til Halvor Solberg, 1. mai 1956, boks 12, mappe merket 1956, Halvor Solbergs arkiv.

⁶⁶⁶ Se Harper, *Weather by the numbers*, kapittel 6 og 7.

⁶⁶⁷ Platzman, «The atmosphere—a challenge», 52–53.

⁶⁶⁸ Eliassen til Solberg, 1. mai 1956, Halvor Solbergs arkiv.

Jacob Bjerknæs oppsatt på å bygge opp et numerisk værvarslings-miljø i Los Angeles. Han forsøkte å rekruttere både Jule Charney, Norman Phillips og Edward Lorenz, uten hell.⁶⁶⁹ Han ønsket gjerne å holde på Eliassen også, men dette var neppe aktuelt. Eliassen var for god nordmann til det, uttalte Bjerknæs i et intervju med *Bergens Tidende* noen år senere.⁶⁷⁰ Likevel var det i denne perioden at sjansen for å rekruttere Eliassen til et amerikansk miljø var størst. Han ble imponert over fasilitetene ved MIT og hvordan miljøet klarte å samle så mange sterke forskere. Kvaliteten på medforskerne var imidlertid ikke nok til å få ham til å slå seg permanent. Eliassen likte seg best hjemme og savnet Norge når han var utenlands. Det ser ut til at Eliassen hadde innfunnet seg med en todeling av forskerkarrieren, der han gjorde forskjellige ting internasjonalt og i Norge.

Også geofysikerne som hadde emigrert til USA tidligere hadde større eller mindre grad av hjemlengsel. Harald Ulrik Sverdrup havnet i en beklemmt situasjon da han under krigen ble utsatt for en bakvaskelskampanje av kolleger ved Scripps Institution for Oceanography og dermed ikke fikk sikkerhetsklarering.⁶⁷¹ Likevel var beslutningen hans om å vende tilbake til Norge etter krigen i større grad motivert i et ønske om å vende hjem og bidra til gjenreisningen av norsk vitenskap, enn den skyldtes den dårlige behandlingen han fikk i USA. Jacob Bjerknæs hadde en rekke kortere opphold i Norge og uttrykte ved flere anledninger hvor vanskelig det var for ham ikke å kunne bo i hjemlandet.

Mens Eliassen befant seg ved MIT, ble han oppsøkt av Robert White fra flyvåpenets forskningsavdeling «Geophysical Research Directorate» (GRD). White, som kort tid i forveien hadde besøkt Rosseland i Oslo, fortalte at GRD gjerne ville bidra til meteorologisk forskning i Norge, slik de allerede finansierte Rosselands solprosjekter og prosjektet Eliassen nettopp hadde vært tilknyttet ved universitetet i Los Angeles. Dersom Eliassen eller noen andre hadde problemer med å finansiere et forskningsprosjekt som de gjerne ville ha

⁶⁶⁹ I et brev til Charney skrev Bjerknæs:

«As much as we regret having lost in the competition for the «Princeton-group», we realize that for the national interest it was perhaps best to get the theoretical center of numerical meteorology located not too far from Washington and within the group of high-standard eastern universities. I wish you kinds of success in pursuing the grand plans that are now shaping up at M.I.T.»

Jacob Bjerknæs til Jule Charney, 11. mai 1956, Jule Charney papers, boks 4, mappe 120,

⁶⁷⁰ Se «Tre generasjoner Bjerknæs har gransket himmel og hav», *Bergens Tidende*, 12. august 1959.

⁶⁷¹ Oreskes og Rainger, «Science and Security before the Atomic Bomb», særlig 334–350.

gjennomført, var det bare å komme med en søknad.⁶⁷² Eliassens svarte at han ikke hadde myndighet til å inngå en slik kontrakt, og han henviste White videre til Halvor Solberg og Ragnar Fjørtoft. Det er for så vidt riktig at Eliassen ikke hadde denne myndigheten, men han hadde vært involvert i en pengesøknad til «Geophysical Research Directorate» tidligere, og vært lønnet av dem det foregående halvåret, så han skjønnte hva henvendelsen innebar. Dersom han sterkt ønsket det, kunne han gått i bresjen for et nytt norsk meteorologiprojekt med amerikansk militær støtte.

Kunnskapsstrøm over hinder

Det virker slående når man studerer Eliassens karriere etter hjemkomsten til Norge at han på mange måter ikke bygget videre på det han hadde gjort i USA. Kunnskapen han hadde tilegnet seg bidro i liten grad til å initiere forskning og fagutvikling i det norske meteorologimiljøet.

Eliassen fikk for eksempel flere konkrete tilbud fra forskningsinstitusjoner i det amerikanske forsvaret. De tilbød seg å finansiere geofysisk forskning i Norge og oppfordret Eliassen til å foreslå mulige prosjekter. Selv om det hendte at de amerikanske kontaktene forespeilet mer enn de faktisk kunne gi (jf. Philip Thompson besøk i Norge i 1951), er det vanskelig å komme bort fra at Eliassen framsto halvhjertet i sine forsøk på å utnytte disse mulighetene. Eliassen prøvde heller ikke å endre på føringene som allerede var lagt for virksomheten i Institutt for vær- og klimaforskning av Einar Høiland, og innføre nye forskningsfelt i Norge. Dette gjaldt også for numerisk værvarsling, der han ikke bidro til å etablere nye norske forskningsmiljøer som kunne arbeide fram mot anvendelse av elektroniske regnemaskiner i meteorologi.

Eliassen mente selv mot slutten av livet at han kunne gjort mer for å dele kunnskap og skape miljø rundt seg i Norge, slik Rossby gjorde i Stockholm og Høiland i Norge. I det følgende vil jeg forsøke å komme med ulike forklaringer på denne manglende kunnskapsoverføringen til Norge.

⁶⁷² Eliassen til Solberg, 1. mai 1956, Halvor Solbergs arkiv.

Det første jeg vil peke på er at erfaringen og kunnskapen han brakte med seg fra utlandet hadde sine begrensninger. Dette gjelder særlig det som sett fra ettertiden er den mest opplagte kunnskapsoverføringen Eliassen kunne bidra til, nemlig å innføre numerisk værvarsling til Norge. Ved første øyekast virker det som Eliassen burde ha alle forutsetninger for å være en drivende kraft i den slags arbeid. Han hadde førstehånds erfaring fra de to viktigste forskningsmiljøene innen numerisk værvarsling i verden: Princeton og Stockholm. Han var anerkjent både i Norge og internasjonalt og hadde et vidt personlig nettverk som ville kunne bistå i å etablere norskledet forskning innen dette feltet. Som vi tidligere har vært inne på ledet Solberg Utvalg for matematikkmaskiner, ved Astrofysisk institutt fantes fremdeles Rosslands differensialanalysator, Institutt for vær- og klimaforskning var nyetablert med plass til flere forskningsinitiativer og Carl-Gustaf Rossby ville ikke ha noe imot å støtte numerisk værvarsling i Norge.

Men hvis vi ser nærmere på de faktiske forhold, oppdager vi at Eliassens forutsetninger likevel ikke var så gode. Selv om han hadde arbeidet i flere miljøer der man forsket på å bruke regnemaskiner i værvarsling, hadde dette vært på tidlige stadier av prosessen. Verken i Princeton eller i Stockholm var maskinene ferdige da Eliassen befant seg der. Han var rett og slett for tidlig ute og fikk derfor aldri operativ erfaring. I Princeton satt han og Charney og arbeidet i bygningen som huset John von Neumanns store elektroniske regnemaskin. På maskinen hang det imidlertid lapper der det sto: «Do not turn on any switches. The computer is not ready today»⁶⁷³

Ved flere anledninger ga Eliassen uttrykk for at han så fram til å selv ta elektroniske regnemaskiner i bruk. Han framstilte det hele tiden som at dette var rett rundt hjørnet, også ved hjemkomsten fra USA i 1956.⁶⁷⁴ Likevel ble det aldri slik.

På denne tiden var alle elektroniske regnemaskiner forskjellige, og det krevdes fingerspissfølelse og kjennskap til maskinens særegenheter for å få noe ut av dem. Dette gjorde at det var matematikere, ingeniører og teknikere som var i stand til å bruke maskinene. Det måtte komme en ny yrkesgruppe som bare arbeidet med slike maskiner gjennom mange år før de for alvor kunne komme til nytte for andre. Vitenskapsmenn som

⁶⁷³ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

⁶⁷⁴ «Langtidsvarsling: Spinkelt grunnlag, mange skuffelser», *Aftenposten*, 8. juni 1956.

trengte regnemaskin som praktisk verktøy hadde lite å hente den første tiden. Jeg mener altså at det var umulig for Eliassen å innføre bruk av datamaskiner i Norge ut i fra den kunnskapen han hadde. Det er bare tilsynelatende at det var en mangel på sirkulasjon av vitenskap.

Numerisk værvarsling er imidlertid mer enn praktisk bruk av datamaskiner; det var innenfor teoriutviklingen på dette feltet Eliassen hadde sin autoritet. Han måtte selv presisere at hans kunnskap kun var av teoretisk art. Men selv om han ble regnet som ekspert, brukte han ikke sin internasjonale status til å fremme teoretisk forskning på numerisk værvarsling i Norge. Dette er vanskeligere å forklare. I Norge var det først og fremst Einar Høiland som dominerte og bestemte hva man skulle forske på. Eliassen hadde et godt forhold til Høiland. Kanskje ønsket han ikke å utfordre sin gode venn. Det var uansett mange andre viktige og givende temaer å utforske, som for eksempel fjellbølger, generell sirkulasjon og sågar kunstig regn. Verken Eliassen og Høiland kunne vite hvor viktig numerisk værvarsling skulle bli. Dessuten fikk Eliassen tilfredsstilt sin forskerinteresse på dette feltet internasjonalt. I den norske konteksten arbeidet han like gjerne ut i fra programmene Einar Høiland hadde fastsatt.

For det andre framsto Eliassen som passiv i møte med potensielle velgjørere fra det amerikanske militæret. Dette står i klar kontrast til hvordan Carl-Gustaf Rossby ledet virksomheten i Sverige. Eliassens manglende interesse for amerikanske penger var neppe gunstig dersom han ønsket å komme i en posisjon der han kunne bygge opp norsk forskning. Selv om det kan være fristende å hevde at det var Eliassens politiske overbevisning som lå til grunn for denne tilbakeholdenheten, var han på ingen måte konsekvent. Eliassen hadde for eksempel ingen problemer med å arbeide for slike penger i Princeton, Los Angeles og Stockholm. På den annen side ville han ikke reise tilbake til Princeton i 1953 og uttrykte da bekymring for den politiske utviklingen i landet. USA var sterkt preget av McCarthyismen, og Eliassen hadde naturligvis fått med seg den pressede situasjonen amerikanske vitenskapsmenn befant seg i. To år senere valgte han riktignok å arbeide i USA igjen, men McCarthyismen var da på tilbaketog.

Om Eliassens bekymring for den politiske utviklingen i USA var medvirkende til at han var negativ til amerikansk finansiering, er vanskelig å slå fast med sikkerhet, men kan ikke utelukkes. Disse pengene kunne vært brukt til å styrke norske meteorologiinstitusjoner, da amerikanerne nesten ikke satte føringer for hvordan de skulle brukes. Det at han ikke grep

slike muligheter er uansett en viktig forklaring på at han ikke bidro mer til å innføre den amerikansk-ledete forskningen til Norge.

En tredje forklaring er at Eliassens personlighet og evner ikke passet så godt til det som trengtes for å bygge kunnskapsinstitusjoner i etterkrigstidens Norge.

Eliassen må sies å tilhøre den sosiale eliten i Norge. Han bodde betegnende nok i Husebygrenda, som var blitt etablert av sentrale intellektuelle, politikere og teknokrater i arbeiderpartistaten. Det er dette borettslaget Dag Solstad treffende karakteriserer i boka *Roman 1987*: «Det reindyrka intellektuelle miljø i Norge besto av ganske mange mennesker, men da de hadde funnet ut at de ville bo sammen på et bestemt sted, på Oslo Vestkant, var det likevel oversiktlig. De bodde i Husebygrenda og var en eneste stor familie.»⁶⁷⁵ Men på tross av sin sosiale posisjon hadde Eliassen problemer med å tilpasse seg de rådende holdningene og den sosialdemokratiske retorikken som gjennomsyret det norske samfunnet på 1950-tallet. Etterkrigstiden i Norge har av Berge Furre blitt karakterisert som en periode preget av den såkalte «sosialdemokratiske orden». Med dette mener Furre et politisk klima der sosialdemokratiske ideer som fordelingspolitikk, vekt på direkte statlig regulering og det å bygge landet ble tatt nærmest for gitt.⁶⁷⁶ Når det gjelder rammene for vitenskap, var det særlig anvendt forskning knyttet opp mot forsvaret og industri som ble prioritert av bevilgende myndigheter. Selv om det var en sterk tiltro til vitenskap og hva vitenskapelig forskning ville kunne bety for gjenreisningen av Norge, var beslutningsprosessene mer byråkratisert enn tidligere. Det var et samrøre mellom Arbeiderpartiet, forskningsrådene, universitetene og forsvaret, der man måtte engasjere seg i formelt komitéarbeid og drive alliansebygging for å få gjennomslag. Dette passet ikke Eliassens personlighet.

I det hele tatt er det lett å undervurdere personlige preferanser når man skal forklare valg tatt av historiske aktører. Eliassen hadde en generell uvilje mot administrasjon og søkte tid til egen forskning. Dette var ofte styrende for hvilke prioriteringer han gjorde gjennom hele karrieren. Det at man søker seg til muligheter der man kan forske på egen hånd, trenger ikke bety at man bare ønsker ro og fred for å dyrke innadvendte personlighetstrekk, men kan også

⁶⁷⁵ Dag Solstad, sitert i *Husebygrenda 50 år: drøm, virkelighet – og myter*, red. av Marta Norheim og Per G. Norseng, (Oslo: 1998), 34.

⁶⁷⁶ Berge Furre, *Norsk historie 1914–2000: Industrisamfunnet – frå vokstervisse til framtidstvil* (Oslo: Det norske samlaget, 2000), 149–153.

henge sammen med at man ønsker å beskytte den frie og uavhengige forskningen. Ubesluttsomheten han viste overfor amerikanske penger hang sammen med idealisme og ønske om å unngå sammenblanding mellom det amerikanske militæret og den norske meteorologiforskningen.

Eliassen engasjerte seg vel så mye i utenlandsk arbeid og ble regnet som en internasjonal stjerneforsker. Likevel var det aldri et reelt alternativ å slå seg ned permanent i utlandet. Til det var Eliassen for sterkt knyttet til Norge. Som så mange andre i den såkalte nikkersadelen, som har preget Oslo vest helt til våre dager, var Eliassen svært glad i norsk natur, friluftsliv og hytteliv. Det er klart at dette virker som en forenkling av alle de sammensatte årsakene som kan ligge bak karrierevalg hos vitenskapsmenn. Like fullt mener jeg at i Eliassens tilfelle var gleden ved skiturer og båtliv i høyeste grad bestemmende for at han aldri bosatte seg fast i utlandet.

6. Fjertofts metode

Etter hjemreise fra New York med DS «Stavangerfjord» ankom Ragnar Fjørtoft Norge 28. april 1951. *Verdens Gang* dekket amerikabåtens ankomst med en notis på forsiden, og slo opp at båten hadde med seg blick til hermetikkindustrien og årets første amerikanske bilturister. Avisa fikk også et kort intervju med den hjemvendte meteorologen, som uttalte at med de nyeste regnemaskiner skulle det være mulig å utarbeide både døgn- og langtidsvarsler med langt større nøyaktighet enn selv den mest erfarne meteorolog kunne klare på gammeldags måte.⁶⁷⁷

Tilbake i Norge flyttet familien inn igjen i et rekkehus på Lille Langerud i Oslo. Fjørtoft gjenopptok arbeidet som værvarslingsmeteorolog og hadde for kort tid siden meldt seg opp til doktorgrad. Dessuten hadde han søkt den nylig opprettede stillingen som professor i teoretisk meteorologi i København. Forskerkarrieren, som hadde vært i emning i ti år, skjød endelig fart. Ragnar Fjørtoft var nå på vei opp i det ypperste sjikt av teoretiske meteorologer.

Et professorat i København høres finere ut enn det faktisk var. Danmark hadde ikke de samme meteorologiske tradisjoner som sine naboland, og det var ikke så mye hjelp og støtte å hente fra etablerte institusjoner. En kan spørre hvorvidt professoratet i det store og hele var opprettet av vitenskapelige hensyn.

Som værvarsler hadde Fjørtoft blitt opplært i å identifisere fronter og dannelse av lavtrykk, slik tradisjonen var innen Bergenskolen. Han hadde opprinnelig vært skeptisk til hvor velegnet Princeton-miljøets modell var for praktisk værvarsling.⁶⁷⁸ Etter USA-oppholdet var han imidlertid tilstrekkelig omvendt til at han utviklet sin helt særegne variant av Princeton-metodene. Jeg tar opp hvorfor Fjørtoft produserte en grafisk metode, i hvilken grad metoden ble brukt av andre, og hvordan han forsøkte å anvende metoden til å styrke egen karriere. Kapitlet demonstrerer hvordan Fjørtoft sjonglerte sine muligheter og begrensninger.

⁶⁷⁷ «Regnemaskiner bedre enn erfarne meteorologer!», *Verdens Gang*, 30. april 1951.

⁶⁷⁸ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 9.

Doktor Fjørtoft

Speiderbrødre!

(...) 14. juni 1951 mottok forbundet av H.K.H. Kronprins Olav et budskap til norsk ungdom. Budskapet ble av Kronprinsen lagt ned i vår budstikke og forseglet, og ble 16. juni kl. 20 på Lindesnes overrakt til første lag. Siden den time har budstikka gått nordover, stadig nordover, natt som dag.⁶⁷⁹

Sitatet ovenfor er hentet fra *Norge på langs*, beretningen om den store speider- og roverstafetten sommeren 1951. Speiderlederen som talte ved avslutningen av stafetten, var Carl Ludvig Godske, professor i teoretisk meteorologi ved Universitetet i Bergen og andreopponent ved Ragnar Fjørtofts nært forestående doktorgradsdisputas. Godskes engasjement for ungdom og speidersaken vakte ingen begeistring hos doktorgradskandidaten. Samtidig som Godske var på Nordkapp, satt Fjørtoft hjemme og irriterte seg over at opponenten gjorde alle andre ting enn å lese avhandlingen hans. Til Carl-Gustaf Rossby skrev han oppgitt:

For den nærmeste fremtid vil jeg ha svært meget å gjøre: For det første er det min doktordisputas, som antagelig vil foregå en gang i slutten av september. (Når det har dratt så lenge ut med den, skyldes det først og fremst professor Godske. Han har, som du kanskje vet, i noen år praktisk talt lagt den dynamiske meteorologien på hyllen til fordel for jeg hadde nær sagt alt mulig annet, fra studiet av gamle kirker liketil speiderssak. For tiden går han visstnok en etappe et eller annet sted i Troms eller Finnmark i en speiderstafett, arrangert av ham selv, som startet ved Lindesnes og skal ende på Nordkapp. Ja, meteorologien er i sannhet en herlig vitenskapelig beskjeftigelse som gir slike muligheter for variasjon i personlig utfoldelse!)⁶⁸⁰

Fjørtoft var allerede innstilt til et professorat i teoretisk meteorologi ved Københavns universitet, men kunne ikke begynne før disputasen var overstått. Fjørtofts avhandling var på knappe 50 sider og ble levert til trykking drøyt to år tidligere. Den ble utgitt i *Geofysiske publikasjoner* i 1950.⁶⁸¹ I forbindelse med disputasen fikk avhandlingen den norske tittelen «Anvendelse av integralteoremer til bestemmelse av stabilitetskriteriet for laminar strømning og den barokline sirkulære hvirvel». Fjørtoft tok utgangspunkt i de termohydrodynamiske likningene og introduserte en mengde matematisk kompliserte generaliseringer av

⁶⁷⁹ Carl Ludvig Godske, *Norge på langs: Roverstafetten 1951, Lindesnes–Nordkapp* (Bergen: J. W. Eides forlag, 1952), 105.

⁶⁸⁰ Ragnar Fjørtoft til Carl-Gustaf Rossby, 5. august 1951, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁶⁸¹ Ragnar Fjørtoft, «Application of integral theorems in deriving criteria of stability for laminar flows and for the baroclinic circular vortex», *Geofysiske publikasjoner* 17, nr. 6 (1950).

stabiliteten til en strøm av væske eller luft.⁶⁸² Som nevnt i kapittel 2 hadde både Høiland og Solberg tidligere tatt for seg tok for seg egenskaper ved denne viktige instabiliteten. Fjørtoft fraktet den fra hydrodynamikken til dynamisk meteorologi og gjorde den således anvendbar for fysiske fenomener.⁶⁸³

I begynnelsen av oktober fikk Fjørtoft endelig holdt sin doktordisputas.⁶⁸⁴ Avhandlingen hadde ikke den mest elegante språkføring, noe Godske – som hadde ordet i sin makt – irriterte seg over. I et brev til medopponent Halvor Solberg i forkant av disputasen skrev han i klartekst: «Dersom en mann som Fj. mere enn en gang skulle ta en doktorgrad ville jeg nektet å være med, han skriver utrolig tungt.»⁶⁸⁵ Godske mente det ville være rimelig å velge et temmelig enkelt tema for prøveforelesningen, for dermed å sette den pedagogiske framstillingen i fokus: «kanskje en på denne måte kan få fortalt Fj. at formen ikke er helt uten interesse.» Godske fryktet at Fjørtofts likegyldighet for leser og tilhører ville bli hans største svakhet som professor i København, men bemerket det ellers var fint å kunne eksportere så god vare til broderfolket.⁶⁸⁶ Også andre spesialister innen dynamisk meteorologi slet med å dechiffere avhandlingen, noe som blir illustrert treffende av en anekdote Arnt Eliassen er opphav til. Belgieren Jacques van Mieghem, som Eliassen jobbet sammen med i Stockholm i 1952, forsøkte å arbeide seg gjennom Fjørtofts avhandling. Han sto fast midt i en utledning og ba Eliassen om hjelp til å forstå regneoperasjonen, som ut i fra Fjørtofts framstilling skulle være opplagt. Eliassen fikk heller ikke til regnestykket, så han skrev til Fjørtoft og spurte om han kunne forklare operasjonen. Fjørtoft sendte utledningen, som viste seg å være på intet mindre enn fem sider.⁶⁸⁷

Oppgitt emne for prøveforelesningen var «Om anvendelse av høydekarter i værtjenesten», som var et relativt allment tema, nettopp for slik Godske mente, å prøve ham i en klar,

⁶⁸² Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnset», 82; Eliassen, «A brief historical account of hydrodynamic research at the University of Oslo», 10. Laminær strømning betyr bevegelse der strømlinjene er parallelle, altså uten virvler.

⁶⁸³ Arnt Eliassen, i samtale med Arne Bratseth, november 1997.

⁶⁸⁴ «Doktordisputas om formiddagen – utnevnt til professor om ettermiddagen», *Verdens Gang*, 4. oktober 1951.

⁶⁸⁵ Carl L. Godske til Halvor Solberg, 6. august 1951, boks 14, mappe merket Doktoravhandlinger. 1939–61, Halvor Solbergs arkiv.

⁶⁸⁶ Godske til Solberg, 6. august 1951, Halvor Solbergs arkiv.

⁶⁸⁷ Taba, «The *Bulletin* interviews: Professor R. Fjørtoft», 4.

pedagogisk formidlingsevne. Fjørtofts selvvalgte emne var «Om tredimensjonale perturbasjoner av en laminær strøm med lineær hastighetsprofil», som var et tema nokså nært beslektet med selve avhandlingen.

En av årsakene til Fjørtofts knappe stil var at hans matematiske forståelse gikk utenpå de fleste aktuelle lesere av avhandlingen. Han så heller ikke bryet med å forklare matematikk han selv syntes var innlysende, men dette måtte han ofte tåle kritikk for. Under disputasen uttalte førsteopponent Solberg at avhandlingen dessverre var preget av trykkfeil, noe den lange avstanden mellom forfatteren i USA og trykkeriet i Norge var en medvirkende årsak til. Solberg hevdet videre at han hadde hatt anledning til å høre utenlandske forskere uttale seg om avhandlingen. Det hadde forekommet ytringer som «altfor knapt formulert», «tungt skrevet», «uleselig» og så videre. Solberg var ikke direkte uenig i disse karakteristikkene, men hadde angivelig parert kritikerne med et Goethe-sitat: «In der Begrenzung zeigt sich erst der Meister», for det kunne ikke herske tvil om at avhandlingen var skrevet av en mester.⁶⁸⁸ Selv karakteriserte Solberg avhandlingen som «en eneste stor formelsamling».⁶⁸⁹

Likevel, arbeidets vitenskapelige verdi hersket det ingen tvil om. Solbergs avslutning ga en god oppsummering av Fjørtofts evner, arbeid og posisjon:

Tilslutt vil jeg ønske doktoranden til lykke med dette imponerende arbeide som gir så store løfter for fremtiden. Under lesningen har jeg flere ganger støtt på bemerkninger om at doktoranden vilde komme tilbake til disse problemer i senere arbeider, og det håper jeg inderlig at han vil gjøre. For det er bare et fåtall av samtidens teoretikere som er i besiddelse av de egenskaper som fordres for å kunne fortsette disse like vanskelige, som viktige undersøkelser. Det vilde derfor være meget ønskelig om doktoranden omsider kunde få så gode arbeidsvilkår at han kunde slippe det harde arbeidspress i værtjenesten og få anledning til å ofre seg helt for løsningen av de problemstillinger han har tatt opp. Og glem nå endelig ikke de stakkars lesere i de fremtidige arbeider; etter doktorandens utmerkede prøveforelesninger å dømme, mangler det ham tydeligvis ikke evne til å gjøre et vanskelig stoff lett tilgjengelig for tilhørerne.⁶⁹⁰

⁶⁸⁸ «Begrensning er en mesters kjennemerke». Fra Goethes «Das Sonett» (1802) oversatt av André Bjerke. Det opprinnelige sitatet er for øvrig «In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister». Betydningen er den samme.

⁶⁸⁹ Notat, Halvor Solberg, «R. Fjørtofts doktordisputas 3. oktober 1951», boks 14, mappe merket Doktoravhandlinger: 1939–61, Halvor Solbergs arkiv.

⁶⁹⁰ Solberg, «R. Fjørtofts doktordisputas 3. oktober 1951», Halvor Solbergs arkiv.

Solberg rakk her å nevne Fjørtofts manglende forklaringer til utregningene, det høye ambisjonsnivået i forskningen hans og den arbeidsfylte hverdagen i værtjenesten, som han snart forhåpentligvis ville få slippe.

Fjørtofts grafiske metode

Fjørtoft hadde kommet hjem fra Princeton med en anelse mer raffinert variant av den barotrope likningen fra Eniac-eksperimentet. Det var lagt til adveksjon, det vil si horisontal forflytning av virvlene. Han satte seg det ambisøse målet å utvikle metoder for å integrere den barotrope likningen uten å gå veien om regnemaskiner. Metodene skulle kunne brukes i daglig værtjeneste.⁶⁹¹

Fjørtoft arbeidet fulltid i værvarslingen, men i denne perioden fikk han et nytt forum der han kunne legge fram resultater og videre utforske ideer. Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning begynte formelt sin virksomhet i juli. Fjørtoft var ikke formelt tilknyttet instituttet, men arbeidet der i kortere perioder.⁶⁹² Dessuten ble det avholdt to kollokvieserier i samarbeid mellom Institutt for vær- og klimaforskning og Meteorologisk institutt. Han fikk dermed både et kvalifisert publikum for sin nye forskning og bistand i å utprøve den i praksis. Mellom vaktene på værsalen fikk han med seg Enok Palm til å gjøre prøveberegninger på spesielle modellsituasjoner.⁶⁹³

Sent på høsten 1951 var Fjørtoft i Stockholm og besøkte det internasjonale instituttet Carl-Gustaf Rossby var i ferd med å opprette. Som nevnt i forrige kapittel hadde gruppa en god stund arbeidet med barotrope værvarsler lik dem Charney og Fjørtoft produserte i Princeton våren 1950. Alle forsøkte å ta modellen ett steg videre. Besøket i Stockholm inspirerte Fjørtoft i sitt eget arbeid, der han i motsetning til stockholmstiljøet ikke forsøkte å videreutvikle sin egen modell, men heller forenkle løsningsmetoden. Da han vendte hjem til Oslo, kom han opp med en måte å integrere den barotrope virvellikningen ved hjelp av

⁶⁹¹ Arnt Eliassen til Norges almenvitenskapelige forskningsråd, «L. nr. D.106. Teoretiske og synoptiske undersøkelser over troposfærens tilstand. Beretning om de vitenskapelige undersøkelser for 1950/51», 11. november 1951, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁶⁹² Høiland, «Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning: Beretning 1. juli 1951 – 30. juni 1952», 2.

⁶⁹³ Eliassen, «Teoretiske og synoptiske undersøkelser over troposfærens tilstand», Arnt Eliassens arkiv.

grafiske betraktninger. Metoden førte altså integrasjonen i Eniac-artikkelen videre, men med en betydelig forskjell. Den kunne utføres av én enkelt person, helt uten behov for en elektronisk regnemaskin. Hva ønsket Fjørtoft å oppnå med dette?

Fjørtoft meddelte både Arnt Eliassen og Jule Charney om resultatet og la ved utledningen.⁶⁹⁴ Til Charney skrev han at metoden allerede var blitt brukt i værvarslingen ved Meteorologisk institutt, mens han overfor Eliassen var noe mer nøktern og skrev at de ansvarlige endelig var blitt interessert. Han hadde fått holde et seminar om temaet, og værvarslingssjef Elias Grytøyr lot ham bruke metoden i prognosearbeidet. Fjørtoft skrev i brevet til Charney, som var datert 13. desember 1951, at han hadde hatt sin siste vakt som værvarsler to dager tidligere. Dette illustrerer hvor kort veien var fra teori til praksis i det norske meteorologimiljøet, og hvilken tilnærming Fjørtoft hadde til mye av forskningen sin. Fjørtoft hadde gått rett fra daglig værvarslingsarbeid til meteorologiprojektet i Princeton og tilbake igjen. Gjennom den grafiske metoden forsøkte han å gjøre innsiktene fra Amerika-oppholdet anvendelig for sitt eget værvarslingsarbeid. I Princeton hadde Fjørtoft innrettet seg etter det rådende forskningsregimet, som på grunn av regnemaskinenes begrensninger i all hovedsak handlet om å finne den minst kompliserte modellen. Tilbake i den norske virkeligheten tilpasset han teorien han hadde vært med på å utvikle til værtjenestens evige behov for hurtige og etterrettelige prognoser. Den grafiske metoden kunne være en mulighet til å få realisert matematiske værvarsler i en hjemlig kontekst uten tilgjengelige regnemaskiner.

Hvordan virket den grafiske metoden?

Den første skriftlige framstillingen av Fjørtofts grafiske metode var rapporten «Graphical Integration of the Barotropic Vorticity Equation». Den ble trykket i regi av Institutt for vær- og klimaforskning i juli 1952, men var sannsynligvis blitt presentert et drøyt halvår tidligere.⁶⁹⁵ Rapporten er på kun fire sider og har – i noe vi må kunne kalle Fjørtoft-stil – svært få forklaringer til utledningene. Fjørtoft gjorde kort rede for tilnærmingene og

⁶⁹⁴ Fjørtoft til Charney, 13. desember 1951, Jule Charney papers; Ragnar Fjørtoft til Arnt Eliassen, 21. desember 1951; Ragnar Fjørtoft til Arnt Eliassen, 29. desember 1951, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁶⁹⁵ Ragnar Fjørtoft, «Graphical integration of the barotropic vorticity equation», *Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning: Rapporter og oversiktsartikler 1. juli 1951 – 30. juni 1952*, rapport nr. 6 (1952).

formlene metoden var basert på, deriblant barotrop atmosfære og bevaring av absolutt virvling.

Fjørtoft antok at virvlene man studerte var uavhengige av virvlene på stor skala. Selve utførelsen tok utgangspunkt i horisontal forflytning av virvlingen. Gjennom en serie matematiske operasjoner kunne man glatte ut (eller utjevne) feltet virvlene virket i. Deretter måtte Poisson-likningen, en velkjent differensiallikning, løses gjennom hjelpemanøveren Greens-funksjoner for å komme fram til den varslede strømfunksjonen. Til slutt ble glattingen reversert. På den måten gikk det an å forutsi forflytningen av isolinjene, og dermed finne endringen i høyden av 500-millibar-kartet det neste døgnet. Samtlige operasjoner ble utført grafisk, tegnet på gjennomsiktig papir. Av den grunn fikk framgangsmåten senere klengenavnet «smørpapirmetoden». Fjørtoft brukte et lengdeintervall på 600 kilometer og utarbeidet prognosen for ett tidssteg, på 24 timer. Randbetingelser så han helt bort fra.

Å løse hydrodynamiske likninger grafisk var muligens en overraskende vending siden Fjørtoft kort tid i forveien deltok i nybrottsarbeid med elektroniske regnemaskiner. Var ikke dette et skritt tilbake?

Fjørtofts grafiske metode tok imidlertid opp tråden fra Vilhelm Bjerknes' aller første forsøk på å skape det han mente var objektive og etterrettelige prognoser. Bjerknes hadde umiddelbart innsett at likningene han formulerte i 1903 ikke kunne løses ved regning, så han eksperimenterte med ulike grafiske løsninger.⁶⁹⁶ Assistenten Johan Wilhelm Sandström utviklet tabeller og grafer for å benytte sirkulasjonssatsen i meteorologi og oseanografi.⁶⁹⁷

Vitenskapshistorikerne Paul N. Edwards og Frederik Nebeker har begge observert denne koblingen. Edwards skriver at Bjerknes prøvde hardt å utvikle grafiske løsningsmetoder av likningssettet han hadde formulert, men at han mislyktes. Det var ikke før i 50-årene at det ble utviklet anvendelige grafiske metoder til værvarsling, og dette var det altså Fjørtoft som

⁶⁹⁶ Friedman, *Appropriating the weather*, 54.

⁶⁹⁷ Eliassen, «Vilhelm Bjerknes and his students», 4–5.

gjorde.⁶⁹⁸ Nebekers framstilling er bygget på et premiss om at utviklingen av matematiske hjelpemidler i værvarslingen er preget av kontinuitet. At Fjørtofts metode trakk veksler på Bjerknæs, passer godt inn i så måte.⁶⁹⁹ Også blant kolleger av Fjørtoft i Norge ble metoden ansett for å være kulminasjon av forskning Bjerknæs satte i gang.⁷⁰⁰

Det er ingen henvisninger i Fjørtofts artikler til Bjerknæs' grafiske løsningsforsøk, men det er liten tvil om han kjente godt til dette arbeidet. Jeg tror likevel ikke Fjørtoft strebet etter å løse Vilhelm Bjerknæs' utfordring fra tidlig i århundret, selv om jeg ikke vil utelukke at han lot seg inspirere. Et ønske om å videreføre arbeidet fra Princeton var trolig en sterkere drivkraft. Det samme var helt konkrete og umiddelbare utfordringer i værvarslingstjenesten, framfor alt å bøte på det sterke tidspresset meteorologene arbeidet under. De tydelige parallellene til Bjerknæs og Sandström skyldes først og fremst at meteorologer har trening i å tegne værkart og tenke geometrisk. Dette kan komme til uttrykk på tilsvarende måte til ulik tid av historien.

Internasjonal publisering

I januar 1952 flyttet Fjørtoft til København og begynte i sitt nye virke som professor. Han fortsatte arbeidet med den grafiske metoden og videreutviklet ideene ytterligere. I mai samme år la han fram sine funn for internasjonale forskerkolleger på en konferanse i Stockholm, en konferanse som viste at numerisk værvarsling nå var blitt et etablert forskningsfelt.⁷⁰¹ Svensken Bert Bolin, som på denne tiden vekslet mellom Stockholm og Princeton, omtalte metoden slik:

He [Fjørtoft] has derived an extremely simple graphical method by which it seems possible to extrapolate 24 hours a time. By this he is able to make a 24-hour forecast in about three hours by hand! Some of the results he showed were very good and I think

⁶⁹⁸ Bjerknæs' grafiske kalkulus er nevnt i Paul N. Edwards *A Vast Machine: Computer models, climate data, and the politics of global warming* (Cambridge: The MIT press, 2010), 88.

⁶⁹⁹ Nebeker, *Calculating the weather*, 167.

⁷⁰⁰ Pedersen, «Et tilbakeblikk», 35.

⁷⁰¹ Harper, *Weather by the numbers*, 167;

Bert Bolin og Harriet Newton, «Report on a conference on the application of numerical methods in forecasting atmospheric flow patterns», *Tellus* 4, nr. 2 (1952) 141–144.

the general feeling was that this could and should be introduced in the routine at the forecasting centers as soon as possible.⁷⁰²

Bolin lot seg imponere av at det, i løpet av tre timer, var mulig å produsere et matematisk begrunnet varsel for de neste 24 timene, for hånd. Sammenliknet med tradisjonelle værvarslingsmetoder var ikke dette oppsiktsvekkende hurtig, men forskjellen var at disse prognosene ville være objektive. De var uavhengige av meteorologens skjønn. Dermed ville metoden kunne gjøre værvarslingen mer vitenskapelig.

I Eniac-forsøkene hadde det tatt 24 timer å utarbeide et varsel for de neste 24 timer. Dette ble regnet som en seier siden man var sterke i troen på at beregningstiden snart ville bli mye kortere. På den annen side var de få elektroniske regnemaskinene som fantes svært u håndterlige og ville ikke gi brukbare resultater med det første. Dermed var det oppsiktsvekkende at Fjørtoft etter alt å dømme klarte å utarbeide prognoser av samme kvalitet som resultatene fra Princeton, og det til en brøkdell av innsatsen.

Konferansedeltakere støttet at metoden raskt måtte innføres ved ulike værvarslingsinstitusjoner.⁷⁰³ Spesielt ville metoden være verdifull i påvente av at regnemaskiner ble mer utbredt. Den kunne og burde bli testet i kombinasjon med konvensjonelle metoder og ville kanskje bøte på det sterke tidspresset i værvarslingsstjenester.⁷⁰⁴

Fjørtofts metode var nå klar for internasjonal publisering. Artikkelen i *Tellus* har én referanse: hans eget, Charney og von Neumanns arbeid fra 1950.⁷⁰⁵ Dette illustrerer Fjørtofts hensikt. Metoden skulle gjøre resultatene fra Eniac-eksperimentet tilgjengelige. Han innledet artikkelen med å slå fast den veldige utfordringen det var å få samsvar mellom været man ønsket å beskrive og matematikken man hadde til rådighet. Differensiallikningene man brukte i numeriske værvarsling kunne ha temmelig lang avstand fra den fysiske formuleringen av problemet.

⁷⁰² Bolin til Charney, 27. mai 1952, Jule Charney papers.

⁷⁰³ Harper, *Weather by the numbers*, 167.

⁷⁰⁴ Bolin og Newton, «Report on a conference on the application of numerical methods in forecasting atmospheric flow patterns».

⁷⁰⁵ Ragnar Fjørtoft, «On a numerical method of integrating the barotropic vorticity equation», *Tellus* 4, nr. 3 (1952), 179–194.

Værvarsling av denne typen var styrt av tre aspekter: et fysisk, et matematisk og et praktisk, hevdet han. Først og mest grunnleggende var det essensielle fysiske aspektet av varslingsspørsmålet: hvordan været var og hvordan det kom til å utvikle seg. Dette kjenner vi igjen som Bjerknæs' diagnose og prognose.

Det matematiske aspektet handlet om mengden av utfordringer knyttet til å løse disse kompliserte likningene. Dessuten er et system av partielle likninger så innviklet at det ikke var enkelt å vite hvilken metode som fungerte best, sett fra et matematisk synspunkt. Flere metoder kunne fungere parallelt. Men en ren matematisk diskusjon om hvor god en numerisk løsning fungerte sammenliknet med eksakte løsninger var ikke interessant i seg selv. Det var hvor gode varsler den numeriske løsningen kunne bidra til som var viktig.⁷⁰⁶ Her viste Fjørtoft at han var inspirert av Jule Charneys betraktninger om numerisk værvarsling.⁷⁰⁷

Det praktiske aspektet i denne typen værvarsling dreide seg om tiden man trengte for å finne en numerisk løsning. Det var åpenbart at et varsel, uansett hvor bra det var, ikke ville ha noen verdi dersom det ikke kunne være i forkant av været. Av den grunn kunne det være nødvendig å velge en bestemt numerisk metode framfor en annen til tross for at den ikke var like nøyaktig, så fremt beregningstiden var kortere. Fjørtoft var som vi ser ikke spesielt imponert over hurtigheten til Eniac-forsøket. Princeton-prosjektet hadde i året som fulgte det første varselet hatt problemer med å få klar von Neumanns egen datamaskin, og hadde ikke gjort umiddelbare forbedringer av metoden.

Hva mente Fjørtoft var fordelene med denne framgangsmåten? Den grafiske metoden hadde to opplagt gode kjennetegn: For det første var den var rask, 2–3 timer ville man bruke på et varsel, anslo han. I tillegg gjorde han det klart og tydelig at den var billig og lite arbeidskrevende. Varselet kunne bli utført i sin helhet av én person ved hjelp av utstyr tilgjengelig på enhver værvarslingsstasjon.⁷⁰⁸ At metoden var grafisk, vil si at den var basert

⁷⁰⁶ Fjørtoft, «On a numerical method of integrating the barotropic vorticity equation», 179.

⁷⁰⁷ Charney, «On a physical basis for numerical prediction of large-scale motions in the atmosphere», 371.

⁷⁰⁸ Fjørtoft, «On a numerical method of integrating the barotropic vorticity equation», 180.

på bruk av værkart (og ikke gitterpunkter), noe enhver meteorolog var fortrolig med. Fjørtoft inkluderte en kort, skjematisk oppskrift for praktisk anvendelse i en værvarslingsavdeling.⁷⁰⁹

Fjørtoft understreket at han ikke mente en barotrop modell alltid ga gode resultater, men gjennom erfaring ville metoden forbedres. Den lot seg teste mer effektivt enn de numeriske metodene. Ved Institutt for vær- og klimaforskning ble metoden benyttet til 36 døgnvarsler for 500 millibarflaten, deriblant en rekonstruksjon av prognosene i Eniac-forsøket ett år tidligere.⁷¹⁰ Ved Meteorologisk institutt og Institutt for vær- og klimaforskning hadde de altså utført til sammen rundt 40 prøvevarsler, mot fire ved Eniac-eksperimentet.

Etter hvert som meteorologene hadde brukt de numeriske metodene et tilstrekkelig antall ganger, ville de få oversikt over tilfellene der en barotrop tilnærming feilet. Dermed ville de bli i stand til å ta hensyn til ytterlige fysiske faktorer. Den grafiske metoden var ment å inngå i hele komplekset av utregninger og betraktninger som utgjorde et værvarsel. Metoden var ikke perfekt, men den ville være et glimrende utgangspunkt. Dessuten var den enkel og billig.

Fjørtoft var tilfreds over at metoden hans virket tilsynelatende like bra som regnemaskinværvarslene fra Princeton-prosjektet, i tillegg var hans varsler raskere. Han lanserte dernest en framtidig mulighet for å sammenlikne flere forskjellige numeriske tilnærminger. Han dristet seg også til å lansere enda en fordel med metoden: Til tross for den korte integreringstiden og til tross for de enkle metodene, virket løsningene å være gode tilnærminger til den barotrope virvellikningen. Han mente altså at metoden var like bra som numeriske værvarsler gjort med hjelp fra en elektronisk regnemaskin. Fjørtoft konkluderte med et ønske om at metoden så raskt som mulig ville bli tatt i bruk blant værvarslere: «It is hardly worth while mentioning that it is the author's hope that the weather forecasting centers will start using this method.»⁷¹¹

Selv om artikkelen er skrevet for å overbevise meteorologimiljøet om metodens foretrekkelighet, kommer Fjørtofts store begeistring for sitt eget arbeid klart fram. Minst like

⁷⁰⁹ Fjørtoft, «On a numerical method of integrating the barotropic vorticity equation», 192.

⁷¹⁰ Høiland, «Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning. Beretning 1. juli 1951 – 30. juni 1952», 3.

⁷¹¹ Fjørtoft, «On a numerical method of integrating the barotropic vorticity equation», 180.

interessant, vil jeg hevde, er hvor klart motivasjonen hans skinner gjennom. Han ønsket å gjøre arbeidet enklere for den enkelte værmelder, en rolle han kjente godt selv. Fjærtøft hadde neppe de samme grandiose ambisjonene om full oversikt og kontroll over været som, i hvert fall i begynnelsen, preget Princeton-prosjektet. Hans ambisjon lå i å forbedre værtjenesten, og han hadde en annen kjennskap til hverdagslig værvarsling enn hans amerikanske kolleger som for eksempel Jule Charney. Det er også påfallende å observere at hans tidligere motvilje til alt som ikke var bergensmetodene med fronter og baroklinitet hadde forsvunnet.

Det danske professoratet i meteorologi

Maiken Lolck har i sitt speciale (hovedoppgave) avlagt ved Aarhus Universitet i 2004 vist at opprettelsen av et professorat i meteorologi ved Københavns universitet etter andre verdenskrig var et ledd i Danmarks Grønland-politikk. Initiativet stammet ikke fra meteorologi- eller universitetsmiljøet selv, eller fra et ønske om bedre værvarsling. Det var snarere den storpolitiske utvikling etter andre verdenskrig som nødvendiggjorde en institusjonalisering av den vitenskapelige meteorologi i Danmark, hevder Lolck.⁷¹²

Danmarks meteorologiske institutt ble opprettet i 1872, men fikk aldri de samme tradisjonene for vitenskapelig begrunnet værvarsling som tilsvarende institusjoner i Norge og Sverige. En årsak var at Meteorologisk Institut ikke hadde noen tilknytning til universitetet i København.⁷¹³ Instituttet var underlagt Marineministeriet, og strukturen var hierarkisk og lite fleksibel. Bemanningen var liten, og de få danske værvarslerne som fantes var i større grad teknikere enn vitenskapsmenn. Ved universitetet var det ingen formell utdanning i verken praktisk eller teoretisk meteorologi, og det kom få tiltak fra universitetsmiljøet for å satse mer på meteorologisk forskning. Riktignok nådde misjoneringen til Vilhelm Bjerknes også Danmark, og det var en utbredt oppfatning blant danske vitenskapsmenn at ledelsen ved Meteorologisk institutt var bakstreversk og at bergensmetodene måtte innføres. Spesielt vakte Ulvsund-katastrofen i 1921 bestyrtelse, da det viste seg at den danske værtjenesten var helt uforberedt på en stor storm, som meteorologer i Norge og Sverige hadde varslet. Den

⁷¹² Maiken Lolck, «Klima, kold krig og iskerner: En historie om baggrunden for dansk iskerneforskning og den første internationale dybdeboring i Grønland», speciale, Aarhus universitet, 2004, 44.

⁷¹³ Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 44.

mangeårige direktør Carl H. Ryder ble nærmest presset til Bergen for å bli kjent med de nye værvarslingsideene, men han lot seg ikke imponere og episoden førte ikke til endrede rutiner. Først i 1938, etter flere år med forhandlinger og forberedelser, ble Bergensskolens metoder innført.⁷¹⁴

Da Danmark ble okkupert 9. april 1940, mistet landet forbindelsen til Grønland. Amerikanske myndigheter ønsket å opprette militære baser på øya, og forhandlet om dette med den danske gesandt (ministerråd) i Washington, Henrik Kauffmann, som på eget initiativ representerte Danmark. Grønlandsoverenskomsten av 1941 åpnet opp for amerikanske militærbaser på Grønland, og i den sammenheng opprettet USA et nettverk av meteorologiske stasjoner.⁷¹⁵ Meteorologiske rapporter fra Grønland, Spitsbergen og Jan Mayen viste seg å være uvurderlige for den allierte krigsinnsatsen.⁷¹⁶

Etter krigens slutt i 1945 ønsket Danmarks regjering å få tilbake kontrollen over Grønland, men USA ønsket ikke å avvikle militærbaser med en så iøynefallende strategisk plassering. I tillegg var det naturligvis ingenting som tydet på at værdata fra polarområdene ville bli mindre viktige i årene framover. De meteorologiske stasjonene på Grønland ble dermed et viktig tema i forhandlingene om dansk overtakelse. Mot slutten av 1946 overtok Danmark de amerikanske værstasjonene på øya, men dansk meteorologi hadde ikke forutsetningene til å gjøre nytte av dem. De manglet kvalifisert personell, for eksempel rapporterte Henrik Kauffmann fra USA at krefter i det amerikanske utenriksdepartementet ga uttrykk for at mange av folkene som var sendt ut fra Danmark til å overvåke værstasjonene var svært ukvalifiserte.⁷¹⁷ Uansett om denne påstanden var korrekt eller et skjult argument for fortsatt amerikansk nærvær på Grønland, ville ikke danske myndigheter ha på seg at de ikke var i

⁷¹⁴ Erik Eliassen, «Bergenskolen efter 1920: Frontologiens indførelse i Danmark», *Vejret* 9, nr. 4 (1987); Ingolf Sestoft, «Dansk meteorologi gennem tiderne», i *Meteorologisk institut gennem hundrede år* (København: 1972), 42–43;

Friedman, *Appropriating the weather*, 1–2

⁷¹⁵ Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 44–45.

Henrik Kauffmann og de amerikanske basene på Grønland er skildret i Bo Lidegaard, *I kongens navn: Henrik Kauffmann i dansk diplomati 1919–1958* (København: Samleren, 1996).

⁷¹⁶ Peder Roberts, «Nordic or national? Post-war visions of polar conflict and cooperation», i *Science, geopolitics and culture in the polar region: Norden beyond borders*, red. av Sverker Sörlin (Farnham: Ashgate, 2013), 59.

⁷¹⁷ Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 46–47.

stand til å drive værstasjonene på Grønland. Med ett ble det svært viktig å få utdannet kyndige værtjenestemenn.

I tillegg fantes det også vitenskapelig interesse for å utvide meteorologisk forskning på øya. Den svenske isbreforskeren Hans Ahlmann involverte seg i saken. Ahlmann var en vitenskapelig strateg med voldsomt engasjement for skandinavisk forbrødring. Han anså det amerikanske nærværet på Grønland som en trussel mot skandinaviske tradisjoner og nedarvede rettigheter i polarområdene.⁷¹⁸ I tillegg hadde han gjort studier om isbreenes tilbaketrekning i Nord-atlanteren og ønsket mer meteorologisk forskning på Grønland for å belyse klimaendringer. Ahlmans nøkkelargumenter i forsøket på å overbevise skeptiske danske forskningspolitikere om å trappe opp Grønland-engasjementet var tilgang på og samarbeidsmuligheter om meteorologiske data.⁷¹⁹

I juni 1947, under et besøk i Washington satt i scene av Carl-Gustaf Rossby, sendte Ahlmann et memorandum via den danske ambassaden til Undervisningsministeriet. Han tok til orde for at det skulle opprettes et professorat i meteorologi ved Københavns universitet.⁷²⁰ Universitetet tok den formelle henvendelsen på alvor og nedsatte en komité av ledende vitenskapsmenn for å ta stilling til spørsmålet. Komiteen slo ettertrykkelig fast at universitetet i København måtte styrke utdannelsen i meteorologi. At Grønland-spørsmålet innebar vitenskapelige, praktiske og nasjonale forpliktelser, ble nevnt eksplisitt i redegjørelsen.⁷²¹ I tillegg ville en meteorologiprofessor og akademisk utdannende meteorologer være kjærkomment på flere områder. Også i Danmark optok flytrafikken ressurser i de meteorologiske tjenestene. Meteorologisk institutt ønsket å begynne å bruke radiosonder til å studere høyere luftlag.⁷²² Og økt aktivitet i geofysisk forskning ville kunne skje i vekselvirkning med tilgrensende vitenskaper der Danmark hadde sterkere tradisjoner. Men hva slags meteorologi var det egentlig de ønsket seg?

⁷¹⁸ Roberts, «Nordic or national?», 60–61.

⁷¹⁹ Roberts, «Nordic or national?», 62.

⁷²⁰ Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 48–49.

⁷²¹ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, (København: Københavns Universitet, 1964), 282–284 [tilgjengelig fra <https://tidsskrift.dk/index.php/kuarbobog/issue/archive>].

⁷²² Eyvind E. Carlsen, «Vejrtjenesten fra 1945», i *Meteorologisk institutt gjennom hundrede år* (København: 1972), 108.

I november 1947, like før komiteens uttalelse var klar, tok matematikkprofessor og komitémedlem Niels Erik Nørlund kontakt med Halvor Solberg. Nørlund kunne fortelle at Københavns universitet vurderte å opprette et professorat i *aerofysikk*, og lurte på om Solberg visste om en passende kandidat. Kanskje hadde han en medarbeider eller elev som kunne være aktuell for en slik stilling?⁷²³ Solberg responderte at dersom et slikt professorat ble opprettet, ville sannsynligvis Einar Høiland og Sverre Pettersen søke. På dette tidspunktet var Høiland nylig blitt dosent i aero- og hydrodynamikk ved Universitetet i Oslo, mens Pettersen var riksværvarslingssjef med ansvar for å gjenreise og videreutvikle den norske værtjenesten.

I komiteens endelige uttalelse besto løsningen på de meteorologiske utfordringene nasjonen sto overfor av tre elementer. For det første burde det opprettes et professorat i *aerologi*, «med den oppgave at drive undervisning og forskning vedrørende lufthavets fysiske forhold.» Begrunnelsen for at aerologi, en relativt spesifikk del av meteorologifaget, skulle prioriteres var at dette var et særlig aktuelt felt. Her hadde det dukket opp store innsikter de siste tiårene med betydning både for meteorologivitenskapen og for praktisk værvarsling. For det andre burde universitetet i tillegg opprette et professorat i *geofysikk*. Begrunnelsen for at dette professoratet var nødvendig var mindre konkret. Komiteen uttalte vagt at faget favnet om «en række metoder og disipliner, ved hvis hjelp man har opnået både teoretisk og praktisk betydningsfulde resultater, og for hvilke nye utsigter er åbnede, ikke minst gjennom utviklingen på atomfysikkens område.» Det er vanskelig å forstå hva nøyaktig dette skulle bety, men poenget var nok at de ønsket å holde muligheten åpen for kandidater innen alle former for geofysikk, gjerne noen med innsikt i atomfysikk, der universitetet sto sterkt fra før. For det tredje tok komiteen sterkt til orde for at universitetet måtte gi de påtenkte stillingene egnete arbeidsforhold. Helt konkret anmodet komiteens medlemmer om at en nylig anskaffet bygning skulle gis til de geografiske og geofysiske fagenes benyttelse så raskt som mulig.⁷²⁴

Komiteens arbeid tilkjennega spenningene som fantes mellom universitetet og Meteorologisk institutt. Komitémedlem og direktør Helge Petersen støttet det første

⁷²³ Niels Erik Nørlund til Halvor Solberg, 12. november 1947, boks 2, mappe merket 1948, Halvor Solbergs arkiv.

⁷²⁴ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, 283–284.

professoratet, men syntes ikke en stilling i geofysikk burde prioriteres. Petersen ønsket å styrke forskning innen den praktiske meteorologien, og så helst at sin egen bistilling som lektor ved universitetet skulle få utvidet ansvar. Etter at marineministeriet og Petersen hadde sendt en betenkning om dette til undervisningsministeriet, presiserte et annet komitémedlem – og nyvalgt rektor ved universitetet – Hans M. Hansen, hvor viktig det var med samarbeid på tvers av fag og disipliner. Danske meteorologi ville nyte godt av å stå i tett kontakt med de beslektede disipliner aerologi og geofysikk. For å illustrere praktisk nytte av teoretisk forskning, trakk Hansen linjene helt tilbake til Carl Anton Bjerknes' forskning i hydrodynamikk og hvordan denne hadde fått så stor betydning for Vilhelm Bjerknes' sirkulasjonssats.⁷²⁵ Nøyaktig hvordan et slikt gjennombrudd kunne gjenskapes uttalte han seg imidlertid ikke om.

Hansen forsto dessuten at prosessen hastet, siden det virket som det var mulighet for å sikre seg «en fremragende norsk forsker, der ellers står i fare for å gå tabt for den nordiske videnskap ved at tage imod tilbud fra Amerika.»⁷²⁶ Det er liten tvil om at det var Sverre Pettersen han hadde i tankene. Pettersen ble ansett som en perfekt kandidat med sin bakgrunn fra Bergenskolen og sine mange kontakter i det amerikanske forsvaret. Å få Pettersen til København, passet inn i strategien om å bringe ledende vitenskapsmenn fra USA hjem til Norden på permanent basis. På tilsvarende måte hadde man fått Harald Ulrik Sverdrup til Oslo og Carl-Gustaf Rossby til Stockholm, to manøvere Hans Ahlmann også hadde vært involvert i.⁷²⁷

Danskene var tilbøyelige til å ta noen snarveier for å sikre seg sin ønskede kandidat. For å få fortgang i prosessen, henvendte Niels-Erik Nørlund seg til Halvor Solberg for å luften muligheten om å ansette Pettersen så fort som mulig. Var det slik at Pettersen var såpass mye bedre kvalifisert enn Einar Høiland, slik at Københavns universitet kunne kalle ham til et professorat i aerologi? Solberg var i stuss. Aerologi? Var ikke stillingen ment å være i aerofysikk? Dessuten: Hvem som ville være best kvalifisert av Pettersen og Høiland, var et definisjonsspørsmål. Dersom aerologi var ment i betydningen praktisk meteorologi og

⁷²⁵ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, 284–285.

⁷²⁶ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, 284.

⁷²⁷ Roberts, «Nordic or national?», 69.

værvarsling ville Petterssen være et opplagt valg. Men dersom man heller vektla atmosfærens fysikk og væskebevegelse (som Solberg ikke la skjul på at han foretrakk), var Høiland definitivt den beste kandidaten. «Både i Bergen og i Oslo er betegnelsen for det tilsvarende professorat «teoretisk meteorologi», kunne Solberg opplyse om.⁷²⁸

Og slik ble det. Sverre Petterssen mottok riktignok ingen kallelse, men i februar 1949 utlyste Københavns universitet et professorat i teoretisk meteorologi. Petterssen søkte stillingen,⁷²⁹ selv om han et drøyt halvår tidligere hadde gått inn i et engasjement som direktør for forskning i det amerikanske flyvåpenets værtjeneste, nettopp slik rektor Hansen hadde forsøkt å unngå.

Einar Høiland hadde flere prosjekter gående i Oslo, så han var neppe noen gang aktuell for stillingen. Og da Petterssens eneste konkurrent, statsmeteorolog Leo Lysgaard, trakk sin søknad, foretok den danske bedømmelseskomiteen en tidsbesparende løsning. Hans M. Hansen kontaktet Halvor Solberg og spurte om det var i orden at Solberg, som den mest sakkyndige i komiteen, på egenhånd skrev en innstilling der han erklærte at Petterssen var kvalifisert. Hansen understreket at uttalelsen ikke trengte å være så utførlig. Resten av komiteen ville uten videre stille seg bak den. Solberg skulle dessuten sluppet bryderiet med å reise til København for å delta i møter i bedømmelseskomiteen eller ved fakultetet.⁷³⁰

Til tross for henstillingen om å skrive en kortfattet uttalelse på så liten tid som mulig, tok Solberg seg hele sommeren og formulerte en meget utførlig innstilling.⁷³¹ I den uttalte han seg påfallende negativt om Petterssens vitenskapelige kvalifikasjoner: «Han har udprægede praktiske anlæg, men som det ofte er tilfældet med mænd af denne type, vil den rent teoretiske forskning ligge mindre godt for ham; hans matematiske kundskaper er også

⁷²⁸ Halvor Solberg til Niels-Erik Nørlund, 21. juni 1948, boks 4, mappe merket 1940–49, Halvor Solbergs arkiv.

⁷²⁹ Søknad, Sverre Petterssen til Det Kongelige Undervisningsministerium, 20. april 1949, boks 13, mappe merket Ansettelsessaker – 1: Stillinger i meteorologi 1937–55, Halvor Solbergs arkiv.

⁷³⁰ Hans M. Hansen til Halvor Solberg, 18. juni 1949, boks 13, mappe merket Ansettelsessaker – 1: Stillinger i meteorologi 1937–55, Halvor Solbergs arkiv.

⁷³¹ Halvor Solberg til Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, 8. september 1949, boks 13, mappe merket Ansettelsessaker – 1: Stillinger i meteorologi 1937–55, Halvor Solbergs arkiv.

begrænsede.»⁷³² I innstillingen het det også at dersom målet med å opprette professoratet var å innføre den vitenskapelige meteorologien som Vilhelm Bjerknes hadde påbegynt i Norge, ville man ikke lykkes, fordi Petterssen ikke hadde noen del i de grunnleggende oppdagelsene fra denne forskerskolens pionértid. Hvis universitet og meteorologitjenesten tilstrebet å opprette en dansk teoretisk meteorologiskole på linje med Bergenskolen og bringe meteorologien inn blant eksakte vitenskaper, var ikke Petterssen den rette kandidat. Men på den annen side: Dersom professorens oppgave først og fremst besto av å undervise meteorologi for tjenestemenn til flyværtjenesten og alminnelig værvarsling, ville Petterssen være «særdeles velegnet», slo Solberg fast. Hvorvidt Petterssen var kvalifisert eller ikke, var avhengig av hvor mye vekt man la på ordet teoretisk.⁷³³

Solberg hadde rett i at Petterssens vitenskapelige produksjon besto i å videreutvikle Bergenskolens metoder, som han selv hadde bidratt til å legge det teoretiske grunnlaget for. Imidlertid nedvurderte han Petterssens evner som forsker og lærer. I hvert fall var Solberg i overkant kritisk sett i lys av oppdraget om simpelthen å godkjenne Petterssen som vitenskapelig akseptabel kandidat. Han var trolig ikke fullt klar over de underliggende politiske motivene for å få Petterssen inn i professoratet i København, og ville markere sitt syn på de viktigste egenskapene for en professor i teoretisk meteorologi.

Petterssen ble uansett utpekt til professoratet, noe Lolck mener må skyldes signaleffekten danskene ønsket å gi til amerikanerne om at nå var Danmarks værtjeneste blitt seriøs.⁷³⁴ Imidlertid skle prosessen ut i tid. De første signalene om professoratets nødvendighet hadde kommet sommeren 1947, innstillingen forelå i september 1949, men den offisielle utnevelsen skjedde ikke før i mars 1950. Forsinkelsen kan ha vært utslagsgivende, for da Koreakrigen brøt ut i juni, ble Petterssen med ett en enda viktigere mann for det amerikanske militæret. Flyvåpenet ga ham høyere lønn og større ansvar. Han besluttet å bli værende i

⁷³² Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 49;
Universitetets årbog 1948 – 1953, 289.

Bedømmelseskomiteen besto foruten Solberg av
Hans M. Hansen: professor i fysikk og rektor ved Københavns universitet;
Niels Erik Nørlund: professor i matematikk og direktør for Geodætisk institutt ved Københavns universitet;
Helge Petersen: direktør for Meteorologisk Institut i Danmark.

⁷³³ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, 289–290.

⁷³⁴ Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 49.

USA og meddelte Københavns universitet 19. juli 1950 at han trakk sitt kandidatur.⁷³⁵ Flere i Danmark tok dette ille opp og antok at amerikanerne hadde presset ham.⁷³⁶ Fra et amerikansk ståsted stilte imidlertid saken seg annerledes. Petterssens medarbeider Robert C. Bundgaard skrev følgende til Carl Ludvig Godske om avgjørelsen:

Although the position [as professor in Copenhagen] was lucratively and professionally very attractive, the ominous and growing uncertainty of international world peace made him choose to remain here. In fact, he has burned his professional bridges to Europe, so to speak, having just bought an expensive colonial house – after receiving a special presidential appointment to a higher salary in his present position (presently about \$12,000 with top around 15,500 per annum).⁷³⁷

Sannsynligvis passet det Petterssen best, både faglig og privat, å ha en stilling i USA.⁷³⁸ Han ble imidlertid ikke så lenge i denne jobben heller. I 1952 gikk han over i et professorat ved universitetet i Chicago i en nyopprettet avdeling, som samarbeidet tett både med flyvåpenet og den sivile amerikanske værtjenesten.⁷³⁹

Sverre Petterssens status hadde virkelig hevet seg. I 1937 hadde han ikke fått stillingen som værvarslingsjef ved Meteorologisk institutt i Oslo, mens han i 1945 ble kalt til en overordnet stilling med utvidete fullmakter i den samme etaten. Den viktigste årsaken til at han forlot Norge så tidlig var at han ble gitt større muligheter i Amerika. Som Nilsen og Vollset poengterer hadde han allerede ett år etter tiltredelsen gitt uttrykk for at Norges meteorologiske storhetstid gikk mot slutten.⁷⁴⁰ Da Petterssen avtrådte, ble imidlertid dette utsagnet nedtonet, og han uttalte at han hele tiden hadde vært innstilt på å utføre et tidsbegrenset oppdrag. Han ville ikke gå med på at han hadde forlatt Norge: «Jeg ble

⁷³⁵ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, 290.

⁷³⁶ «U.S.A. slipper ikke Sverre Petterssen», *Dagbladet*, 30. august 1950; «Ung nordmand professor her», *Politiken*, 3. oktober 1951.

⁷³⁷ Robert C. Bundgaard til Carl Ludvig Godske, 1. september 1950, T. Carl Ludvig Schreiner Godske, T. 5. Korrespondanse, møter, organisasjoner m.m., konvolutt merket Andre brev, Geofysisk institutts arkiv.

⁷³⁸ Det er i hvert fall inntrykket jeg har fått av å lese hans selvbiografi. Se Sverre Petterssen, *Kuling fra nord: En værvarslers erindringer* (Oslo: H. Aschehoug & co.: 1974), 279–283.

⁷³⁹ Petterssen, *Kuling fra nord*, 283.

⁷⁴⁰ Nilsen og Vollset, «Krig, okkupasjon og gjenoppbygging».

anmodet om å ta over stillingen som riksværvarslingsjef etter frigjøringen. Den oppgaven jeg fikk er nu i det vesentlige fullført», uttalte han til *Aftenposten*.⁷⁴¹

Petterssens retrett kaster lys over uoverensstemmelser i de norske meteorologimiljøene. Det er langt i fra sikkert at de ledende forskerne som var blitt igjen i Norge satte pris på Petterssens antydninger om at de tilhørte et annenrangs miljø. Og hvem var Petterssen til å uttale seg? Solberg så seg nødt til å påpeke Petterssens teoretiske mangler overfor Københavns universitet, mens Einar Høiland uttrykte skepsis til Petterssens intensjoner for å vende tilbake til Norge i utgangspunktet. I et brev til Arnt Eliassen gjenga han innholdet i en hyggelig samtale han og Jørgen Holmboe hadde hatt i Presseklubben. I tråd med oppslaget i *Aftenposten* hevdet Holmboe at Petterssen ville forlatt Norge uansett, og at dette var en avgjørelse som var tatt for lenge siden. Videre hadde Holmboe gitt uttrykk for at Petterssens arbeid i Norge ikke hadde vært drevet av personlige ambisjoner. Høiland stilte seg tvilende: «P[etterssen] var når det gjaldt hans opptreden og virke her hvit og uskyldig som en Guds engel. Han hadde aldri arbeidet for å fremme egne planer eller oppnå egen fordel. Hvis Holmboes syn er riktig, må jo P[etterssen] være den rene martyr og burde kanoniseres», bemerket han ironisk til Eliassen.⁷⁴²

Høiland var ofte snar med å dele ut karakteristikk, og akkurat denne av Petterssen var ikke den mest flatterende. Den hadde jo også preg av å være en spekulasjon. Likevel kan den også tolkes som et uttrykk for avmakt over at nasjonen ble ribbet for sine beste ressurser. Tyngdepunktet i forskningen befant seg helt uomtvistelig i utlandet, og det kunne være sårt for dem som ble igjen å observere at ledende aktører søkte seg bort. Forståelsen var atskillig større for yngre forskere som Eliassen og Fjørtoft som måtte utenlands for i det hele tatt å kunne forske.

Like oppgitt var Høiland over Jacob Bjerknæs. Carl Godske var den eneste norske meteorologen Bjerknæs hadde invitert til å holde foredrag under kongressen til Den internasjonale union for geofysikk og geodesi i Oslo samme år. Høiland, som sammen med Solberg sto som arrangør av kongressen, reagerte svært negativt på utelatelsen av norske innslag under meteorologisesjonen. I brevet der han omtalte Sverre Petterssens avskjed viet

⁷⁴¹ «Sverre Petterssen slutter som værvarslingsjef», *Aftenposten*, 24. juli 1948.

⁷⁴² Høiland til Eliassen, 8. august 1948, Arnt Eliassens arkiv.

han også noen linjer til å uttrykke frustrasjon over Bjerknæs' forberedelser til kongressen: «Saken er at ikke en eneste her i Oslo har fått noen som helst underretning om temaer som skal behandles eller frister for anmeldelse og innlevering av foredrag, en aldeles merkelig opptreden av sekretæren, norskamerikaneren Jack Bjerknæs». ⁷⁴³ Høiland mente dette åpenbart måtte bety at Bergensskolen hadde emigrert til California.

Sverre Petterssens rake motsetning

Professoratet i København ble utlyst for andre gang i november 1950, på et tidspunkt da Danmarks sikkerhetspolitiske spenninger var i ferd med å bli avklart. I 1949 hadde landet vært med på etableringen av Nato, og i april 1951 ble danske og amerikanske myndigheter enige om en avtale om Grønland. USA sa fra seg suverenitet til Danmark fordi de fortsatt hadde den ønskelige kontrollen over øya. ⁷⁴⁴ For eksempel beholdt amerikanerne full råderett over de militære basene.

Stillingen som professor i meteorologi ville altså ikke ha den strategiske betydningen som man hadde sett for seg i utgangspunktet. Nå var det først og fremst kandidatenes faglige kvalifikasjoner og evner som forskere som ville bli vektlagt. ⁷⁴⁵ Professoratet var blitt en mulighet Ragnar Fjørtoft kunne gripe. Han søkte per telegram fra Washington D.C. 15. januar 1951.

Maiken Lolck kaller Ragnar Fjørtoft for Sverre Petterssens rake motsetning, en beskrivelse som kan nyanseres noe. Det er helt riktig at Fjørtoft var utdannet med teoretisk meteorologi som spesialfelt, og at han var en dyktig matematiker. I kontrast til dette var Petterssens vitenskapelige arbeid av praktisk natur. For det første må det imidlertid understrekes at Petterssen ikke var like uegnet teoretisk som Halvor Solberg ga uttrykk for. For det andre hadde Fjørtoft, i likhet med Petterssen, store kunnskaper innen værvarsling. Petterssen hadde sågar utdannet ham i praktisk meteorologi og vært sjefen hans i den norske værtjenesten. Da Fjørtoft et par år tidligere søkte en stilling ved Norges tekniske høyskole, la han ved en attest

⁷⁴³ Høiland til Eliassen, 8. august 1948, Arnt Eliassens arkiv.

⁷⁴⁴ Roberts, «Nordic or national?», 69.

⁷⁴⁵ Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 50.

fra Petterssen, som angivelig rangerte Fjørtoft fremst blant alle medarbeiderne sine noensinne,⁷⁴⁶ så det fantes i det minste en gjensidig respekt.

Når det gjelder personlige egenskaper, er det helt riktig å si at de var motsetninger. Sverre Petterssen var en handlingens mann med høytstående kontakter i flere land. Det er ganske sikkert at Fjørtoft neppe ville hatt de samme forutsetningene for jobben som Petterssen, dersom en del av arbeidsinstruksen var å sikre Danmarks interesser i et politisk spill om Grønland.⁷⁴⁷ Han hadde riktignok vært politisk aktiv tidligere, men ikke på en måte som ville komme til hjelp her. Fjørtoft hadde heller aldri deltatt i noen form for forskningspolitisk virksomhet. Han var teoretiker, og søkte seg til Danmark for å slippe å måtte gå tilbake til stillingen som værvarsler ved Meteorologisk institutt.

Det var bare to søkere til professoratet: Fjørtoft og svensken Alf Nyberg, som var 2. dosent ved Stockholms Högskola og 1. statsmeteorolog ved Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.⁷⁴⁸ Bedømmelseskomiteen var den samme, bortsett fra at denne gang fikk Halvor Solberg med seg Erik Palmén til å bedømme søkerens vitenskapelige kvalifikasjoner. Selv om Nyberg var kvalifisert for stillingen, og hadde flere publikasjoner enn Fjørtoft, var det nordmannen som ble utpekt, først og fremst på grunn av sine forskermeritter.⁷⁴⁹ Nybergs publikasjoner omhandlet stort sett synoptisk meteorologi eller instrumentkunnskap, det vil si at han i likhet med Petterssen befant seg utenfor den rene teoretiske meteorologi. Fjørtoft hadde hele sin vitenskapelige produksjon innen teoretisk meteorologi og arbeidene hans var vel ansett. I tillegg hadde han, ifølge innstillingen, vist den største evne til å trenge i dybden. Det var naturligvis heller ingen ulempe at han hadde erfaring fra den norske værvarslingstjenesten og fra prestisjeprosjektet i Princeton. I innstillingen ble det dessuten understreket at Fjørtofts forskning var svært ambisiøs.

Komiteen skrev:

⁷⁴⁶ Sakkyndighetsuttalelse, Fredrik Vogt, 5. januar 1949, Halvor Solbergs arkiv [jeg har ikke lest Petterssens attest].

⁷⁴⁷ Petterssen skrev riktignok i sin selvbiografi at han omtrent på samme tid avslo et tilbud om å lede et privat forskningsprosjekt innen utforskning av arktiske områder fordi han kjente sin egen begrensning: «Ingen kunne påta seg en slik oppgave uten å beherske den politiske balansekunst, og jeg visste at mine evner på dette felt var helt utilstrekkelige.» Jeg tør likevel påstå at Petterssen var bedre kvalifisert akkurat på dette området. Tilbudet fra Danmark ble ikke nevnt i Petterssens bok, annet enn at han skrev at han fikk «tilbud fra forskjellige hold». Petterssen, *Kuling fra nord*, 280.

⁷⁴⁸ Nyberg ble i 1955 sjef for denne institusjonen (øverdirektør).

I det hele giver han indtryk af at være en yderst entusiastisk og aktiv natur, som ikke skyr nogen vanskelighed for at nå frem til sit mål. Med friskt mod giver han sig i kast med de mest indviklede problemer i den teoretiske meteorologi, og denne pågåenhet synes at være parret med god dømmekraft og en vel utviklet kritisk sans, som hindrer ham i at begå dumheter.⁷⁵⁰

Disse pene ord forteller at Fjørtoft etter Princeton-oppholdet hadde opparbeidet seg et ry som teoretisk forsker, og han ble dermed ansett som et opplagt valg for professorstillingen. Solberg hadde ingen betenkeligheter med å anbefale sin tidligere elev. Innstillingen forelå i slutten av juni 1951, og 22. oktober ble Fjørtoft konstituert professor i København.

Et professorat ved Københavns universitet høres forlokkende ut, men det var allment kjent at Danmark ikke var noen meteorologisk supermakt. Den nye professoren ville måtte utmeisle virksomheten på egenhånd. Det er ingenting som tyder på at Fjørtoft var henrykt over sin nye stilling. Ifølge Einar Høiland ga han uttrykk for at han sannsynligvis ville foretrukket forskerstilling ved Institutt for vær- og klimaforskning dersom en slik mulighet hadde materialisert seg i tide. Høiland brukte Fjørtofts ansettelse i København som argument for å gi Arnt Eliassen tilfredsstillende betingelser i Norge. Nasjonen hadde ikke råd til å miste enda en forskerbegavelse.⁷⁵¹

Han trådte inn i stillingen i januar 1952, men kona og barna ble igjen i Oslo til over sommeren. Etter hvert bosatte familien seg i Nærum, en liten togtur unna København, og de tok danske statsborgerskap (som var en forutsetning), men sa ikke opp plassen i borettslaget hjemme i Oslo.

Fjørtofts virke som professor

Fjørtoft fant seg aldri helt til rette ved Københavns universitet, noe som blant annet skyldtes det fraværende faglige miljøet i Danmark. Han hadde heller ikke gode arbeidsforhold, og fikk tildelt et lite rom i den eldste delen av Meteorologisk Institut.⁷⁵² Selv om det var

⁷⁴⁹ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, 290–297.

⁷⁵⁰ *Universitetets årbog 1948 – 1953*, 296.

⁷⁵¹ «Fra rådet for Videnskaps-Akademiets institutt for vær- og klimaforskning», til Norges Almenvitenskapelige forskningsråd, 16. november 1951, Arnt Eliassens arkiv, administrative papirer.

⁷⁵² «Danskene beklager at de mister norsk professor», *Verdens Gang*, 18. november 1955.

meningen at professoratet i teoretisk meteorologi skulle sørge for et vitenskapelig fundament for den praktiske meteorologien, var det liten interesse for Fjørtofts ideer ved Meteorologisk Institut.⁷⁵³ Og til tross for at universitetsutvalget som henstilte om å opprette professoratet, sterkt understreket at nye lokaler var en forussetning for å få full gevinst av stillingen, ble Fjørtoft værende på sitt vesle kontor. Det finnes få spor etter ham, men foruten forskning og undervisning ved universitetet vet jeg at han satt også i et firemannsråd som koordinerte sivil og militær værtjeneste i Danmark.⁷⁵⁴

Kort tid etter innsettelsen fikk Fjørtoft imidlertid to vitenskapelige assistenter fra den danske værtjenesten: Erik Eliassen og Aksel Wiin-Nielsen, etter et par år kom også Hans Buch.⁷⁵⁵ Eliassen og Wiin-Nielsen hadde bakgrunn som fysikere, og begge skulle senere gjøre karriere innen dynamisk meteorologi. Wiin-Nielsens egen beretning om hvordan han gjorde sin inntreden i disiplinen forteller en hel del om de rådende forholdene.⁷⁵⁶

I 1951 var Aksel Wiin-Nielsen nyutdannet matematikk- og fysikklærer på en av øyene i Østersjøen. Som innflytter på øya følte han seg ikke velkommen, og han hadde innsett at livet som lærer ikke svarte til forventningene. Han var desillusjonert og ønsket bare å komme seg vekk. Tilfeldigvis leste han et intervju med den nyansatte professoren Ragnar Fjørtoft i søndagsavisa. Fjørtoft uttalte noe i retning av: Dersom det finnes noen der ute med god bakgrunn i matematikk og fysikk og som er interessert i meteorologi, kan jeg tilby arbeid på et prosjekt jeg er i ferd med å starte.⁷⁵⁷

⁷⁵³ Lolck, «Klima, kold krig og iskerner», 51. Lolcks kilde er et intervju med Erik Eliassen. Det samme synet blir også uttrykt i «Fremragende forsker: Siger farvel og tak», *Politiken*, 11. september 1955.

⁷⁵⁴ Ragnar Fjørtoft til Kongen, «Curriculum Vitae», 21. november 1954, boks L0281 Tilsetting og avskjed. Meteorologisk institutt, mappe 2 Direktørstillingen. Fjørtoft, Ragnar 1954-55, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

⁷⁵⁵ Taba, «The *Bulletin* interviews: Professor R. Fjørtoft», 10; Carlsen, «Vejrtjenesten fra 1945», 114;

Aksel Wiin-Nielsen, intervjuet av Joseph Tribbia, Warren Washington og Akira Kasahara, 29. juni 1987, 6. Wiin-Nielsen nevner ikke Erik Eliassen, og de andre kildene nevner ikke Hans Buch, så dette har jeg ikke helt på det rene.

⁷⁵⁶ Aksel Wiin-Nielsen, intervjuet av Joseph Tribbia, Warren Washington, Akira Kasahara, 29. juni 1987, 2-4.

⁷⁵⁷ «If there's anybody around who has a good background in mathematics and physics and has an interest in meteorology, I am in the market for hiring a couple of these people to work on a project which I am about to start.» Aksel Wiin-Nielsen, intervjuet av Joseph Tribbia, Warren Washington, Akira Kasahara, 29. juni 1987, 3. Jeg vet ikke hvilken avis Wiin-Nielsen siktet til og har ikke klart å bekrefte historien, men i *Politiken* fra samme periode er i hvert fall Fjørtoft sitert på at «For det første gælder det om at få utklækket unge meteorologer, som kan tage en række opgaver op». «Foran langt bedre vejr-forudsigelser», *Politiken*, 1. februar 1952.

I påskeferien kom Wiin-Nielsen seg til København, og fikk snakket med både Fjørtoft og Helge Petersen ved Meteorologisk institut. De kom til en avtale: Han skulle ansettes ved Meteorologisk institut, og samtidig studere meteorologi under Fjørtoft. I den grad det var mulig for en nybegynner i faget, skulle han bruke omtrent halvparten av den tilgjengelige tiden på å assistere Fjørtoft. Wiin-Nielsen fulgte således Fjørtofts forelesninger i omtrent tre år.

Etter å ha presentert sin grafiske metode på konferansen i Stockholm, ønsket Fjørtoft å teste den ytterligere. Det fantes heller ikke ressurser til å gjøre så mye annet, så store deler av tiden arbeidet Fjørtoft, Erik Eliassen, Aksel Wiin-Nielsen og Hans Buch med metoden.⁷⁵⁸ Den vesle gruppa produserte mange grafiske værvarsler, men disse varslene kunne aldri analyseres samlet, fordi Fjørtoft til stadighet foreslo endringer ulike steder i prosedyren.⁷⁵⁹ I tillegg ønsket Fjørtoft å utvide modellen til å ta høyde for barokline effekter, noe som også kompliserte arbeidet. I artikkelen fra 1952 hadde Fjørtoft lovet en ny artikkel som skulle inneholde mer systematiske tester av den grafiske metoden, men dette arbeidet ble aldri slutført.⁷⁶⁰

Mange år senere skrev Wiin-Nielsen om denne perioden at han godt husket «the many pieces of semi-transparent paper which were necessary to complete even a simple barotropic forecast».⁷⁶¹ Fjørtoft forsøkte å raffinere metoden ved å lage optiske analogier til de matematiske uttrykkene. Lys ble sendt gjennom ark av tynn film, etter prinsippet at mengden lys som strømmet gjennom (transmittansen) representerte ulike funksjoner. Ideen var nok at de optiske filtrene kunne erstatte mye av den plundrete grafiske håndteringen av Greens-funksjonene. Arbeidet med metoden innebar iherdig kalibrering av film med ulik

⁷⁵⁸ Lennart Bengtsson, «Aksel Wiin-Nielsen 1924–2010», i *Eos, Transactions American geophysical union* 91, nr. 43 (26. oktober 2010), 395–396.

⁷⁵⁹ Aksel Wiin-Nielsen, «Numerical weather prediction: The early development with emphasis on Europe», i *50th anniversary of numerical weather prediction: Commemorative symposium. Potsdam, 9–10 March 2000: Book of lectures*, red. av Arne Spekat (Berlin: 2001), 38.

⁷⁶⁰ Aksel Wiin-Nielsen, «The birth of numerical weather prediction», *Tellus* 43, nr. 4 (1991), 37–38.

⁷⁶¹ Wiin-Nielsen, «The birth of numerical weather prediction», 36–52.

lysgjennomstrømning, men førte ikke til anvendelige resultater.⁷⁶² Det er tydelig at Fjørtoft og assistentene famlet seg fram uten helt å leve opp til Fjørtofts ambisjoner for prosedyren.

I tillegg til artikkelen der Fjørtoft presenterte sin grafiske metode, ble hans kanskje aller mest anerkjente arbeid utarbeidet i København-perioden. I artikkelen «On the change in the spectral distribution of kinetic energy for two-dimensional non-divergent flow», som ble fullført i april 1953, viste han at væskebevegelse arter seg markant forskjellig i to og tre dimensjoner.⁷⁶³ Innen turbulensforskningen var det kjent fra tidligere at store virvler mister energi til mindre virvler og at denne tendensen fortsetter helt til siste rest av energien blir til friksjonsvarme i de aller minste virvlene. I artikkelen påpekte Fjørtoft at dette imidlertid kun gjelder for tredimensjonal bevegelse. I todimensjonal divergensfri bevegelse er energi og virvling bevart. Siden strømsystemene i atmosfæren strekker seg over svært store områder, kan de regnes som todimensjonale. Dermed går kun noe av energien over til mindre virvler, og bare dersom energi også overføres motsatt vei til de større virvlene, viste Fjørtoft.⁷⁶⁴

Arbeidet er bemerkelsesverdig. Det ble skrevet i faglig isolasjon, og artikkelen har ikke en eneste referanse. Til forskjell fra den grafiske metoden var dette et rent teoretisk arbeid, der Fjørtoft brukte matematisk innsikt til å utforske hydrodynamiske problemstillinger – samme framgangsmåte som lå til grunn for mesteparten av hans tidligere forskning. Artikkelen har vært viktig for senere studier av todimensjonal turbulens og energifordeling i atmosfærens strømsystemer.⁷⁶⁵

Fjørtofts arbeid i København viser at han åpenbart ikke hadde vansker med å tilpasse forskningen sin til ressursene som fantes der han til enhver tid befant seg. Vi kan dessuten fastslå at det absolutt ikke var unaturlig at Fjørtoft arbeidet hardt med å utvikle

⁷⁶² Persson, «Early operational Numerical Weather Prediction outside the USA: Part II: Twenty countries around the world», 284;

Taba, «The *Bulletin* interviews: Professor R. Fjørtoft», 5.

⁷⁶³ Ragnar Fjørtoft, «On the change in the spectral distribution of kinetic energy for two-dimensional non-divergent flow», *Tellus* 5, nr. 3 (1953), 225–230; Solberg til Kirke- og undervisningsdepartement, 12. juli 1955, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

⁷⁶⁴ Arnt Eliassen, «70 år», *Arbeiderbladet*, 1. august 1983.

Taba, «The *Bulletin* interviews: Professor R. Fjørtoft», 5.

⁷⁶⁵ Arnt Eliassen, «70 år», *Arbeiderbladet*, 1. august 1983.

Palm, «Minnetale over professor Dr. Philos. Ragnar Fjørtoft», 108.

enmannsmetoder for fattige værvarslings tjenester. Den grafiske metoden ble da også innført ved Meteorologisk institutt i Danmark, der slike varsler ble produsert i flere år.

Utsiktene til en elektronisk regnemaskin virket dårlige; det fantes ingen konkrete planer om dette i Danmark. Imidlertid var regnemaskiner i ferd med å bli tatt i bruk i Norge og framfor alt i Sverige. Fjørtoft syntes derfor det kunne være en god idé for framtida å ha én felles regnemaskin for værtjenestene i Skandinavia.⁷⁶⁶ Denne tanken om nordisk og skandinavisk fellesskap var basert på allerede eksisterende samarbeid. Værtjenestene utvekslet allerede tallrike observasjoner, og blant enkelte forskere var det stadig konferanser og uformelle samtaler. For eksempel ivret Carl-Gustaf Rossby for et triangelsamarbeid mellom Oslo, Stockholm og København.⁷⁶⁷ Under et besøk i Oslo i 1952 påpekte Rossby i et intervju med *Aftenposten* at Eliassen, Fjørtoft og Bert Bolin i det store og hele arbeidet med det samme spørsmålet slik at alt lå til rette for utvidet samarbeid innen numerisk værvarsling. Således var det helt i Rossbys ånd at Fjørtoft havnet i København, selv om de største ressursene utvilsomt var samlet i Stockholm. Ved å ha gode kolleger i sentrale posisjoner forsøkte Rossby å bruke sin innflytelse til å få økt satsningen på meteorologisk forskning i nabolandene. Strategien lyktes imidlertid ikke så godt med tanke på København. Fjørtoft hadde flere besøk i Stockholm bak seg og kjente Rossby og de svenske miljøene godt, men utenom ham selv var det lite kontakt mellom meteorologer i Danmark og meteorologisk forskning i Norge og Sverige. Selv om Fjørtoft var tilhenger av felles-nordiske tiltak, fulgte han ikke opp slike initiativ. Han prioriterte sin egen karriere og vendte seg i stedet vestover. Under ett år etter han ble ansatt ved Københavns universitet startet han prosessen med å få permisjon til et nytt Princeton-opphold.

Fjørtofts andre Princeton-opphold

Jule Charney trivdes i Skandinavia. I 1952 tilbrakte han hele sommeren til langt ut på høsten i Norge, Sverige og Danmark. Barna Nora og Nicky var satt i barnepass på idylliske Ulvøya i Oslo, og fulgte sågar norsk skole i noen måneder.⁷⁶⁸ Charney ønsket å revitalisere aktiviteten

⁷⁶⁶ «Vort vejr er afhængigt af Amerikas bjerge», *Politiken*, 26. april 1953.

⁷⁶⁷ «Meteorologene bebuder en sikrere værvarsling», *Aftenposten*, 20. juni 1952.

⁷⁶⁸ Ukjent avsender til Jule og Elinor Charney, 17. oktober 1952, Charney papers, boks 1.

i Princeton ved å rekruttere Eliassen og Fjørtoft til nye opphold. Eliassen var som kjent motvillig, men Fjørtoft var desto mer interessert.

For å skape litt blest om meteorologifaget ved universitetet i København, arrangerte Fjørtoft en konferanse i slutten av oktober 1952.⁷⁶⁹ Jule Charney var til stede og fikk anledning til å luften tilbudet om et nytt oppdrag på meteorologiprojektet. Charney meddelte videre til John von Neumann at Fjørtoft kunne være interessert i å komme til Princeton, tidligst i februar 1953 og senest i september. Med liten skrift la Charney til at Fjørtoft hadde antydning at han ville akseptere et opphold på så mye som to år.⁷⁷⁰ Fjørtoft fikk dermed (i likhet med Arnt Eliassen) personlig invitasjon fra von Neumann. Invitasjonen var åpen, den gjaldt for ett eller to år; det var opp til Fjørtoft.⁷⁷¹ Fjørtoft hadde ingenting imot å komme til et mer aktivt miljø enn København. Han svarte gladelig ja, og hadde heller ingenting imot at lønna han var forespeilet var steget fra 5000 dollar til 8000 dollar per ni måneders akademiske år.⁷⁷² Fjørtoft mente det ikke skulle være noe problem å få permisjon fra universitetet i København for ett studieår, men han stilte seg tvilsom til om det var mulig å få permisjon i to år. Muligens kunne en ettårspermisjon forlenges på et senere tidspunkt. Von Neumann var veldig tilfreds med å få Fjørtoft over for et nytt opphold, og uttrykte at han var takknemlig for at Fjørtoft ville forsøke å få forlenget oppholdet. Det er åpenbart at nordmannen var svært ønsket.

Rapportene som kom inn fra Princeton, må ha gitt inntrykk av at tilstandene ikke var like produktive som under Fjørtofts forrige opphold. Siden Fjørtoft var der sist hadde projektet lagt fra seg den barotrope modellen, som Fjørtoft hadde forsket videre på i Oslo og København. Charney og de andre hadde nå forsøkt å gjøre varsler basert på en baroklin tilnærming. I motsetning til den barotrope tilnærmingen der tettheten bare avhenger av lufttrykket kan tettheten i en baroklin modell også være funksjon av temperaturen. En baroklin modell åpner for vertikal bevegelse av luftlagene, noe som gir en mer realistisk

⁷⁶⁹ Ragnar Fjørtoft til Arnt Eliassen, 18. oktober 1952, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁷⁷⁰ Charney til von Neumann, 17. november 1952. Jule Charney papers. Omtalt i Harper, *Weather by the numbers*, 190. Harper skriver at Eliassen ville være tilgjengelig for et toårsopphold; her blander hun sannsynligvis med Fjørtoft.

⁷⁷¹ John von Neumann til Ragnar Fjørtoft, 11. desember 1951, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

⁷⁷² Jule Charney til Ragnar Fjørtoft, 27. juni 1949, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers; Ragnar Fjørtoft til John von Neumann, 28. januar 1953, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

beskrivelse av atmosfæren. Barotrope og barokline effekter kunne dessuten utspille seg på en og samme tid. Som testsituasjon brukte gruppa en kraftig storm som herjet østlige deler av USA i november 1950, uten at den amerikanske værtjenesten hadde forutsett dimensjonene av den. Testvarselet ga gode resultater.⁷⁷³ Det var blitt utført på IAS-maskinen til John von Neumann, som endelig hadde kommet i drift. Metoden var derfor betydelig raskere enn ved Eniac-eksperimentet to år tidligere.

Forsøket vakte imidlertid ikke like mye oppsikt. Nyhetens interesse var gått over, men forskningsstøtten fra «Office of Naval Research» til prosjektet var minst like stor. Meteorologene måtte dele den ledige tiden ved regnemaskinen med andre prosjekter som von Neumann administrerte. Viktigst var naturligvis hemmelige prøveberegninger som ledd i utviklingen av hydrogenbomben, men også stjerneutvikling og arveforskning ble programmert på IAS-maskinen i denne perioden.⁷⁷⁴

Dette andre Princeton-oppholdet for Fjørtoft ville bli en svært beleilig sjanse for å komme seg vekk fra den faglige isolasjonen han opplevde i København, og blåse liv i den internasjonale karrieren. Arnt Eliassen hadde på denne tiden politiske reservasjoner mot å gå helhjertet inn i amerikansk forskning, mens Fjørtoft lot de faglige ambisjonene overstyre eventuelle betenkeligheter, i hvert fall i denne omgang. Hvem som betalte lønna, opptok ham mest av skattehensyn.⁷⁷⁵

Det var forholdsvis mange ansatte på meteorologiprojektet, fem meteorologer på det meste, men miljøet var preget av gjennomtrekk. Utvexling med Stockholm var kommet i gang for alvor. Svenskene Roy Berggren og Bert Bolin var i Princeton, det var også briten Eric Eady, mens Norman Phillips hadde permisjon og var i Stockholm. Kontinuiteten var representert ved Charney og nok en brite, Bruce Gilchrist. I tillegg til medarbeiderne nevnt over, hadde renommerte meteorologer som Jaques van Mieghem og Reginald Sutcliffe kortere

⁷⁷³ Jule Charney til Ragnar Fjørtoft, 9. juli 1953, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers. Se også: Harper, *Weather by the numbers*, 167–169.

⁷⁷⁴ Dyson, *Turing's cathedral*: om arbeid med hydrogenbomben, se kapitlet «Ulam's demons», særlig 214–216; om arveforskning, som ble utført av nordmannen Nils Aall Barricelli, se kapitlet «Barricelli's universe», 225–242; om forskning på stjerner, utført av Hedvig Selberg og den tidligere Svein Rosseland-assistenten Martin Schwartzschild, se 294–298.

⁷⁷⁵ Ragnar Fjørtoft til Jule Charney, 14. april 1955, boks 5, mappe 182, Jule Charney papers.

konsulentopphold. Det var også tre til fire ansatte kodere (programmerere), i tillegg til at meteorologer ansatt i flyvåpenet, marinen og den sivile værtjenesten stadig var innom.

Tidlig i 1953 hadde Princeton-prosjektet utviklet en modell som inkorporerte og kunne forutse syklogenese (utvikling av lavtrykk).⁷⁷⁶ Ulike interesser innen amerikansk værvarsling iverksatte etter dette en felles avdeling som fikk navnet «Joint Numerical Weather Prediction» og ble lagt til Washington D.C. Enheten utarbeidet daglige varsler basert på metodene til Princeton-prosjektet.⁷⁷⁷ Ved den offisielle åpningen 6. mai 1955 brukte regnemaskinen en halv time på å generere et 12-timersvarsel og én time på et 24-timersvarsel.⁷⁷⁸

Meteorologiprojektet hadde lyktes i å få i stand numeriske rutinevarsler. Selv om resultatet ikke var i nærheten av de opprinnelige ambisjonene fra noen år tilbake, syntes Charney og von Neumann de hadde nådd en milepæl, slik at retningen kunne endres noe. Prosjektet vendte gradvis oppmerksomheten bort fra døgnvarsler, og begynte å forske på andre spørsmål, særlig langtidvarsling. Fra sommeren 1953 til våren 1954, en periode Jule Charney kalte en overgangsfase, var det stor spennvidde i temaene de ulike medarbeiderne studerte.⁷⁷⁹ De forsket ikke lenger nødvendigvis på avgrensede spørsmål knyttet til ett felles mål. Denne arbeidsformen passet godt for Fjørtoft. Han tilbrakte mye tid på egenhånd med å videreutvikle Charney og Eliassens opprinnelige ideer om kvasigeostrofisk tilnærming.⁷⁸⁰

Fjørtoft forsøkte å glatte ut de matematiske uttrykkene på tilsvarende måte som han hadde gjort i arbeidet med den grafiske metoden.⁷⁸¹ Han brukte innsiktene fra sin grafiske løsning til mer generelle betraktninger til nytte for flere modeller. Samtidig kunne han arbeide med den grafiske metoden for dens egen skyld.

⁷⁷⁶ Jule Charney, «The institute for advanced study: The meteorology project: Progress report July 1, 1953 – March 31, 1954: Contract No. N-6-ori-139 (1), NR 082-008», boks 9, mappe 305, Jule Charney papers.

⁷⁷⁷ Se Harper, *Weather by the numbers*, kapittel 7.

⁷⁷⁸ Harper, *Weather by the numbers*, 222.

⁷⁷⁹ Charney, «Progress report July 1, 1953 – March 31, 1954», Jule Charney papers, 1–2.

⁷⁸⁰ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 9.

⁷⁸¹ Charney, «Progress report July 1, 1953 – March 31, 1954», Jule Charney papers, 8. Fjørtoft er nevnt i avsnittet «General theoretical investigations», der det står at han demonstrerte hvordan gjentatt glatting kunne anvendes til å løse generelle elliptiske, partielle differensiallikninger, og studerte spørsmålet om å forbedre den geostrofiske antagelsen i prognosene.

Fjørtoft deltok også i arbeidet med å forberede mulig langtidsvarsling. Han analyserte en rekke topografiske kart i håp om å få bedre forståelse av værfenomener på ulik skala og sammenhengene mellom dem.⁷⁸² Fjørtofts rolle var igjen å bidra med sin værvarslererfaring. Han tok altså ikke del i programmering eller forberedelser til flere numeriske tester.

Vi ser at Fjørtofts arbeid under det andre oppholdet var mer selvstendig, og mer teoretisk, enn ved det første engasjementet. Der Fjørtoft ved forrige opphold gjorde som han fikk beskjed om og arbeidet ut i fra en hypotese om barotropi han i utgangspunktet ikke hadde noe tro på, brukte han denne gang Princeton-prosjektet til å fremme egen forskning. Dette gjenspeiler både Fjørtofts interesser og utvikling som forsker, og den mer fragmenterte virksomheten ved meteorologiprojektet i Princeton i perioden. Fjørtoft var invitert for to år og hadde signalisert at permisjonen fra universitetet i København muligens kunne forlenges, men han gjorde så vidt jeg vet ingenting for å forlenge oppholdet utover de cirka 12 månedene han hadde fått permisjon til i første omgang.

Arbeidet med utglattung ble til artikkelen «On the Use of Space-Smoothing in Physical Weather Forecasting», som ble slutført midtveis i april 1955.⁷⁸³ Den var en videreføring av den grafiske metoden der han også tok inn barokline effekter, men uten de mest innviklede forsøkene fra arbeidet med assistentene i København.

Ble Fjørtofts metode brukt?

Den desidert mest verdifulle test av værvarslingsteknikker slik som Fjørtofts grafiske metode, er å bruke dem til hva de er ment for: daglige værvarsler. I 1955 ønsket den amerikanske meteorologen George Platzman å kartlegge i hvilken grad innsikter fra det gryende forskningsfeltet numerisk værvarsling faktisk ble tatt i bruk. Han utarbeidet en spørreundersøkelse som han sendte rundt til universiteter og værvarslingstjenester over hele verden.⁷⁸⁴ Undersøkelsen viste tydelig at den grafiske metoden etter kort tid var blitt tatt i

⁷⁸² Charney, «Progress report July 1, 1953 – March 31, 1954», Jule Charney papers, 6.

⁷⁸³ Ragnar Fjørtoft, «On the use of space-smoothing in physical weather forecasting», *Tellus* 7, nr. 4 (1955), 462–480.

⁷⁸⁴ Nebeker, *Calculating the weather*, 160; «Survey of the present worldwide status of work in the field of numerical weather prediction», 17. oktober

bruk ved flere værtjenester som ikke hadde tilgang på elektroniske regnemaskiner. Værtjenestene ved så forskjellige steder som Irland, Japan og New Zealand brukte metoden i rutinevarsling midt på 1950-tallet, og i det amerikanske flyvåpenet var den til dels svært populær. Værvarslingsenheten i US Air Force forfattet i 1955 en teknisk rapport som ga detaljert veiledning i Fjørtofts metode for å utarbeide 24 timers varsler for 500 millibar-flaten. I rapporten kan man lese at metoden hadde vist seg meget lovende, og alle avdelinger med bruk for slike varsler burde vurdere å ta den i bruk.⁷⁸⁵

Fjørtofts metode fikk med andre ord raskt en viss utbredelse – den var på reise. Metoden ble anerkjent som egen form for matematisk forankret værvarsling, på lik linje med prognoser produsert ved hjelp av elektroniske regnemaskiner, akkurat slik han håpet på.

Så tidlig som i 1954 ble metoden tatt inn i en meteorologisk lærebok, skrevet av østerrikeren Heinz Reuter.⁷⁸⁶ En annen kjent lærebokforfatter, Sverre Petterssen, var en av metodens største tilhengere og viet den mye tid og ressurser.⁷⁸⁷ Han dekket tilnærmingen utførlig i sin nyutgave av klassikeren *Weather analysis and forecasting*, som kom ut i 1956. I læreboka spådde Petterssen at grafisk integrasjon ville bli en grunnpilar («mainstay») i varslingen av bevegelsessystemer.⁷⁸⁸ Han skrev at hittil var ingen av modellene for numerisk og grafisk integrasjon blitt testet inngående. I overskuelig framtid var det derfor lite sannsynlig at én enkelt modell ville kunne gi tilfredsstillende resultater i alle tilfeller. Trolig måtte flere modeller utfylle hverandre, numeriske og grafiske.

Den grafiske metoden sikret meteorologen kontroll over værvarslingsproblemet gjennom hele prosessen, noe Petterssen anså som en fordel.⁷⁸⁹ Og å framstille værprognoser grafisk hadde alle meteorologer trening i. Sett fra en værvarslingsmeteorologs synspunkt ville

1955, University of Chicago, Department of Meteorology numerical weather prediction survey records, Charles Babbage institute collections, University of Minnesota, Minneapolis.

⁷⁸⁵ «Fjørtoft's graphical method for preparing 24-hour 500-mb prognostic charts», Air weather service technical report 105-131, april 1955, Charles Babbage institute collections.

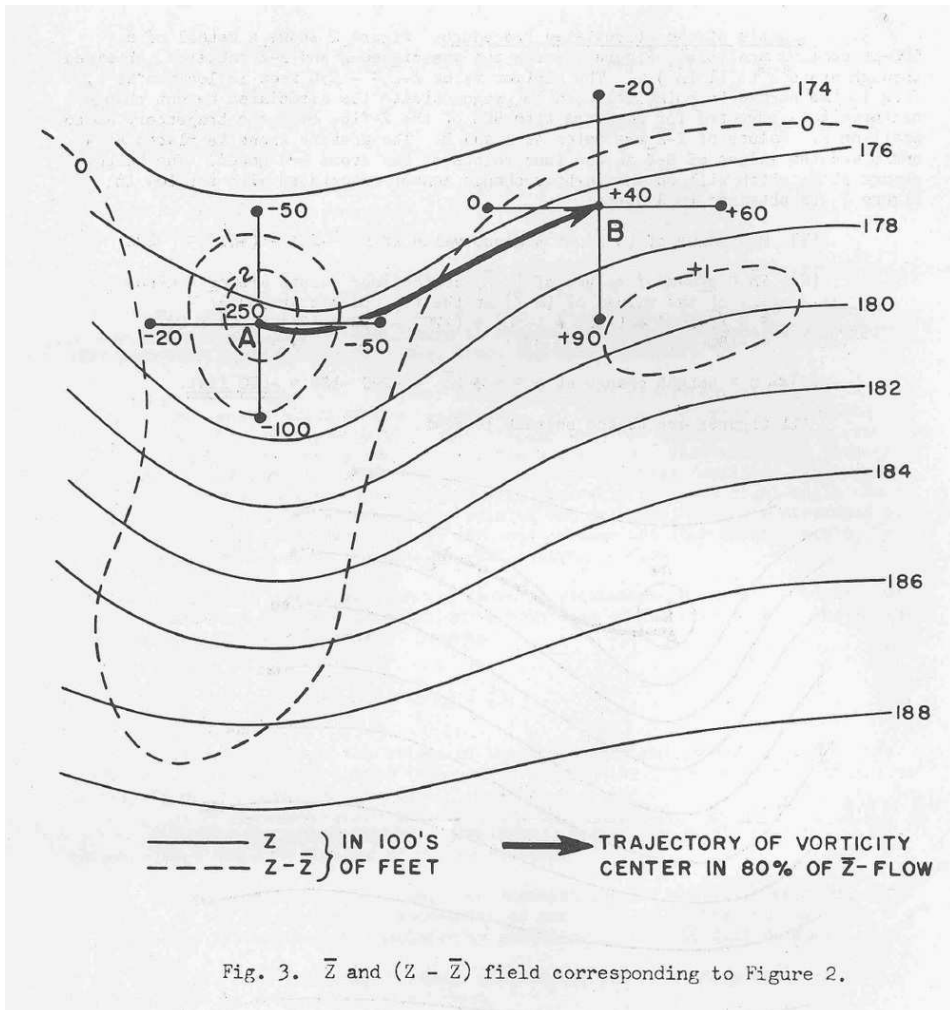
⁷⁸⁶ Heinz Reuter, *Methoden und Probleme der Wettervorhersage* (Wien: Springer-Verlag, 1954).

⁷⁸⁷ Gene E. Birchfield, «Summary of work being done in the field of numerical weather prediction by individuals or organizations who responded to a questionnaire from The University of Chicago dated 17 October 1955», Charles Babbage institute collections.

⁷⁸⁸ Sverre Petterssen, *Weather analysis and forecasting. Second edition* (New York: McGraw-Hill Book Company, 1956), 402.

⁷⁸⁹ Petterssen, *Weather Analysis and Forecasting*, 388.

metoden altså være mer intuitiv enn det å mate observasjonsdata inn i en elektronisk regnemaskin, for så å forhåpentligvis få ut vindhastigheten. Samtidig oppfylte den grafiske metoden vitenskapelige krav, som var viktige for mange i profesjonen, på en mer akseptabel måte enn den kvalifiserte gjettingen som konvensjonell værvarsling var basert på.



Fjørtofts grafiske metode framstår temmelig innviklet for uinnvidde. Figuren er hentet fra en veiledning utarbeidet i 1955 av værtjenesten i det amerikanske flyvåpenet. Den viser varslert forskyvning av et lavtrykk fra A til B i løpet av 24 timer. De heltrukne linjene (Z) angir høyden (i fot over havet) av 500 millibar-nivået. De stiplede linjene angir høyden av det tilhørende feltet $Z - \bar{Z}$, der \bar{Z} er romlig middelværdi av 500 mb-nivåene, og bestemmes grafisk med gjennomsiktig papir ut i fra Z -verdiene i kryssene rundt A og B. For å utføre prosedyren på figuren angir veiledningen at det trengs 16 ark gjennomsiktig papir (illustrasjon fra «Fjørtoft's graphical method for preparing 24-hour 500-mb prognostic charts», skaffet til veie fra Charles Babbage Institute).

Både i Petterssens avdeling ved University of Chicago og ved MIT forsket enkelte meteorologer videre på metoden.⁷⁹⁰ Interessant nok fikk ikke Fjørtofts metode umiddelbart innpass i de norske meteorologiske institusjonene. Carl Ludvig Godske ved Geofysisk institutt i Bergen var interessert og lanserte en mulighet om å modifisere metoden slik at den kunne anvendes ved hjelp av hullkort.⁷⁹¹ Denne ideen ble det imidlertid aldri noe av. Arnt Eliassen viste også interesse, men han ventet et par år med å virkelig sette seg inn i prosedyren. I Sverige, hvor det til motsetning fra i Norge og Danmark foregikk intensiv forskning på numerisk værvarsling, ble ikke den grafiske metoden prioritert inntil Fjørtoft-eleven Aksel Wiin-Nielsen brakte den med seg til Rossbys institutt i 1955. I den sivile svenske værtjeneste, der innsiktene fra forskningen ennå ikke var blitt omformet til anvendelige resultater, ble det produsert daglige grafiske varsler i omtrent ett år, i påvente av brukbare regnemaskinmetoder.⁷⁹²

Den mest originale bruken av Fjørtofts metode skjedde i Japan. Den unge forskningsassistenten Kanzaburo Gambo hadde etter et imponerende vitenskapelig arbeid basert på Jule Charneys doktorgradsavhandling blitt invitert av nettopp Charney til meteorologiprojektet i Princeton. Gambo var i Princeton fra 1952 til 1954. Han sendte jevnlige rapporter tilbake til det geofysiske institutt ved universitetet i Tokyo der det dannet seg en gruppe som ville forske på numerisk værvarsling. Det fantes ingen utsikter til elektroniske regnemaskiner, men det var nok av ivrige studenter, så Fjørtofts metode ble flittig brukt. De japanske meteorologene anvendte metoden som verktøy til å forske på problemstillinger fra numerisk værvarsling.⁷⁹³ Metoden ble altså brakt fra Princeton til det fremdeles svært avsondrede vitenskapelige miljøet i Japan gjennom forskermigrasjon. Den var blant forutsetningene for japansk numerisk værvarsling.

⁷⁹⁰ Se Mariano A. Estoque, «A prediction model for cyclone development integrated by Fjørtoft's method», *Journal of meteorology* 13, nr. 2 (1956); Mariano A. Estoque, «Graphical integrations of a two-level model», *Journal of meteorology* 14, nr. 1 (1957); Frederick Sanders og Edwin Kessler III, «A test of the application of vorticity charts», *Bulletin of the American meteorological society* 36 (1955).

⁷⁹¹ Carl L. Godske til George W. Platzman, 24. oktober 1955, Charles Babbage institute collections.

⁷⁹² Aksel Wiin-Nielsen, «Numerical weather prediction: The early development with emphasis on Europe», 38.

⁷⁹³ John Lewis og S. Lakshmiarahan, «Sasaki's pivotal contribution: Calculus of variations applied to weather map analysis», *Monthly weather review* 136, nr. 9 (2008), 3553–3567.

Den helt store forskningsinnsatsen internasjonalt uteble imidlertid, av flere grunner. For det første var metoden tett knyttet til Fjørtofts person og ikke så enkel å videreutvikle. For det andre var den barotrope tilnærmingen, som metoden var ment å erstatte, uansett i ferd med å bli erstattet av mer komplekse modeller etter som regnemaskiner ble tilgjengelige. Og for det tredje var den temmelig upraktisk.

Matematisk begrunnet værvarsling representerte muligens framtida, men gjorde så visst ikke meteorologenes arbeid enklere og mer harmonisk i pionértiden. Regnemaskinene duret og skranglet og kunne bryte sammen når som helst. Å dra nytte av dem krevde store doser taus kunnskap. Kun med det rette håndlaget kunne man få ut anvendbare resultater, og hver gang maskinen brøt sammen, var det bare å pakke sammen og prøve igjen i morgen. Fjørtofts grafiske metode gjorde heller ikke meteorologens hverdag enklere. Det kunne være noe ordentlig herk å løse de hydrodynamiske likningene grafisk. George Cressman, som var stor pådriver for Fjørtofts metode innad i det amerikanske flyvåpenet, har fortalt at metoden var et eneste stort griseri med fettstifter og smørpapir overalt.⁷⁹⁴

Som Anders Perssons så korrekt påpeker, tilbød Fjørtofts grafiske metode dårlige utstyrte værtjenester en slags smakebit av numerisk værvarsling.⁷⁹⁵ Men den viktigste årsaken til at Fjørtofts metode ble brukt, var at den fungerte.

Fjørtoft søker seg bort fra Danmark

Høsten 1954 reiste Fjørtoft tilbake til København, og i slutten av november søkte han på stillingen som direktør for de meteorologiske institusjoner i Norge. Våren 1955, mens han ennå ikke visste om han ville få direktørstillingen, ordnet han det slik at han kunne flytte hjem med familien. Institutt for vær- og klimaforskning ga ham en fri forskerstilling, og universitetet i København ga ham så mye permisjon at de kunne bo i Oslo.⁷⁹⁶

⁷⁹⁴ George Cressman, intervjuet av Warren Washington, Norman Phillips, Ron McPherson og Jim Howcroft, 24. august 1992, «Tape recorded interview project», UCAR [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsoph>].

⁷⁹⁵ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part II: Twenty countries around the world», 284.

⁷⁹⁶ Fjørtoft til Charney, 14. april 1955, Jule Charney papers.

Da dansk meteorologi mistet Fjørtoft, følte mange at de sakket akterut, ikke bare i forhold til Norge og Sverige, men også til de fleste andre land.⁷⁹⁷ Pressen slo opp at Fjørtoft selv hadde søkt seg bort på grunn av de uholdbare forholdene ved Meteorologisk institut. Planene om å sørge for nye lokaler ved universitetet, slik meteorologikomiteen i 1947 mente var en forutsetning for vitenskapelig framgang, ble ikke gjennomført i tide. Elendige arbeidsforhold og ikke-eksisterende interesse drev ham til Oslo, hevdet *Politiken*.⁷⁹⁸ Dette fikk stå for journalistens regning; «[d]et kan være så mange grunner til at man skifter stilling og arbeidssted», parerte Fjørtoft kryptisk.⁷⁹⁹ Selv om han uttalte i avisa at han fikk god støtte, viste han gjennom sine stadige permisjoner at han ikke var spesielt tilfreds over situasjonen i Danmark. Dessuten hadde han og familien ikke egentlig ønsket seg til Danmark i utgangspunktet, og så fram til å slå seg ned i Oslo igjen.

Københavns universitet og Meteorologisk institut slet med å finne en verdig etterfølger. Erik Eliassen overtok Fjørtofts undervisningsforpliktelser og også det administrative ansvaret, men professoratet ble ikke utlyst på nytt før i 1960.

Da Fjørtoft flyttet hjem, innså han at Aksel Wiin-Nielsen havnet i en kinkig situasjon. Han inviterte dansken med seg til Stockholm, hvor han skulle holde noen forelesninger. Der konfererte han nok med Rossby, for da Wiin-Nielsen skulle reise tilbake til København, fikk han i forbifarten beskjed fra Rossby om at han kom til å høre fra ham. Kort tid etter fikk Wiin-Nielsen åpen invitasjon til Stockholm for minst et halvt år. På karakteristisk vis så Rossby helst at det danske meteorologiske institutt skulle sørge for lønna.⁸⁰⁰

Da Wiin-Nielsen ankom Stockholm, ble han satt til å undervise i metoden i en utdanning for militære værvarslere. Ved Rossbys institutt ble det foreslått å sammenlikne barotrope varsler ved hjelp av regnemaskin og grafiske metoder. Wiin-Nielsen og islendingen Hlynur Sigtryggsson fikk oppdraget, men bestemte seg tidlig i prosessen for ikke å anvende Fjørtofts metode grafisk. I stedet tilpasset de Fjørtofts tilnærming til den elektroniske regnemaskinen

⁷⁹⁷ «Danskene beklager at de mister norsk professor», *Verdens Gang*, 18. november 1955.

⁷⁹⁸ «Fremragende forsker: Siger farvel og tak», *Politiken*, 11. september 1955.

⁷⁹⁹ «Gode muligheter for bedre værvarsling over lengere perioder», *Adresseavisen*, 1. november 1955.

⁸⁰⁰ Aksel Wiin-Nielsen, intervjuet av Joseph Tribbia, Warren Washington, Akira Kasahara, 29. juni 1987, 5–6.

Besk. Resultatene var omtrent de samme i gjennomsnitt, selv om enkelte varsler kunne sprike kraftig i den ene eller andre retningen.⁸⁰¹

Wiin-Nielsens innsats innen grafisk og numerisk værvarsling var ikke nok til å sikre ham jobben som Fjørtofts etterfølger da professoratet i 1960 endelig ble utlyst igjen. Erik Eliassen, som hadde forsket innen noe mer tradisjonell dynamisk meteorologi ble foretrukket. Arnt Eliassen var i komiteen som utpekte Eliassen til professoratet.⁸⁰² I årene som fulgte arbeidet Wiin-Nielsen flere steder i USA, før han i 1970 ble professor i Bergen etter Carl Godske.⁸⁰³ Bare tre år senere forlot han stillingen for å bli den første direktøren for European Centre for Medium-Range Forecasts (ECMWF). Han ble til slutt professor i København, i 1986, og gikk av med pensjon i 1994. Erik Eliassen ble værende i professorstillingen inntil han avtrådte for aldersgrensen i 1992. I 1960 greide han å komme til bunns i et av Halvor Solbergs uløste problem om stabilitet av frontbølger.⁸⁰⁴ Han ga også flere bidrag til det teoretiske fundamentet for numerisk værvarsling. Eliassen og Wiin-Nielsen ble altså begge del av det samme internasjonale forskermiljøet som Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft tilhørte.

Ny direktør for Meteorologisk institutt

Da de meteorologiske institusjoner i Norge i 1955 skulle få ny direktør, ble ansettelsen sett på som strategisk viktig, fordi den antydte hva som skulle utgjøre fundamentet for virksomheten, og hvilken retning instituttet skulle bevege seg. I de 89 årene siden etableringen hadde Meteorologisk institutt kun hatt tre sjefer. Instituttets første bestyrer, Henrik Mohn, ledet institusjonen i 47 år. Aksel Steen, som ble direktør i 1914 døde allerede i 1915, mens etterfølgeren hans Theodor Hesselberg satt 40 år i lederstolen. Siden krigen

⁸⁰¹ Hlynur Sigtryggsson og Aksel Wiin-Nielsen, «Experiments in numerical forecasting, using space-smoothed fields», *Tellus* 9, nr. 3 (1957), 296–312.

⁸⁰² *Universitetets årbog 1958 – 1963*, (København: 1973), 235–241 [tilgjengelig fra <https://tidsskrift.dk/index.php/kuaarbog/issue/archive>].

⁸⁰³ Jostein Goksøyr m. fl., «De ikke-biologiske realfagene», i *Universitetet i Bergens historie*, bind 2 (Bergen: 1996), 226–227.

⁸⁰⁴ Eliassen, «A brief historical account of hydrodynamic research at the University of Oslo», 7.

hadde institusjonen ekspandert kraftig og økt virksomheten innen flere områder. Spesielt luftfarten stilte som nevnt tidligere stadig økende krav til instituttets ressurser.⁸⁰⁵

De formelle kvalifikasjonene direktøren måtte inneha var nedfelt i reglementet for ansettelser: «For avdelingssjef, bestyrer, værvarslingsjef og direktør fordres dessuten [i tillegg til matematisk-naturvitenskapelig embetseksamen eller jevn god utdanning] vitenskapelige kvalifikasjoner på meteorologiens område.»⁸⁰⁶ En nemnd nedsatt av Kirke- og undervisningsdepartementet skulle uttale seg om kandidatenes vitenskapelige bakgrunn.⁸⁰⁷

Det var sju søkere til stillingen: Ragnar Fjørtoft, Anton Jakhelln, Kaare Langlo, Hans Munkebye, Georg Schou, Peter Thrane og Sigurd Winther Hansen.⁸⁰⁸ Komiteen som skulle uttalelse seg om søkerens kvalifikasjoner besto av avgående direktør Theodor Hesselberg, meteorologiprofessorene Carl Godske i Bergen, Halvor Solberg i Oslo og Carl-Gustaf Rossby i Stockholm samt oseanografiprofessor Harald Ulrik Sverdrup. Sverdrups uttalelse foreligger ikke, det gjør derimot en uanmeldt erklæring fra Geofysisk kommisjon.

Geofysisk kommisjon ble nemlig ikke rådspurt. Kommisjonen hadde ikke lenger den samme relevansen som på Vilhelm Bjerknes' tid. Da medlemmene ikke fikk være med på å bestemme det de mente var den kanskje viktigste sak som hadde kommet opp siden kommisjonen ble grunnlagt, ble de mektig forarget. De tok til orde for å supplere med Einar Høiland i bedømmelseskomiteen, for på den måten å sementere at det var vitenskapelige kvalifikasjoner som burde telle.⁸⁰⁹ Henvendelsen ble ikke tatt til følge, så kommisjonen fikk nøye seg med at to av fem medlemmer allerede var utpekt som sakkyndige.

⁸⁰⁵ Se for eksempel, Barlaup, *Det norske meteorologiske institutt 1866–1966* (Oslo: 1966), 70–73 og 77–79. Ynge Nilsen og Magnus Vollset, «En ny gullalder?», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016.

⁸⁰⁶ *Regler for De meteorologiske institusjoner* (Oslo: 1952), 22, paragraf 4, ledd 3.

⁸⁰⁷ *Regler for De meteorologiske institusjoner*, 11, paragraf 1, ledd 2.

⁸⁰⁸ Anton Jakhelln var avdelingssjef ved Meteorologisk institutts klimaavdeling. Kaare Langlo var sjef for teknisk avdeling i World Meteorological Organizations sekretariat. Hans Munkebye var kontorsjef ved Meteorologisk institutt. Georg Schou opprettet og ledet Schous Tekniske Institutt. Peter Thrane var værvarslingsjef ved Meteorologisk institutt. Sigurd Winther-Hansen var bestyrer for Værvarslinga for Nord-Norge.

⁸⁰⁹ Den geofysiske kommisjon til Det Kongelige Kirke- og Undervisningsdepartementet, 27. januar 1955, boks L0281 Tilsetning og avskjed. Meteorologisk institutt, mappe 2 Direktørstillingen. Fjørtoft, Ragnar 1954–55, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

De ulike uttalelsene fra bedømmelseskomiteen gir interessante tidsbilder på synet på meteorologi som disiplin og profesjon midt på 1950-tallet. Uttalelsene forteller mye om aktørene som har skrevet dem. De er imidlertid forbausende entydige. Alle de sakkyndige uttrykte hvor viktig forskning ville være for institusjonen, og samtlige mente det var maktpåliggende at akkurat Ragnar Fjørtoft ble ansatt i stillingen. Siden det sto uttrykkelig i ansettelsesreglementet at forskerkvalifikasjoner skulle vektlegges, burde i grunn Fjørtofts kandidatur være opplagt. Det var det kanskje også, men det er tydelig at mange mente meteorologien sto overfor et veiskille og ga uttrykk for dette.

Avtroppende direktør Theodor Hesselberg var den mest nøkterne av de sakkyndige. Han påpekte at Fjørtofts vitenskapelige produksjon var anvendbar for værvarslingen og at han gjennom sitt tidligere virke ved Meteorologisk institutt hadde «alminnelig kjennskap til administrasjonen». Hesselberg hadde også positive ting å si om flere av de andre søkerne, men satte likevel Fjørtoft «langt foran alle andre». Årsaken var at Fjørtoft var så sterk på alt som hadde med værvarsling å gjøre, den viktigste og vanskeligste oppgaven institusjonen hadde.⁸¹⁰

Halvor Solberg var åpen om at han manglet opplysninger som ville kunne bedømme søkerens administrative egenskaper, men slike kvalifikasjoner var uansett ikke hva han anså som viktigst i denne stillingen. Han skrev:

Jeg er oppmerksom på at etter enkelte søkers mening bør denslags [administrative] kvalifikasjoner tillegges en avgjørende vekt ved valget av den nye direktør. Men jeg er dypt uenig i en slik oppfatning av direktørembedets karakter. Vårt lands øverste meteorologiske embete bør bare kunne innehas av en forsker med et internasjonalt kjent navn på meteorologiens område.⁸¹¹

Ved de to siste utnevnelser av direktører for meteorologiske institusjoner i Vest-Europa hadde forskermerittene vært den viktigste kvalifikasjonen. I Storbritannia hadde for

Kommisjonen besto i 1955 av Arnt Eliassen, Carl Ludvig Godske, Theodor Hesselberg, Håkon Mosby og Finn Spinnangr. I det allerede nevnte reglementet for ansettelse sto det at Geofysisk kommisjon hadde som oppgave «å fungere som sakkyndig råd i spørsmål som av det offentlige måtte bli forelagt kommisjonen.»

⁸¹⁰ Theodor Hesselberg til Det Kongelige Kirke- og undervisningsdepartementet, «Embetet som direktør for De meteorologiske institusjoner» 15. juni 1955, boks L0281 Tilsetning og avskjed. Meteorologisk institutt, mappe 2 Direktørstillingen. Fjørtoft, Ragnar 1954–55, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

⁸¹¹ Solberg til Kirke- og Undervisningsdepartementet, 12. juli 1955, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

eksempel en ren forsker, Graham Sutton, nylig blitt utnevnt til direktør. Han var blitt foretrukket framfor lederen av værvarslingsavdelingen, James Stagg, som de fleste hadde ventet ville rykke opp til stillingen. Samme vurdering var blitt gjort i Sverige da Alf Nyberg ble ansatt.

Solberg uttrykte så sterkt han kunne at den beste forskerpersonligheten måtte innsettes i stillingen. Derfor var Fjørtoft det opplagte valget. Solberg skrev blant annet: «Hans dypt loddende arbeider har vakt stor oppsikt blandt fagfeller og hans navn har idag en meget god klang i samtidens teoretisk-meteorologiske sentra, især synes dette å være tilfellet i Amerika, hvor jeg flere ganger har hørt ham betegnet som en genial forsker.»⁸¹² Som allerede nevnt var Solberg mest opptatt av kandidatenes vitenskapelige evner, men han kom likevel med en ekstra anbefaling av Fjørtofts kandidatur:

Der foreligger ikke noen opplysninger om hans administrative evner; sannsynligvis har han aldri hatt anledning til å gjøre bruk av dem. Men han er utstyrt med et lett hode, en glimrende intelligens og et stort energiforråd, så det er neppe noen grunn til å tvile på at han i løpet av kort tid med letthet vil kunne sette seg inn i direktørens gjøremål og utføre administrasjonen av Meteorologisk institutt til alles tilfredshet.⁸¹³

Solberg summerte sitt kjennskap til Fjørtofts egenskaper som forsker og projiserte disse til en antakelse om hans evner som leder og administrator. En betydelig del av direktørens ansvarsområde var administrative gjøremål, så evner eller erfaringer i den retningen var neppe uvesentlige. Imidlertid ble vitenskapelige meritter vurdert som viktigst, så Fjørtoft var den beste kandidaten.

Carl-Gustaf Rossby benyttet anledningen til å gjøre rede for sitt syn på meteorologiens fortid, nåtid og framtid. Han skildret værvarslingsens gradvise evolusjon fra Bergensskolen, via nettverk av radiosonder og radarmålinger, til hans egen utforskning av de øvre luftlag. Videre tok han opp betydningen av atmosfærekjemi og kunstig vær (som han kalte «matter of elementary technological self-protection»). Til slutt ga han instruksjoner for instituttets virksomhet i framtida. Den nyansatte direktøren ved Meteorologisk institutt i Norge ville stå overfor tre betydelige utfordringer: 1) Å introdusere numeriske metoder i

⁸¹² Solberg til Det kgl. Kirke- og Undervisningsdepartement, 12. juli 1955, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

⁸¹³ Solberg til Det kgl. Kirke- og Undervisningsdepartement, 12. juli 1955, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

værvarslingsrutinene og organisere forskning som kunne bidra til utviklingen av metodene. 2) Å utvide institusjonens virksomhet slik at den også tok opp atmosfærekjemi og skyfysikk, samt formulere et grunnleggende forskningsprogram innenfor disse feltene. 3) Å løse stadig mer komplekse administrative og organisatoriske oppgaver på internasjonalt nivå.⁸¹⁴

Den første utfordringen burde den norske meteorologitjenesten ha alle forutsetninger for å ta på programmet. Utfordring nummer to dreide seg om forskningen han hadde tatt opp selv de siste årene. Slik forskning hadde i all hovedsak vært fraværende i norsk meteorologi hittil, men de Høiland-ledede forsøkene på kunstig nedbør var nettopp kommet i gang. Rossby hadde også forsøkt å dra i gang systematiske undersøkelser av den kjemiske sammensetningen av nedbør i Norge.⁸¹⁵ I Sverige var slik forskning i full gang. Den tredje utfordringen var spesielt klarsynt. Der Solberg ønsket en forskerpersonlighet, ville Rossby ha en forskerorganisasjon. Rossby bemerket at knapt noen meteorologer i verden var i stand til å produsere like original forskning som den Fjørtoft sto bak. Av den grunn ville Fjørtoft bringe unik kompetanse til feltet av direktører som representerte de nasjonale værinstitusjoner under møtene i World Meteorological Organization, mente Rossby. Hjemme i Stockholm ga han uttrykk for at han virkelig håpet Fjørtoft ville få stillingen.⁸¹⁶

Carl Ludvig Godske hadde som kjepphest at numerisk integrasjon av værutviklingen ikke ga en presis beskrivelse, all den tid været jo var bestemt av mer lokale forhold i tillegg. I tillegg til å påpeke dette, strødde han om seg med sitatvennlige karakteristikk av Fjørtofts arbeid. Han skrev for eksempel at Fjørtoft benyttet matematiske hjelpemidler «på en nesten virtuousmessig måte», og at han «er forblitt trofast mot de værkart han er vokst opp med i den meteorologiske etat og som han har arbeidet med i en rekke år, og driver aldri teoretisk forskning som «Selbstzweck»»⁸¹⁷

⁸¹⁴ Sakkyndigrapport, Carl Gustaf-Rosby til Kirke- og undervisningsdepartementet, 28. august 1955, boks L0281 Tilsetning og avskjed. Meteorologisk institutt, mappe 2 Direktørstillingen. Fjørtoft, Ragnar 1954–55, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

⁸¹⁵ Carl-Gustaf Rosby til Arnt Eliassen, 10. desember 1954; Arnt Eliassen til Knut Fægri, 15. desember 1954; Arnt Eliassen til Carl-Gustaf Rosby, 15. desember 1954, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁸¹⁶ Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 10.

⁸¹⁷ «Selbstzweck» betyr formål i seg selv;

Carl Ludvig Godske til Det kongelige kirke- og undervisningsdepartementet, «Vurdering av søkerne til embetet som direktør ved de meteorologiske institusjoner», 4. august 1955, boks L0281 Tilsetning og avskjed.

Godske mente dessuten at Fjørtofts forskning var blitt klarere etter USA-oppholdene, muligens var dette på grunn av kontakt med kolleger der. Om artikkelen Fjørtoft skrev sammen med Charney og von Neumann, uttalte han: «Denne avhandlingen er ikke bare klar, men direkte velskrevet – noe som kan skyldes de to andre forfatterne.». I konklusjonen het det at Fjørtoft hadde «overvunnet» formelle svakheter i tidligere arbeider. Vi kan si at Fjørtofts framstilling ikke lenger var uleselig, men eksklusiv.

Man skal ikke legge altfor mye i de sakkyndiges beskrivelser av Fjørtoft og de andre søkerne. Oppdraget er begrenset, så søkerne framstår ikke som mangesidige mennesker. Sjangeren innbyr til entydige karakteristikk. Like fullt er det påfallende hvor mye engasjement så mange personer utviste for Fjørtofts kandidatur. Det rådet bred enighet om at Meteorologisk institutt var viktig for norsk vitenskap og samfunnsliv, og at rivende utvikling i meteorologi internasjonalt gjorde at institusjonen sto overfor et veiskille. Det var sterk tiltro til at direktøren hadde makt til å styre virksomheten i den ene eller andre retningen. Ettersom vitenskap var veien til utvikling og suksess, måtte direktøren derfor også være den beste forskeren.

Ragnar Fjørtoft ble i statsråd 9. september 1955 utnevnt til direktør for De meteorologiske institusjoner i Norge.⁸¹⁸

Grafisk og vitenskapelig metode

I perioden fra 1950 til 1955 gikk Ragnar Fjørtoft fra å være meteorolog i den norske værtjenesten til å bli professor i København før han returnerte til Meteorologisk institutt i Oslo, denne gang som direktør. I løpet av disse årene etablerte han sin autoritet som forsker. Han var blitt vel ansett, hadde kontakter i flere land og fikk de jobbene han søkte på.

Hjem fra USA brakte Fjørtoft med seg en numerisk løsning av de hydrodynamiske likningene. Han tilpasset løsningsmetoden til hjemlige forhold uten tilgjengelige regnemaskiner. En elektronisk regnemaskin til systematisk bruk i værvarslingen var flere år

Meteorologisk institutt, mappe 2 Direktørstillingen. Fjørtoft, Ragnar 1954–55, Kirke- og undervisningsdepartementets arkiv.

⁸¹⁸ «1. Direktør for de meteorologiske institusjoner», *Stortingsforhandlinger 1956* (Oslo: 1956), 74.

«Professor Fjørtoft ny direktør for Meteorologiske», *Verdens Gang*, 9. september 1955.

unna. Dette var Fjørtoft klar over. Med sitt daglige virke i værvarslingen var det nærliggende for ham å utnytte innsiktene fra Princeton-prosjektet til å forbedre værvarslingsmetodene. Da den grafiske metoden først var utviklet, var det mest rasjonelt å forsøke å utvikle og promotere den.

Fjørtofts *grafiske metode* var et sinnrikt system for beregning av trykkforandring. Metoden ble praksis i flere værvarslingstjenester, men ble kun i liten grad utgangspunkt for videre forskning. Det kan være fristende å hevde at Fjørtoft også hadde sin særegne *vitenskapelige metode* og arbeidsform. Det var noe utpreget originalt og selvstendig over måten han arbeidet på. I sine viktigste publikasjoner siterte han nesten ingen andre forskere. Han var like fullt dyktig til å danne seg et realistisk bilde av muligheter og begrensninger i de forskningsmiljøene han til enhver tid befant seg i. Når Fjørtoft hadde mulighet, slik som i Princeton, innrettet han seg gladelig etter metodene og prinsippene som gjaldt, og var med sine evner i stand til å berike forskningen. Når ressursene, både økonomiske og menneskelige, ikke var til stede, arbeidet han derimot med vitenskap som ikke krevde slike ressurser. Vi ser også kontrasten mellom det første og det andre Princeton-oppholdet. Under det første oppholdet arbeidet han lojalt ut i fra andres problemstillinger; andre gang han besøkte Princeton brukte han de amerikanske ressursene til å videreutvikle sine egne ideer. Han brukte amerikanerne slik de brukte ham.

At Fjørtoft var så selvdreven, betyr at han var fri og original i forskningen sin. Han var imidlertid også egenrådig og virker nærmest uvillig i å sette seg inn i andres arbeid. Artikkelen hans var dessuten svært vanskelige å forstå. «Fjørtoft pleide å skrive på en slik måte at ingen kunne forstå noe som helst, og likevel visste jeg at det fantes mye visdom der, og jeg hadde klart å forstå noe av det, ikke alt, men lite grann», har Arnt Eliassen uttalt.⁸¹⁹ Den knappe skrivestilen ble i enkelte tilfeller et hinder for utbredelsen av Fjørtofts perspektiver. Mange vitenskapsmenn, kanskje spesielt Carl-Gustaf Rossby, hadde uansett svært høye tanker om ham.

Dansk værvarsling foregikk uten kontakt med akademiske miljøer. Værtjenesten var et underbruk av marinen. Bemanningen var knøttliten. Kulturen var ikke mottakelig for nye impulser. Etter krigen påvirket Grønland-spørsmålet mange samfunnsområder. Danskene

⁸¹⁹ Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989, [min oversettelse].

gjorde seg tøffe for å hevde sine interesser i nordområdene, og valgte en strategi uten nordisk vitenskapelig samarbeid. For å redde det geriatriske Meteorologisk institut, bestemte man å hente inn en meteorologiprofessor, som helst skulle være norsk.

Da Fjørtoft ankom Danmark ble han ikke plassert på universitetet. Han fikk sin arbeidsplass ved Meteorologisk institut, der han i stor grad fikk passe sine egne saker. Eventuelt samarbeid var opp til personlige initiativ og velvilje fra de ansatte i værvarslingstjenesten. Det var ikke samsvar mellom universitetets intensjoner og værtjenestens tradisjoner og behov.

At Fjørtoft forlot København for å bli direktør i Oslo, fortoner seg ikke så underlig når vi ser på meteorologiens stilling i Danmark og ressursene han hadde tilgjengelig. I København var han nødt til å bygge opp et institutt på egenhånd, uten å motta den støtten han kunne ønske seg. Da han befant seg i en isolert posisjon han ikke hadde oppsøkt selv, ble det derfor veldig forlokkende å ta ett år, kanskje to, i Princeton. Etter at han hadde søkt direktørstillingen i Norge, så han ikke engang bryet med å bli boende i København. Fjørtofts betydning for dansk meteorologi er vanskelig å vurdere siden han var der i en så kort periode, men han hadde i hvert fall konstruktiv innvirkning på sine få elever.

Da Fjørtoft ble direktør for Meteorologisk institutt i Norge, gikk han over i en ny rolle, som administrator. Det finnes flere mulige forklaringer på at Fjørtofts steg vekk fra den aktive forskerscenen og til en lederstilling. En delårsak kan være at rollen som leder i et viktig statlig foretak passet inn med Fjørtofts bakgrunn som motdagist og arbeiderpartimann. «Motdagistene var de fødte teknokrater i sosialismens tjeneste», har Trond Nordby hevdet i en artikkel om Arbeiderpartiets planstyre, der han inkluderer Fjørtoft blant de mange motdagistene som havnet i viktige stillinger i etterkrigstiden.⁸²⁰ En annen forklaring er Fjørtofts noe mangelfulle evner i å få sine innsiktsfulle tanker ned på papiret. Han bidro gladelig muntlig på seminarer og konferanser, men var ikke like flink til å slutføre egne artikler. Assistenten Aksel Wiin-Nielsen har spekulert i om Fjørtoft innså at han var tom for ideer, men dette stemmer nok ikke.⁸²¹ Fjørtoft forsket like energisk som tidligere, men evnet

⁸²⁰ Trond Nordby, «Statsutviklingen under Arbeiderpartiet», i *Arbeiderpartiet og planstyret 1945–1965*, red. av Trond Nordby (Oslo: Universitetsforlaget, 1993), 187.

⁸²¹ Aksel Wiin-Nielsen, intervjuet av Joseph Tribbia, Warren Washington, Akira Kasahara, 29. juni 1987, 29.

ikke i samme grad å holde seg på forskningsfronten. Han kom til færre unike resultater, og publiserte mindre.

En tredje forklaring er at jobben i Oslo representerte en mulighet til å komme seg vekk fra det uinspirerende miljøet i København. Spranget mellom de to posisjonene ble ikke regnet for å være altfor stort. Han ble utpekt til direktørstillingen på grunn av sine vitenskapelige meritter. Arbeidet medførte stort ansvar, god lønn og mye prestisje. Det meteorologiske miljøet i Norge forventet at Fjørtoft ville ta med seg sine vitenskapelige evner inn i ledergjerningen.

7. Å bli dus med regnemaskinene

Ragnar Fjørtoft begynte i stillingen som direktør ved Meteorologisk institutt 1. november 1955.⁸²² Fjørtoft kjente institusjonen godt etter å ha jobbet der få år i forveien. Han hadde forlatt en vitenskapelig bakevje i København, men var nå ikke lenger forsker; han var direktør og administrator. Fjørtoft disponerte mindre av sin tid enn tidligere, men desto mer penger. Han hadde myndighet til å gjøre endringer i den meteorologiske virksomheten i Norge. Denne myndigheten brukte han til å anskaffe en elektronisk regnemaskin.

Vitenskapeliggjøring av meteorologien og værvarslingen hadde vært en drivkraft for endringer i meteorologiske vørtjenester gjennom mange år. Virksomheten ved Meteorologisk institutt hadde vokst formidabelt siden krigen, men de ansattes tid var bundet opp i rutinearbeid. Som vi skal se i kapitlet, var det ikke slik at en regnemaskin alene kunne gjøre en stor forskjell. For at regnemaskinen skulle ha verdi, måtte det eksistere et forskermiljø som kunne gjøre seg nytte av den.⁸²³

På samme tid forsøkte Arnt Eliassen å tilpasse meteorologiforskningen og meteorologidisiplinen til store strukturelle omstillinger ved universitetene. Små institutter ble slått sammen, studenttallet økte formidabelt og studieordningen ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet var i ferd med å bli endret. Utenlandsk finansiering av norske forskningsprosjekter var blitt forholdsvis alminnelig, og endelig begynte elektroniske regnemaskiner å bli tilgjengelige. En lenge varslet innføring av systematiske studier i numerisk værvarsling var begynt. I hvilken grad tok Eliassen del i denne utviklingen?

I kapitlet presenterer jeg enkeltepisoder som kaster lys over hva Eliassen og Fjørtoft prioriterte da de kom i posisjon. Jeg må presisere at utvalget på ingen måte er uttømmende. Begge, og da særlig Fjørtoft, fikk flere nye oppgaver som skilte seg fra deres tidligere vitenskapelige forpliktelser. Jeg gir således eksempler både som bryter med og som forsterker tendensene i tidligere stadier av karrierene deres. For eksempel skal jeg vise

⁸²² «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1955 til 30. juni 1956: De meteorologiske institusjoner i Norge». Tusen takk til Magnus Vollset for lån av årsberetningene til Meteorologisk institutt.

⁸²³ «Meteorologenes regnemaskin innviet», *Aftenposten*, 13. mars 1962.

hvordan Arnt Eliassen fikk større innflytelse over meteorologidisiplinen nasjonalt og internasjonalt. Stadige internasjonale forpliktelser var ikke nødvendigvis forenlig med strategisk arbeid på hjemmebane. Todelingen av hans karriere i en norsk og utenlandsk del ble derfor opprettholdt, noe han mislikte og forsøkte å endre på. Fjortoft måtte tilpasse seg en helt ny rolle som administrator, men også forskningen hans endret karakter.

Regnemaskinenes inntog

Tidligere i 1955 hadde Fjortoft holdt en seminarrekke om sin grafiske metode ved alle de tre værvarslingssentralene: Oslo, Bergen og Tromsø. Han foreleste om teorien og ledet øvelser i praktisk anvendelse av metoden.⁸²⁴ Selv om metoden hadde eksistert noen år, var den hittil ikke blitt del av rutinene i den norske værvarslingen.⁸²⁵ Forelesningene vakte imidlertid betydelig interesse, særlig i Bergen, hvor værvarslingsmeteorologene de nærmeste årene innlemmet grafisk beregning av høydekart i prognosene, og i Tromsø, der man i en nimmånedersperiode avholdt ukentlige kollokvier om metoden.⁸²⁶

Omtrent på samme tid skrev Petter Dannevig tre artikler i det populærvitenskapelige tidsskriftet *Naturen* der han hevdet at norsk meteorologi var umoderne og uvitenskapelig.⁸²⁷ Dannevig etterlyste elektroniske regnemaskiner, nøyaktige beregninger og entydige resultater. Observasjonsgrunnlaget var blitt mye større siden andre verdenskrig, noe som hadde ført til flere meteorologer og utvidet tjeneste. Værvarslingsmetodene hadde imidlertid ikke utviklet seg nevneverdig. Utvidelsen av virksomheten hadde snarere virket mot sin hensikt, fordi værvarslerne arbeidet på skift og det var vanskeligere for den enkelte å opparbeide seg lokal erfaring.⁸²⁸ Værvarslingssjef Peter Thrane tilbakeviste Dannevigs

⁸²⁴ «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1954 til 30. juni 1955 for De meteorologiske institusjoner i Norge», 24.

⁸²⁵ Peter Thrane, «En oversikt over værvarslingstjenesten», *Naturen* (1954), 322–335; Birchfield, «Summary of work being done in the field of numerical weather prediction», Charles Babbage institute collections.

⁸²⁶ Pedersen, «Et tilbakeblikk», 36; «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1955 til 30. juni 1956 for De meteorologiske institusjoner i Norge», 67.

⁸²⁷ Petter Dannevig, «Værvarslingen ved korsveien», *Naturen* (1955), 226–233; Petter Dannevig, «Værvarslingsmetodene i søkelyset», *Naturen* (1955), 459–465; Petter Dannevig, «Værvarslingen og vitenskapen», *Naturen* (1956), 387–392; Vollset, «Asking too much?», 95.

⁸²⁸ Dannevig, «Værvarslingen ved korsveien», 230.

påstander og påpekte at værvarslingstjenester i alle land arbeidet etter de samme metodene som ble brukt i Norge.⁸²⁹ Selv om man på meteorologiske forskningsfronter tok i bruk elektroniske regnemaskiner og nå var i ferd med å utarbeide modeller for hele den atmosfæriske sirkulasjon, foregikk værvarslingen over hele verden stort sett i å tegne værkart basert på siste dagers utvikling. Hittil hadde ikke de hydrodynamiske likningene kommet til nytte i den norske værvarslingen. Thrane hadde imidlertid håp om at dette skulle la seg gjøre når den elektroniske regnemaskinen ved Forsvarets forskningsinstitutt på Kjeller kom i bruk.

Et annet element Dannevig etterlyste var langtidsvarsler. Meteorologisk institutt hadde vært tilbakeholdne med å offentliggjøre langtidsvarsler basert på statistikk, og lite konkret hadde kommet ut av arbeidet i institutt for vær- og klimaforskning. Det var riktignok forventninger til langtidsvarsling utarbeidet gjennom de hydrodynamiske likningene. Denne type varsler representerte framtida og ville være «av en annen art» enn statistiske betraktninger, mente værvarslingssjefen.⁸³⁰

Den første norske elektroniske regnemaskin, Nusse (Norsk Universell Siffermaskin Selvstyrt Elektronisk), ble aldri anvendt til meteorologiske formål selv om dette hadde vært et av de foreslåtte bruksområdene før maskinen var på plass. Nusse var krevende å ta i bruk, ustabil og ikke kraftig nok til å løse de hydrodynamiske likningene. Meteorologene hadde heller ikke stått i første rekke med problemer. Institutt for vær- og klimaforskning hadde for eksempel ikke vist interesse for å bruke den, og verken Halvor Solberg eller Arnt Eliassen var involvert i driften.⁸³¹

Maskinen som værvarslingssjef Peter Thrane satte sin lit til het Frederic (Ferranti Rapid Electronic DEfense Research Institute Computer) og ble bestilt av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) i 1954. Leverandør var det britiske firmaet Ferranti, der ingeniøren Frederic Calland Williams ved University of Manchester var sentral. Jan Garwick, matematiker ved FFI, tidligere assistent for Svein Rosseland ved Astrofysisk institutt og nøkkelperson i Utvalg for matematikkmaskiner, var i England og deltok i arbeidet med å

⁸²⁹ «Meteorologene verden over bruker blyant og viskelær», *Aftenposten*, 31. mai 1955.

⁸³⁰ «Meteorologene verden over bruker blyant og viskelær», *Aftenposten*, 31. mai 1955.

⁸³¹ For historie om Nusse, se for eksempel Per H. Jacobsen, *IT-historien @ Universitetet i Oslo* (Oslo: 2011), 20–23.

utvikle maskinen. Frederic ble ferdig installert sommeren 1957. Delvis på grunn av lite medfølgende programmeringsverktøy fra leverandøren, oppsto det en aktiv programmeringsgruppe rundt maskinen.⁸³² I tillegg til militær forskning ble Frederic ønsket brukt av flere vitenskapelige miljøer i Oslo-området, blant dem Meteorologisk institutt.⁸³³ Arnt Eliassen syntes mulighetene som åpnet seg virket meget forlokkende. Overfor Ragnar Fjørtoft uttrykte han håp om at de to kunne få anledning til et samarbeid.⁸³⁴

Tanken om at slike maskiner var elektroniske hjerner og skulle erstatte menneskelig tankekraft ble ofte trukket fram i medieomtale og preget til en viss grad folks forestillinger om dem. I de vitenskapelige miljøene rådet imidlertid et mer nøkternt syn på maskinenes potensial. «Regnemaskinene er som en hel stab av kontorassistenter som må gjøre et langt og kjedelig regnearbeide uten å tenke synderlig for meget», uttalte Carl Ludvig Godske i 1957.⁸³⁵ Han var for kort tid siden kommet hjem fra en seks måneder lang rundreise i USA med formålet å studere elektroniske regnemaskiner, og ønsket å få en til Bergen. I USA hadde Godske lagt merke til at personer som var det han kalte dus med regnemaskinene, var utrolig ettertraktet på arbeidsmarkedet. Bedrifter og forskningsinstitusjoner sloss om å få tak i dem som kunne håndtere maskinene. Det var her det virkelige hjernearbeidet lå. For at det nye verktøyet skulle løfte norsk vitenskap var det derfor viktig å utdanne nok personell slik at hjerner og maskiner kunne slå seg sammen.⁸³⁶

For sin egen del så Godske for seg å bruke regnemaskin til statistisk-matematiske metoder innen lokalmeteorologi, som hadde vært hans hovedeskjeft siden krigen. Den skulle erstatte hullkortmaskinen han hadde brukt flittig siden 1952. Miljøet ved Geofysisk institutt i Bergen var preget av en viss misnøye over at de største ressursene til regnemaskinbruk ble satt inn i Oslo. Utbyggingen av maskinene ved Forsvarets Forskningsinstitutt og Norsk regnesentral

⁸³² Njølstad og Wicken, *Kunnskap som våpen*, 304.

⁸³³ Drude Berntsen, «The pioneer era in Norwegian scientific computing (1948–1962)», i *History of nordic computing* (New York: Springer US, 2003), 27.

⁸³⁴ Eliassen til Fjørtoft, 8. november 1955, Arnt Eliassens arkiv.

⁸³⁵ «Elektroniske regnemaskiner avhengig av skarpe hjerner», *Aftenposten*, 12. april 1957.

⁸³⁶ «Elektroniske regnemaskiner avhengig av skarpe hjerner», *Aftenposten*, 12. april 1957.

foregikk med offentlige midler, mens i Bergen måtte det opprettes et aksjeselskap med flere ulike aktører inne i bildet.⁸³⁷

Testekontoret

Noe av det aller første Ragnar Fjørtoft gjorde som direktør var å tilby Arnt Eliassen 50 prosent-stilling som konsulent ved Meteorologisk institutt.⁸³⁸ Dette var del av et forsett om å øke den vitenskapelige aktiviteten og innføre matematisk værvarsling i en eller annen form. Han ba samtidig Eliassen, som befant seg i Amerika, om å studere den numeriske værvarsling i Washington og avlegge rapport. Fjørtoft ønsket ikke å involvere Einar Høiland i planene om å engasjere Eliassen før de var endelige, men både Halvor Solberg og Harald Sverdrup ble rådspurt. De gikk begge sterkt inn for forslaget, som imidlertid strandet på grunn av arbeidsbestemmelsene i Eliassens førsteamanuensisstilling.⁸³⁹ Eliassen gjorde like fullt enkelte konsulentoppdrag for Fjørtoft, for eksempel å skaffe Meteorologisk institutt den nødvendige litteratur om numerisk værvarsling.⁸⁴⁰ Etter flere år på hver sin kant gledet begge seg til å kunne samarbeide om ny teori, ny teknologi og nye metoder.

I løpet av sine første år som direktør iverksatte Fjørtoft flere tiltak for å utdanne personell til å bli dus med regnemaskinene. En betydelig del av hans egen arbeidstid gikk med til økonomi og administrasjon, så det var ikke bare ønskelig, men helt nødvendig å involvere ansatte i det vitenskapelige arbeidet dersom han skulle få i stand endringer.

Statsmeteorologene Odd Haug og Hans Økland, senere også Lars Haaland, ble instituttets lærlinger i numeriske metoder. Samtidig arbeidet Finn Pedersen ved Værvarslinga på Vestlandet med å utprøve den grafiske metoden.⁸⁴¹

⁸³⁷ «Utredning av behovet for elektronisk databehandling ved Universitetet i Bergen», 21. desember 1964, Papirer etter C. L. Godske, Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen.

⁸³⁸ Eliassen til Fjørtoft, 8. november 1955, Arnt Eliassens arkiv.

⁸³⁹ Ragnar Fjørtoft til Arnt Eliassen, 17. desember 1955, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁸⁴⁰ Ragnar Fjørtoft til Det Kongelige kirke- og undervisningsdepartementet, 20. juni 1956, boks 1, mappe 5 [merket 11], Arkiv etter Det norske meteorologiske institutt, Riksarkivet, Oslo [heretter kalt Meteorologisk institutts arkiv].

⁸⁴¹ «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1955 til 30. juni 1956: De meteorologiske institusjoner i Norge», 24.

Haug ble sendt på kurs i programmering av Frederic-maskinen og tilbrakte således mye tid på Kjeller utenfor Lillestrøm der den var lokalisert.⁸⁴² Imellom det øvrige arbeidet i værvarslingsstjenesten sammenliknet han prognoser utført med Fjørtofts metode og tilsvarende varsler foretatt i Stockholm med regnemaskinen Besk. Senere produserte han, etter en idé fra Fjørtoft, et program for numerisk analyse av høydekart og kart over lufttrykket ved bakkenivå. Økland forsøkte å tilpasse Fjørtofts grafiske metode til den elektroniske regnemaskinen. Han lagde også program for barotrope prognoser.⁸⁴³ Disse arbeidene ga de to værvarslingsmeteorologene et visst innpass i forskerverdenen. De skrev hver sin rapport, og resultatene ble sommeren 1957 lagt fram på en konferanse om numerisk værvarsling i Stockholm.⁸⁴⁴

I 1956 innredet Meteorologisk institutt et testekontor.⁸⁴⁵ Dette ble et sted hvor man under Fjørtofts ledelse undersøkte ulike framgangsmåter og modeller uavhengig av den regulære værvarslingen, med andre ord en miniversjon av den eksperimentelle værvarslingsavdelingen i Chicago. De fleste forsøkene dreide seg om ulike perspektiver ved numerisk værvarsling, slik som dem nevnt ovenfor, men også andre metoder ble utforsket.⁸⁴⁶ Fjørtoft hadde for eksempel ikke gitt opp den «fotometriske metode» han hadde brukt så mye tid på i Danmark. De første par årene i Oslo pågikk intens eksperimentering med optiske filtre for å løse

⁸⁴² «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1955 til 30. juni 1956: De meteorologiske institusjoner i Norge», 23.

⁸⁴³ «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1957 til 30. juni 1958: De meteorologiske institusjoner i Norge», 15.

⁸⁴⁴ Hans Økland, «Scientific report nr. 1: False dispersion as a source of integration errors», Det norske meteorologiske institutt (1958); Odd Haug: A numerical method for integration of the Poisson and Helmholtz equations», Scientific report nr. 2, Det norske meteorologiske institutt (1958);

«Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1956 til 30. juni 1957 for De meteorologiske institusjoner i Norge», 18.

⁸⁴⁵ Fjørtoft til Eliassen, 17. desember 1955, Arnt Eliassens arkiv.

⁸⁴⁶ I Meteorologisk institutts årsberetning nevnes de mange metodene som ble utprøvet. De fleste var varianter av numerisk værvarsling:

- «Anvendelse av utjevnedde felter i numerisk værvarsling»,
- «Falsk dispersjon som en feilkilde ved numerisk integrasjon»,
- «Utarbeidelse av en metode til integrasjon av Poisson- og Helmholtz ligningen».

Testekontoret studerte også andre tilnæringsmåter:

- «Beregning av relativ virvling som sirkulasjon rundt de deformerte ruter i et regulært gitter som er flyttet bakover i tiden i et utjevnet hastighetsfelt»,
- «Metoder til praktisk utførelse av forflytting i utjevnedde hastighetsfelter»,
- «Anvendelse av optiske filtre til numerisk integrasjon av lineære elliptiske differensialligninger ved Greens funksjon».

«Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1956 til 30. juni 1957 for De meteorologiske institusjoner i Norge», 18–19.

differensiallikninger. Blant annet gikk Meteorologisk institutt til innkjøp av elektrisk utstyr slik som galvanometer og fotoceller,⁸⁴⁷ motivert av en tanke om at det avgjørende steget i Fjørtofts metode kunne automatiseres. Vi ser at eksakte og objektive værprognoser var et naturlig mål, men det var ikke gitt at numerisk værvarsling var den raskeste veien dit. På dette tidspunktet ønsket ikke Fjørtoft å anskaffe en elektronisk regnemaskin før de hadde mer håndfaste resultater å bygge på, i hvert fall var det dette han kommuniserte utad.⁸⁴⁸ Dette var ikke så rart siden det bare eksisterte to maskiner i Norge, den ene allerede utdatert og den andre knapt ferdig. Fjørtofts bestrebelser med å lage en slags mekanisk værvarsling vitner om at han ikke forventet noen revolusjon den dagen maskinen var der.

En av hensiktene med å utrede numerisk værvarsling var at institusjonen håpet å lette arbeidsmengden for meteorologene og gjøre arbeidet mindre rutinepreget. Det ble også iverksatt andre tiltak der disse ønskene var enda mer eksplisitt. I 1958 opprettet Meteorologisk institutt kurs på ni måneder for å utdanne meteorologiske funksjonærer til flyværtjenesten. Instituttet startet kursvirksomheten av ren nødvendighet, fordi de trengte flere funksjonærer for å «holde tjenesten i gang». I tillegg ønsket ledelsen å overflytte fullt utdannede meteorologer fra rutinearbeid til forskning eller andre oppdrag.⁸⁴⁹ Instituttet regnet med at det ville være «lite hensiktsmessig å fortsette å bruke universitetsutdannet meteorologpersonale under flygeværtjenesten ved noen av de mindre tjenestestedene», blant annet fordi det var blitt vanskelig å finne ansatte som var villige til å arbeide på utpostene.⁸⁵⁰ Dersom en elektronisk regnemaskin kunne avlaste arbeidsstyrken, kunne instituttet tilby mer givende arbeidsoppgaver til en større andel av meteorologiprofesjonen. Regnemaskinen var altså en av flere løsninger på problemet at et fåtall meteorologer med utdanning søkte seg til rutinearbeid på avsidesliggende flyplasser.

Ragnar Fjørtoft tilpasset seg sin nye rolle som direktør ved å ikke gjøre dyptgripende endringer, men legge til rette for at vekst skulle foregå innen dynamisk meteorologi og numerisk værvarsling, grenene han var mest fortrolig med. Dessuten la han ikke vekk egen

⁸⁴⁷ Fjørtoft til Kirke- og undervisningsdepartementet, 20. juni 1956, Meteorologisk institutts arkiv.

⁸⁴⁸ «Det arbeides med elektronisk værvarsling også her», *Aftenposten*, 22. oktober 1958.

⁸⁴⁹ Barlaup, *Det Norske meteorologiske institutt 1866–1966*, 72–73.

⁸⁵⁰ «Innstilling om elektronisk databehandling i statsforvaltningen», vedlegg 1a, (september 1960), 3 [tilgjengelig fra nb.no].

forskning. Flere av hans tidligere vitenskapelige bedrifter var løsninger på utfordringer reist i den daglige værtjenesten, og han la ikke bort denne innstillingen selv om han var blitt administrator i statlig tjeneste. Studier av numerisk værvarsling og den grafiske metoden hadde han nå fått andre medarbeidere til å bistå med. Dermed dreide han sin egen oppmerksomhet i ledige stunder mot teoretiske spørsmål om den alminnelige sirkulasjon og energiprosesser i atmosfæren.⁸⁵¹ Skriftlig framstillingsevne var aldri Fjørtofts sterkeste side, så antallet publikasjoner var ikke spesielt høyt. Til gjengjeld var han den første tiden som direktør en gjenganger på konferanser og kollokvier, noe som brakte ham i jevnlig kontakt med universitetsmiljøet et par hundre meter unna.

Disiplinutviklingen ute og hjemme

Etter å ha sett meteorologiprojektet i Princeton bli oppløst, returnerte Arnt Eliassen til stillingen som førsteamanuensis ved Universitetet i Oslo forsommeren 1956. Den nye utgaven av Sverre Petterssens lærebok, med Eliassen som forfatter av to kapitler, kom ut dette året.⁸⁵² At Eliassens kapittel om numerisk værvarsling var kommet inn i Petterssens lærebok, markerte at tematikken nå var en del av den meteorologiske kanon og ikke bare et forskningsprosjekt blant en liten elite. Boka ble raskt standardpensum i meteorologiutdanninger over hele verden.

Året etter, i 1957, utkom Eliassen og Ernst Kleinschmidts artikkel om dynamisk meteorologi i serien *Handbuch der Physik*.⁸⁵³ Artikkelen (egentlig mer en bok) ble godt mottatt, men det spesielle formatet gjorde at den ble altfor dyr og svært vanskelig tilgjengelig. Eliassen fikk mange henvendelser fra utenlandske kolleger som ønsket å bruke artikkelen i undervisning, men Springer-forlaget i Tyskland nektet å lage særtrykk av den.⁸⁵⁴ Ifølge Philip Thompson

⁸⁵¹ Arnt Eliassen til Jule Charney, usikker dato, september 1959, boks 5, mappe 178/179, Jule Charney papers; Taba, «The bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft», 3–13.

⁸⁵² Petterssen, *Weather analysis and forecasting*, kapittel 15 og 18, 305–319, 371–387.

⁸⁵³ Arnt Eliassen og Ernst Kleinschmidt jr. «Dynamic meteorologi», i *Handbuch der Physik*, bd. 48, red. av S. Flügge (Berlin: Springer-Verlag, 1957), 1–154.

⁸⁵⁴ Arnt Eliassen til Ernst Kleinschmidt 31. august 1957; Arnt Eliassen til Springer Verlag 31. august 1957, III. Abt., Rep. 46 – Kleinschmidt, Ernst, nr. 48, Korrespondenz, Arnt Eliassen, Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin.

Clayton E. Jensen til Jule Charney, 8. juli 1958, Theresa Grant til Clayton E. Jensen, 11. juli 1958 boks 2, mappe 78, Jule Charney papers.

ble artikkelen kjent for å være «the dynamical meteorologists text on dynamical meteorology». Den styrket altså den faglige identiteten blant forskere allerede innenfor feltet, men bidro i mer beskjeden grad i andre sammenhenger. At Eliassen i løpet av ett år var medforfatter av to sentrale utgivelser, var naturligvis en tillitserklæring og befestet hans internasjonale anerkjennelse.

Ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ville studieplanene bli endret fra og med 1958. Studiereformen innebar at geografi og geofysikk skulle bli selvstendige fag. Tidligere hadde meteorologi og oseanografi vært del av geografipensumet, mens heretter ville bare den mest elementære delen av de to vitenskapene være fellespensum.⁸⁵⁵ Eliassen gledet seg i utgangspunktet over denne endringen, og da han kom tilbake fra USA ble han satt til å ta stilling til om studiereformen kunne gjennomføres.⁸⁵⁶

Forslagene om reform av studieordningen etter amerikansk mønster var en prosess som, ledet av Harald Ulrik Sverdrup, hadde pågått gjennom hele 1950-tallet.⁸⁵⁷ Reformforslaget gikk bort fra ordningen med bifag som dekket store, til tider overskridende fagområder og introduserte mindre emner og et system av vekt tall. Undervisningen hadde tidligere ikke nødvendigvis vært avgrenset av studiefagene, men ofte fulgt disiplinene. Et eksempel på dette var meteorologien og oseanografiens dominerende posisjon blant universitetets forelesere, men for studenter noe bortgjemte plassering som spesialisering innenfor geografifaget.

I 1956 kulminerte reformarbeidet i en konflikt mellom Sverdrup og motstandere av Sverdrup-planen, spesielt Norsk lektorlag. Lektorlaget gikk ut mot innstillingen, spesielt et forslag om å avvikle hovedfag i utdannelsen av lektorer. Hovedfaget skulle være forbeholdt forskerutdanning mens lektorstudenter kun ville ta den såkalte første avdeling og deretter ett år med pedagogikkstudier. Forslaget var for upopulært til å få gjennomslag, så Arnt Eliassen, Einar Høiland og geologen Ivan Rosenqvist ble høsten 1956 utpekt til å modifisere Sverdrup-

⁸⁵⁵ Halvor Solberg til Arnt Eliassen, 19. april 1956, boks 4, mappe merket 1950–59, Halvor Solbergs arkiv.

⁸⁵⁶ Eliassen til Solberg, 1. mai 1956, Halvor Solbergs arkiv.

⁸⁵⁷ Thue og Helsvig, *1945 – 1975: Den store transformasjonen*, 90–95.

planen.⁸⁵⁸ Forslaget deres fikk navnet Oslo-plan II og var i grove trekk et kompromissforslag. De mente det var uhensiktsmessig å skille studentene som utdannet seg til å bli lærere, fra studentene som siktet seg inn mot en forskerkarriere. Begrunnelsen var at den gjeldende ordningen hadde sine fordeler, blant annet sikret den at studenter arbeidet selvstendig gjennom hele studieforløpet og ga dem mulighet til å utfolde seg intellektuelt.

Selv om Eliassen bidro til den nye studieordningen, uttrykte han personlig motstand mot store deler av innholdet. De gamle bifagene hadde sikret en helt annen bredde; med den nye ordningen kom spesialiseringen altfor tidlig, mente han. Geofysikkstudentene fikk ikke godt nok grunnlag i matematikk, mekanikk, fysikk og kjemi.⁸⁵⁹ Trolig var Einar Høiland helt enig i disse synspunktene, men Sverdrups mange gjennomgripende endringsforslag gjorde det besværlig å gå inn for at alt skulle være som før.

I disse årene foreleste Eliassen om kartprojeksjoner og den faste jords fysikk for studenter i geografi og geofysikk.⁸⁶⁰ Den faste jords fysikk innebar et nytt fag i undervisningssammenheng og dreide seg om temaer som gravitasjon, seismologi og jordens størrelse og form. Særlig vekt ble lagt på jordas tyngdefelt, siden dette lå til grunn også for meteorologi og oseanografi.⁸⁶¹ Den faste jords fysikk var aldeles ikke Eliassens spesialfelt, men ingen andre hadde forutsetninger til å ta på seg undervisningen. I påvente av at nye lærekrefter skulle bli utdannet, ble Eliassen ansvarlig for fagfeltet. Fra og med vårsemesteret 1959 avholdt han dessuten kollokvier i numerisk værvarsling. Disse ble i all hovedsak fulgt av hovedfagsstudentene i meteorologi.⁸⁶²

⁸⁵⁸ Thue og Helsvig, *1945 – 1975: Den store transformasjonen*, 94.

Ivan Thoralf Rosenqvist var ansatt ved Norges geotekniske institutt og ble senere professor i geologi.

⁸⁵⁹ Arnt Eliassen til Alf Nyberg, 19. januar 1959, Arnt Eliassens arkiv, faglig korrespondanse 1944–1960.

⁸⁶⁰ *Universitetet i Oslo årsberetning: 1. juli 1956 – 30. juni 1957* (Oslo: Universitetsforlaget, 1960), 758; *Universitetet i Oslo årsberetning: 1. juli 1957 – 30. juni 1958* (Oslo: Universitetsforlaget, 1961), 445; *Universitetet i Oslo årsberetning: 1. juli 1958 – 30. juni 1959* (Oslo: Universitetsforlaget, 1963), 801.

⁸⁶¹ Arnt Eliassen, *Forelesninger over Gf 1: Den faste jords fysikk* (Oslo: 1962).

⁸⁶² *Universitetet i Oslo årsberetning: 1. juli 1958 – 30. juni 1959*, 801.

Fjellbølger

Eliassen arbeidet på denne tiden med det teoretiske grunnlaget for numerisk værvarsling uten at han produserte mange publikasjoner. Han tok dessuten opp igjen forskning han sporadisk hadde arbeidet med siden studiedagene. Den tidligere omtalte hovedoppgaven hans behandlet hvordan en luftstrøm påvirkes av å bevege seg over en fjellrygg. Sammen med Enok Palm hadde Eliassen i 1954 utgitt en rapport gjennom Institutt for vær- og klimaforskning der de tok opp igjen spørsmålet om luftstrøm og fjellbølger. Tilnærmingen var hydrodynamisk og bygget på funn tidligere gjort av Einar Høiland.⁸⁶³

På slutten av 1950-tallet gjenopptok Eliassen og Palm dette arbeidet. Palm var nå blitt universitetsstipendiat i mekanikk. Denne gang utarbeidet de en matematisk modell for bølgene. De tok utgangspunkt i at fjellbølger transporterer energi fra fjellet oppover i atmosfæren. De kom fram til en løsning som beskrev bølger på lesiden av fjellet.⁸⁶⁴ Mye av innholdet i artikkelen var temmelig vanskelig tilgjengelig og fikk ingen videre fortolkning før flere år senere da blant andre britene Brian Hoskins og Francis Bretherton og nordmannen Arne Bratseth bygget videre på flere av elementene. Artikkelen ble for øvrig ikke tatt inn i det britiske tidsskriftet *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, og måtte utgis i *Geofysiske publikasjoner* i stedet.

Arbeidet om fjellbølger er en av de lykkeligste episodene innen Osloskolen i norsk hydrodynamikk. Gjennom teoretiske studier gjennom flere år kom Eliassen og Palm fram til anvendelige resultater som fikk stor utbredelse innenfor det som i dag kalles fluiddynamikk. Eliassen-Palm-fluks ble et begrep i faglitteraturen.⁸⁶⁵ Dette var forskning innenfor den

⁸⁶³ *Universitetet i Oslo årsberetning: 1. juli 1954 – 30. juni 1955* (Oslo: Universitetsforlaget, 1968), 181.

⁸⁶⁴ Arnt Eliassen og Enok Palm, «On the transfer of energy in stationary mountain waves», *Geofysiske publikasjoner* 22 (1961);

Taba, «The Bulletin interviews: Professor Arnt Eliassen», 310.

⁸⁶⁵ Thue og Helsvig, *1945 – 1975: Den store transformasjonen*, 102;

Oliver Bühler, «A gentle stroll through EP flux theory», *European journal of mechanics B/Fluids* 47 (2014), 12–15;

Om Enok Palm, se Richard S. Lindzen, «Enok Palm: Modest pioneer—an historical and personal memoir of Eliassen and Palm, 1960», *European journal of mechanics B/Fluids* 47 (2014), 9–11;

John Grue, «Enok Palm—Pioneer in mathematical hydrodynamics», *European journal of mechanics B/Fluids* 47 (2014), 4–8;

Bjørn Gjevik, John Grue og Jan Erik Weber, «Biography of Enok Palm», i *Waves and nonlinear processes in hydrodynamics*, red. av John Grue, Bjørn Gjevik og Jan Erik Weber (Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1996), xii–xvi.

hjemlige halvpart av Eliassens todelte vitenskap. For å oppnå den personlige anerkjennelsen han var ute etter var det ingen motsetning mellom å arbeide innenfor den norske eller den internasjonale konteksten.

Professor Eliassen

I et framstøt for å forbedre Eliassens stilling ved universitetet tok Halvor Solberg og Harald Sverdrup initiativ for å opprette et personlig professorat for ham. Sverdrup skulle gå av med pensjon i 1958, og de to tilårskomne professorene foreslo at midlene som dekket Sverdrups professor II-stilling skulle bli overført til å finansiere et personlig professorat for Eliassen.⁸⁶⁶ Før fakultetsstyret ville behandle forslaget, ba de om sakkyndighetsuttalelser fra Erik Palmén og Jule Charney, som naturligvis ikke hadde noen betenkeligheter med å anbefale Eliassen. Charney poengterte at Eliassen var en av verdens ledende innen dynamisk meteorologi og kombinerte naturlige intellektuell begavelse med en alltid voksende interesse i å forstå det fysiske miljøet omkring seg.⁸⁶⁷ Palmén mente det ville være «ytterst angeläget att kvarhålla honom i hemlandet».

I juli 1958 ble Eliassen utnevnt til professor i geofysikk. Samtidig som Eliassen fikk personlig professorat gikk førsteamanuensisstillingen hans ut. Forfremmelsen fikk altså ikke stor betydning for fagmiljøet annet enn bedre betingelser for Eliassen personlig.

Professorstillingen viste imidlertid at han nå var endelig etablert ved Universitetet i Oslo, som var stedet han hele karrieren hadde ønsket å arbeide. Utnevnelsen pekte dessuten fram mot en ny tid, med ny studieordning og fornyet vekt på geofysikkfaget samlet framfor atskilte institutter for meteorologi og oseanografi.

Overgangen fra Harald Ulrik Sverdrup til Arnt Eliassen hadde i tillegg en symbolsk betydning. Dette professoratet var nå blitt avpolitisert. Da Sverdrup ble professor II i 1949 hadde stillingen hatt stor politisk betydning. Sverdup ble hentet hjem til Norge fra USA for å gå inn i den strategisk viktige stillingen i Norsk polarinstitutt. Samtidig skulle han styrke

⁸⁶⁶ Solberg til Eliassen, 19. april 1956, Halvor Solbergs arkiv.

⁸⁶⁷ *Universitetet i Oslo årsberetning: 1. juli 1958 – 30. juni 1959*, 177.

universitetsmiljøet.⁸⁶⁸ Da Eliassen snaut ti år senere overtok det personlige professoratet, fantes det ikke slike begrunnelser.

Akkurat den samme tendensen gjorde seg gjeldende da Ragnar Fjørtoft overtok stillingen som Sverre Pettersen var tiltenkt i København. Da Grønland ikke lenger var et like betent spørsmål for Danmark, kunne de gi stillingen til den beste teoretikeren. Helt andre personlige egenskaper spilte en rolle. Samtidig kan det hende at Eliassen og Fjørtofts personlige strategier virket inn på graden av politikk som ble del av stillingene. Dersom de hadde villet arbeide for henholdsvis norske og danske strategiske interesser, ville de hatt et visst spillerom, men det lå ingen uttalte eller skjulte henstillinger om at de skulle gjøre dette.

Harald Ulrik Sverdrup døde brått i august 1957, 68 år gammel. To dager tidligere hadde også Carl-Gustaf Rossby gått bort. Rossby var bare 58 år gammel, og hans dødsfall rystet meteorologiske miljøer over hele verden. Hvordan erstatte slike store menn, undret tyskeren Ernst Kleinschmidt seg over.⁸⁶⁹

Sannheten var at slike store menn ikke lot seg erstatte. Vitenskapene var gått over i nye faser der enkeltpersoner hadde mindre mulighet til å på en og samme tid dirigere retningen, påvirke myndighetene og produsere forskningsresultater. De aller, aller fleste måtte vurdere hvor de skulle sette inn kreftene, mens «big science» og integrering av avansert teknologi gjorde seg mer og mer gjeldende.

Nye faser

Da Jule Charney skrev uttalelsen om Eliassen i juni 1957, befant han seg som gjesteforsker hos sin venn og kollega i Oslo. Charney tilbrakte perioden fra april til september i Norge og arbeidet med Eliassen på universitetet.⁸⁷⁰ På forsommeren kom dessuten flere amerikanske kjenninger til Oslo, i forbindelse med at de skulle delta på en konferanse om numerisk

⁸⁶⁸ Se Friedman, «Å spise kirsebær med de store», 346–349.

⁸⁶⁹ Ernst Kleinschmidt til Arnt Eliassen, 28. september 1957, III. Abt., Rep. 46 – Kleinschmidt, Ernst, nr. 48, Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin.

⁸⁷⁰ *Universitetet i Oslo årsberetning 1. juli 1956 – 30. juni 1957* (Oslo: Universitetsforlaget, 1960), 566, 757; Trygve Ramberg, «Pålitelig langtidsvarsel om noen år», *Aftenposten*, 26. mars 1957.

værvarsling i Stockholm.⁸⁷¹ En av dem var Joseph Smagorinsky, som også hadde vært involvert i Princeton-arbeidet. Denne gang representerte han en nystartet forskningsavdeling ved «U.S. Weather Bureau» der den alminnelige sirkulasjon ble modellert. Edward Lorenz var et fremadstormende navn i meteorologimiljøet rundt Charney ved Massachusetts Institute of Technology. Han hadde vært i Los Angeles og arbeidet sammen med Eliassen to år tidligere. Oppløsningen av Princeton-prosjektet i 1955, samlingen av sterke meteorologikrefter ved MIT og de mange amerikanske forskernes opphold i Skandinavia tydeliggjorde at tilstanden innen den internasjonale forskningen ikke var statisk. Den numeriske værvarslingen Eliassen og Fjørtoft hadde vært delaktig i å utvikle, ble forsøkt iverksatt ved «Joint numerical weather prediction unit», med blandet hell.⁸⁷² I tillegg var operative varsler i drift i Stockholm til en viss grad.⁸⁷³ Ellers var ikke numerisk værvarsling i praktisk bruk nesten noen steder. Samtidig var det amerikanske og svenske forskningsarbeidet i ferd med å gå over i en ny fase. Forskere som Bert Bolin, som overtok etter Rossby i Stockholm, og amerikanerne Charney, Lorenz, Smagorinsky og Norman Phillips, videreutviklet teoriene og rettet søkelyset mot andre temaer, slik som alminnelig sirkulasjon, atmosfærekjemi og oseanografiske anvendelser.

Nettverk til værvarsling

Som nevnt i kapittel 5 ble Eliassen på begynnelsen av 1950-tallet medlem av kommisjonen for aerologi innen World Meteorological Organization (WMO). Kommisjonen arrangerte sin andre kongress i Paris i perioden 18. juni–5. juli 1957 med delegater fra 42 nasjoner til stede.⁸⁷⁴ Kongressen i Toronto fire år tidligere hadde vært første gang numerisk værvarsling ble satt på dagsorden innen WMO. Kongressen i Paris markerte at numerisk værvarsling ble del av organisasjonens offisielle program.

⁸⁷¹ «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1956 til 30. juni 1957 for De meteorologiske institusjoner i Norge», 55.

⁸⁷² Harper, *Weather by the numbers*, 198–208.

⁸⁷³ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69».

⁸⁷⁴ *World Meteorological Organization – Commission for Aerology – abridged Final Report of the Second Session: Paris, 18th June – 5th July 1957*, (Geneve: 1957).

Tema for kongressen var hvordan data fra de øvre luftlag på en allmenn, gjennomførlig måte kunne tas i bruk rundt omkring på kloden. Presidenten Jacques van Mieghems åpningstale hadde betegnende nok tittelen «Conquest of the third dimesion».⁸⁷⁵ Eliassens arbeid i kommisjonen var i all hovedsak knyttet til spørsmålet om «Upper air networks for numerical forecasting», det vil si hvordan nettverket for datainnsamling i øvre del av atmosfæren kunne bygges ut. Han hadde under forrige kongress tatt til orde for en slik utvidelse. Hensikten var å komme i møte det økende behovet for slike data numerisk værvarsling ville medføre. Målestasjonene måtte være flere, tettere og i systematiske nettverk. I forkant av Paris-kongressen ledet Eliassen en arbeidsgruppe som tok for seg dette temaet. Med seg hadde han britten John S. Sawyer og amerikaneren Joseph Smagorinsky. Arbeidsgruppas konklusjoner kunne oppsummeres i tre punkter. For det første ville et nettverk av stasjoner 500–600 kilometer fra hverandre være tilstrekkelig for numerisk varsling over breddegradene der lavtrykk hadde tendens til å oppstå, dersom både høyde og vind ble observert. For det andre fantes det indikasjoner på at den nødvendige tettheten ville øke jo lenger nord man kom, men noe mål på den nødvendige økningen var ikke tilgjengelig. For det tredje kunne lavere tetthet av målestasjoner være akseptabelt over subtropiske høytrykk, men det fantes ikke noe pålitelig estimat på hvor en slik reduksjon i tettheten ville være tilrådelig. Eliassens arbeidsgruppe understreket at de tre punktene først og fremst gjaldt numerisk værvarsling, men at tettheten av målestasjonene i høyeste grad også var et vesentlig spørsmål for alminnelig værvarsling.⁸⁷⁶

Under den påfølgende plenumsdiskusjonen kom kommisjonen fram til at det var sannsynlig at konklusjonene i arbeidsgruppas rapport ville måtte revideres om kort tid. Dette på grunn av den hurtige utviklingen som pågikk innenfor numerisk værvarsling. Derfor nedsatte kommisjonen en ny arbeidsgruppe for å overvåke denne utviklingen. Samtidig ble denne arbeidsgruppas mandat utvidet til ikke bare å studere observasjonsnettverk, men også numerisk analyse og værvarsling som sådan.⁸⁷⁷ Eliassen var delaktig i å peke ut medlemmene i den nye arbeidsgruppa, som ble bestående av Bert Bolin, Karl-Heinz

⁸⁷⁵ WMO – Commission for Aerology – *abridged Final Report of the Second Session*, 7.

⁸⁷⁶ WMO – Commission for Aerology – *abridged Final Report of the Second Session*, 10. Rapporten til arbeidsgruppa ble lagt fram i rapporten «Upper-air network requirements for numerical weather prediction», WMO report no. 29 (1960).

⁸⁷⁷ WMO – Commission for Aerology – *abridged Final Report of the Second Session*, 10.

Hinkelmann, Ernest Knighting og Philip Thompson, samt at Sovjetunionen kunne utnevne en representant dersom de ønsket det. Den nye arbeidsgruppa fikk navnet «Working group on numerical methods of weather analysis and forecasting». Etableringen viste at numerisk værvarsling ikke bare var anerkjent som forskningsfelt, men også som en tilnærming kommisjonen så for seg snart kunne bli mulig blant medlemslandene i WMO. Det er verdt å merke seg kommisjonens invitasjon til Sovjetunionen om å delta i et samarbeid omkring numerisk værvarsling. Det er også verdt å merke seg at kommisjonen til sammen vedtok 14 resolusjoner og 18 anbefalinger innenfor et bredt område av aerologien, så numerisk værvarsling var ikke akkurat det eneste temaet som ble diskutert. Det var dessuten ytterst få av nasjonene som var representert under kongressen som hadde noen form for aktivitet innen numerisk værvarsling.

Eliassen ble valgt inn i en nyopprettet og noe mer praktisk orientert arbeidsgruppe.⁸⁷⁸ Denne skulle muliggjøre innføring av målenettverket som Eliassens forrige arbeidsgruppe hadde uttrykt behov for. Tempoet i kommisjonens arbeid var moderat; resultatene fra de nye arbeidsgruppene ble lagt fram på en kongress i Roma i 1962.⁸⁷⁹ Det var opp til de enkelte delegatene å følge opp tiltakene på hjemmebane. Eliassen, som hadde liten innflytelse over den norske værtjenesten, gikk ikke i bresjen for å gjennomføre endringer før den nødvendige teknologien og utvidede værobservasjonene var på plass.

Facit på været

Våren 1959 sendte Meteorologisk institutt bestilling på en elektronisk regnemaskin. Bestillingen gikk til svenske Facit Electronics, som var et underselskap av Åtvidabergs industrier. Inkludert ekstrautstyr, for eksempel lagringsenhet, kostet den i underkant av 4 millioner kroner, en sum som utgjorde om lag 40 prosent av et årsbudsjett for Meteorologisk

⁸⁷⁸ Arbeidsgruppas navn var Working group on performance requirements of aerological instruments, *WMO – Commission for aerology – abridged final report of the second session*, 31.

⁸⁷⁹ «Technical note no. 44: Numerical methods of weather analysis and forecasting», World Meteorological Organization (1968) [opprett]; «The present situation with regard to the application of numerical methods for routine weather prediction and prospects for the future», WMO report no. 67 (1965).

institutt.⁸⁸⁰ På dette tidspunktet fantes det fire elektroniske regnemaskiner i Norge: Frederic ved Forsvarets Forskningsinstitutt; Deuce, som Statistisk sentralbyrå eide, og som Norsk regnesentral også disponerte; Emma, som Godske hadde fått leid til Bergen; og Nusse, som var eid av Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd, plassert hos Sentralinstitutt for industriell forskning, og som var i ferd med å fases ut.⁸⁸¹ Meteorologisk institutts maskin ville på tidspunktet den sto ferdig være Norges kraftigste.

Facit var en kommersiell versjon av Besk (Binär Elektronisk SekvensKalkylator), maskinen som hadde kommet Rossbys institutt i Stockholm til gode.⁸⁸² Det var en kontinuitet i teknologien; Besk hadde igjen vært en kopi av John von Neumanns IAS-maskin, som Fjortoft hadde bevitnet konstruksjonen av. Facit var, som sine forløpere, bygd opp av radiorør. Maskinen var energikrevende og hadde et stort kjøleanlegg som ble plassert i den gamle kullkjelleren ved instituttet.⁸⁸³ Selve maskinen var diger og dekket ti kontormoduler, men tok betydelig mindre plass enn kun få år eldre regnemaskiner. Data ble matet inn og kom ut på papirremser eller hullkort. Operativsystem fantes ikke, men Facit hadde en stoppknapp og en knapp som nullstilte alle registrene (der hvor dataene holdes, i det en operasjon skal utføres). Programinstruksjoner og data gikk inn til magnetkjerneminnet. Derfra ble de hentet til regneregistrene hvor utregningene foregikk. Etterpå gikk informasjonen tilbake til kjerneminnet hvor data eventuelt kunne hentes ut igjen. Ifølge Lars Haaland, som var en av de første meteorologene som arbeidet med maskinen, var størrelsen på magnetkjerneminnet (som tilsvarende RAM i senere datamaskiner) på 0,01 megabyte.⁸⁸⁴

⁸⁸⁰ Statsbevilgningen til Meteorologisk institutt året før maskinen ble bestilt hadde vært 9,7 millioner kroner. «Årsberetning for budsjettåret 1. juli 1957 til 30. juni 1958: De meteorologiske institusjoner i Norge». Navnet Facit var utrolig nok ikke en forkortelse, men stammer fra et svensk firma som produserte mekaniske kalkulatorer. Åtvidaberg industrier kjøpte opp firmaet bak Facit-kalkulatoren i 1922 og videreførte navnet.

⁸⁸¹ «Innstilling om elektronisk databehandling i statsforvaltningen», 10.

⁸⁸² Per Lundin, red., «Att arbeta med 1950-talets matematikmaskiner: Transkript av ett vittnesseminarium vid Tekniska museet i Stockholm den 12 september 2005», *Working papers from the division of history of science and technology* TRITA-HST 2006/1 (Stockholm: 2006) [tilgjengelig fra <http://www.tekniskamuseet.se/1/195.html>].

⁸⁸³ Lars Haaland, «Databehandling på det norske meteorologiske institutt. Et historisk perspektiv», i *Fra jordas indre til atmosfærens ytre: utviklingen i geofysikken i de senere år: Oslo geofysikeres forening 50 år 1949 – 1999: Festskrift* (Oslo: 1999), 65.

⁸⁸⁴ Haaland, «Databehandling på det norske meteorologiske institutt», 65.

Anskaffelse av elektroniske regnemaskiner var et statlig anliggende. Like før jul 1958 var et nylig etablert «arbeidsutvalg for å utrede behovet for elektroniske databehandlingsmaskiner i norsk statsforvaltning» blitt anmodet av finansdepartementet om å vurdere hvorvidt det var hensiktsmessig at Meteorologisk institutt gikk til anskaffelse av en EDB-maskin.⁸⁸⁵ Arbeidsutvalget var tilknyttet Statens rasjonaliseringsdirektorat der økonomi var det altoverskyggende rasjonale.⁸⁸⁶ Samfunnsøkonomisk besparelse hadde tatt over som hovedmotiv for anskaffelse og bruk av elektroniske regnemaskiner. Denne tankegangen hadde erstattet vitenskapsoptimismen som preget de første årene av Utvalg for matematikkmaskiner, og som også lå til grunn for Rosselands differensialanalysator før krigen.

Når det gjelder Meteorologisk institutt, rakk ikke arbeidsutvalget å ta stilling til planene om regnemaskin før de var gått gjennom og Facit var bestilt. Anmodningene om rasjonell pengebruk måtte komme i ettertid. I en innstilling som kom i 1960, slo utvalget fast at elektroniske regnemaskiner bare burde bli brukt dersom man kunne oppnå «vesentlige fordeler sammenlignet med andre metoder». Disse fordelene var besparing av penger og arbeidskraft, mulighet til å løse oppgaver som ellers var umulige og resultater oppnådd hurtigere og mer nøyaktig enn tidligere.⁸⁸⁷

Etter å ha hørt Arnt Eliassen fortelle i Polyteknisk forening at Meteorologisk institutt planla å anskaffe en regnemaskin, forsøkte Finn Lied, den mektige direktøren ved Forsvarets forskningsinstitutt, på eget initiativ å påvirke valget. Ved å appellere til verdien av en «fornuftig anskaffelsespolitikk» og vise til det konstruktive samarbeidet FFI og Meteorologisk institutt hadde om bruken av Frederic, argumenterte han sterkt for at Fjærtøft skulle gå til anskaffelse av Ferrantis modell Mercury.⁸⁸⁸ Årsaken var naturligvis at dette ville være svært gunstig for FFI, siden deres maskin på Kjeller tilhørte Ferrantis forrige

⁸⁸⁵ «Innstilling om elektronisk databehandling i statsforvaltningen», 1.

⁸⁸⁶ Medlemmene i utvalget var fra ulike statlige etater: Leif H. Skare, direktør i NSB; Petter Jakob Bjerke, direktør i Statistisk sentralbyrå; Jan Garwick, Forsvarets forskningsinstitutt og Per Gotaas, Norsk regnesentral. Einar Høiland representerte universitetene i enkelte av møtene. «Innstilling om elektronisk databehandling i statsforvaltningen», 2.

⁸⁸⁷ «Innstilling om elektronisk databehandling i statsforvaltningen», 22.

⁸⁸⁸ Finn Lied til Ragnar Fjærtøft, 19. desember 1958, boks 21, mappe 6 (merket 12), Meteorologisk institutts arkiv.

generasjon regnemaskiner. Fjortoft og Meteorologisk institutt hadde imidlertid allerede gjort seg opp sin mening. Svenske Facit hadde blitt valgt, på grunn av det gode samarbeidet med meteorologimiljøet i Sverige, den relativt gunstige prisen og visse tekniske spesifikasjoner. Vi har festet oss ved at Facit EDB sannsynligvis kan tilfredsstillere våre behov», skrev Fjortoft til Åtvidaberg industrier høsten 1958 etter først å ha poengtert at instituttet trengte: «en maskin med stor regnehastighet, hurtig inn- og utmatning og stor stabilitet (herunder mulighet for snarlig tilgang til reservemaskin under «breakdown».)»⁸⁸⁹

Facit var ment å fylle tre funksjoner. For det første så Meteorologisk institutt for seg at maskinen ville erstatte manuell arbeidskraft i rutinearbeid i værvarslingen. Når det gjaldt varsler for vind i mellom tre og åtte kilometers høyde, regnet man med at maskinen var i stand til å gi like gode resultater som meteorologene, om ikke bedre. Meteorologene ville fremdeles være nødt til å tolke resultatene for å anslå været på bakkenivå. For det andre ville maskinen komme til stor hjelp i klimaavdelingen. Klimatologene ved instituttet kjørte rutineopplegg for statistisk materiale på hullkort hos Norsk regnesentral og ville med egen regnemaskin kunne forenkle og forbedre dette arbeidet.⁸⁹⁰ For det tredje, og dette var trolig det viktigste for Fjortoft, åpnet maskinen for nye problemstillinger i forskningen.⁸⁹¹ Den elektroniske regnemaskinen kunne være kjernen i et framtidrettet forskningsprogram ved instituttet. Årene fra frigjøringen i 1945 hadde vært preget av teknisk utvikling, teoretiske framskritt innen meteorologien og framfor alt stor økning av tilgjengelige data. Meteorologisk institutt hadde i denne perioden vokst ekspansivt med hensyn til årsbudsjett, antall ansatte og krav til tjenestene instituttet leverte. Selve værvarslingsmetodene besto imidlertid fortsatt av rasjonell gjetting gjennom tegning av værkart. Store endringer lå eventuelt langt fram i tid, men regnemaskinen indikerte veien dit.

At innkjøpet av maskinen kunne føre til mer effektiv drift av værtjenesten og føre til innsparinger var som søt musikk i ørene til de bevilgende myndigheter. Argumentet om å spare penger i flygeværtjenesten var mer tungtveiende i departementene enn nye muligheter i

⁸⁸⁹ Ragnar Fjortoft til Åtvidaberg-Facit AB, 14. november 1958, boks boks 21, mappe 6 (merket 12), Meteorologisk institutts arkiv.

⁸⁹⁰ «Innstilling om elektronisk databehandling i statsforvaltningen», 3.

⁸⁹¹ «Norsk værvarsling innvier et enestående hjelpemiddel», *Aftenposten* 10. mars 1962. «Oslo-meteorologene fortjener de beste forskningsmuligheter», *Aftenposten Aften*, 13. mars 1962.

den meteorologiske forskningen. Dette kan delvis brukes som forklaring på at universitetene ikke fikk egne regnemaskiner like raskt som enkelte kunne håpe. I denne sammenhengen er det viktigst å konstatere at det var et poeng at den elektroniske regnemaskinen skulle ha flere bruksområder.

Meteorologisk institutt mottok de første delene fra Facit Electronics i februar 1961.⁸⁹²

Maskinen var ferdig sommeren 1961 og ble tatt i bruk 1. juli. De første rutineprogrammene var blitt utarbeidet på våren under Fjørtofts ledelse. Gruppen som arbeidet med den numeriske værvarslingen besto ellers av Odd Haug, Lars Haaland, Sigurd Smebye og Hans Økland samt tre teknikere.⁸⁹³ De numeriske meteorologene utgjorde en synlig, men likevel liten del av den totale værvarslingsstyrken. Prognoseprogrammene var delvis basert på det matematiske grunnlaget for Fjørtofts egen grafiske metode. Instituttet kjørte to modeller, der den ene var barotrop og den andre en toparametermodell. Disse programmene produserte barotrope 24- og 48-timers prognoser for vindstyrken ved 500 millibar-flaten. Noe senere ble programmet utvidet til å også produsere barokline 24- og 48-timers prognoser for 500-mbflaten.⁸⁹⁴ Den første tiden ble det dessuten jobbet mye med maskinens inn- og utlesning og andre datatekniske rutiner.⁸⁹⁵ Facit kortsluttet regelmessig det første halve året inntil de svenske teknikerne oppdaget at minnet ikke ble nullstilt hver gang et nytt program ble matet inn i maskinen.⁸⁹⁶

Klima- og nedbøravdelingene brukte maskinen en god del av den operative tiden.

Klimaavdelingen lagde et program som kontrollerte værobservasjoner og beregnet døgnkort, listet månedsklimastatistikk og månedsoversikt for værstasjonene. Nedbøravdelingen utarbeidet programmer for innlesing, retting og lagring av nedbørstasjonenes daglige

⁸⁹² «Regnemaskinen settes inn i værvarslingen», *Aftenposten*, 17. februar 1961.

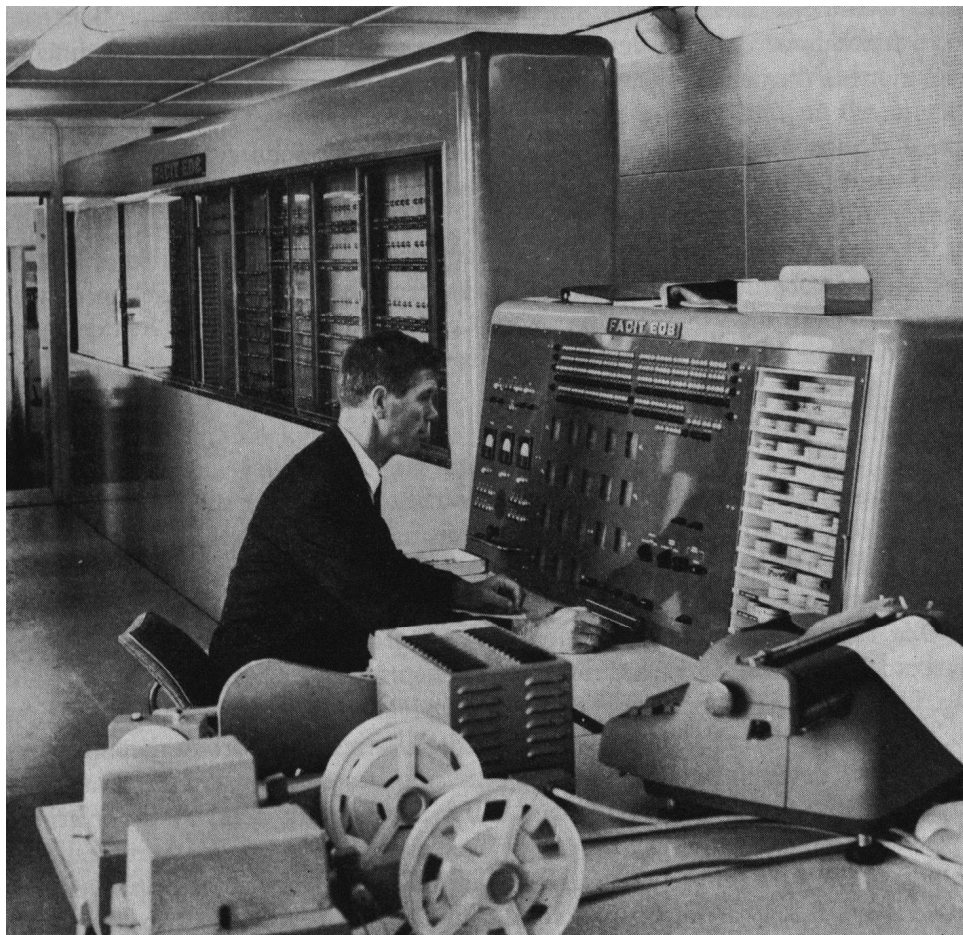
⁸⁹³ «Årsberetning for budsjettåret 1. januar til 31. desember 1961: De meteorologiske institusjoner i Norge», 32–33, 52. De første teknikerne var Sigurd Aanby, Thorleif Blåsvær og Tore Dihle.

⁸⁹⁴ Hans Økland, «The operational forecasting model used in the Norwegian meteorological service», *Tellus* 15, nr. 3 (1963), 280–283.

⁸⁹⁵ «Årsberetning for budsjettåret 1. januar til 31. desember 1961: De meteorologiske institusjoner i Norge», 32–33.

⁸⁹⁶ «Att arbete med 1950-talets matematikmaskiner», 27.

observasjoner.⁸⁹⁷ Særlig blant klimatologene medførte maskinen et stort oppsving og gjorde det mulig å produsere mer avansert statistikk på atskillig kortere tid.⁸⁹⁸



Den elektroniske regnemaskinen Facit på Meteorologisk institutt var etter dagens standarder svært plasskrevende, men var likevel atskillig mindre enn kun få år eldre maskiner (fotografi fra Meteorologisk institutt).

⁸⁹⁷ «Årsberetning for budsjettåret 1. januar til 31. desember 1961: De meteorologiske institusjoner i Norge», 38–39.

⁸⁹⁸ Nilsen og Vollset, «Meteorologiens teknologier», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016.

Regnemaskiner ved universitetene

Siden datamaskiner på så mange måter har revolusjonert både vitenskapen og så mange andre former for menneskelig aktivitet er det nærliggende å tenke at tiltroen til de elektroniske regnemaskinene alltid har vært til stede, eller at personer på 1950-tallet tenkte om regnemaskiner på liknende måter som vi gjør om datamaskiner. At det fantes forhåpninger til regnemaskinene før de var kommet, betød ikke at matematiske problemer enkelt kunne bringes inn så snart maskinene var der. Forventninger lot seg ikke alltid innfri.

I 1959 fikk Universitetet i Oslo et løfte om en elektronisk regnemaskin av typen Wegematic i gave fra den svenske industrieieren Axel Wenner-Gren (blant annet grunnlegger av Elektrolux). Gaven kom overraskende på universitetsledelsen. Én uke etter at gavebrevet var overrakt ble Arnt Eliassen, sammen med blant andre fysikkprofessor Egil Hylleraas og Einar Høiland utpekt til en komité for å finne ut hva Wegematic skulle brukes til. Komiteen foreslo blant annet at koding og programmering skulle legges inn i den ordinære undervisningen i numerisk matematisk analyse. I *Universitetet i Oslo 1811-1961*, skrevet kort tid senere, heter det at den «storstilte gave ville dekke et lenge følt behov ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet».⁸⁹⁹ I virkeligheten var gaven kommet så bardust på at de ikke visste hva de skulle bruke den til. I senere framstillinger står det at regnemaskinen var utdatert da den kom og at dens viktigste funksjon var å dokumentere at universitetet hadde et reelt behov for datakraft.⁹⁰⁰ Den ble installert i desember 1960 og ble brukt av strukturkjemikere, enkelte teoretiske fysikere og noen få astrofysikere og kjernefysikere, ikke av geofysikere.⁹⁰¹

Et viktig poeng i den svenske historikeren Anders Carlssons arbeid om forhistorien og forarbeidene til de første analoge og elektroniske regnemaskinene i Sverige er at regnemaskinene var kollektive foretak. Regnemaskiner i 1940- og 1950-årene bør ikke bare ses på som maskiner og hjelpemidler, de utgjorde *praksis*. Begrepene produsent og bruker blir upresise forenklinger, siden arbeidet med maskinene var såpass utfordrende og representerte nye former for kunnskap og et bredt spekter av ferdigheter. Matematikk i form

⁸⁹⁹ Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 499.

⁹⁰⁰ Jacobsen, *IT-historien @ Universitetet i Oslo*, 27.

⁹⁰¹ Ore og Høeg, «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet», 499.
Jacobsen, *IT-historien @ Universitetet i Oslo*, 26–27.

av koding og programmering var en fellesarena der forhandlinger om planlegging, utforming og behov førte til praktisk virksomhet, ifølge Carlsson.⁹⁰²

De samme poengene gjorde seg gjeldende innen innføringen av de første regnemaskinene til Norge også. Elektroniske regnemaskiner var ikke et enkelt hjelpemiddel det bare var å sette i gang å bruke. Det oppsto særegne regnemaskinpraksiser som det krevdes inngående arbeid med slike maskiner for å bli en del av. Til å begynne med var disse praksisene særegne for hver enkelt regnemaskin, senere ble de mer standardisert gjennom programmeringsspråk og masseproduserte maskiner. Per H. Jacobsen skriver at datavirksomheten «besto av små enklaver med spesielt interesserte fagfolk» ved visse institutter på Matnat-fakultetet.⁹⁰³ Her vil jeg påpeke at det tok tid før man forsto hvor viktige disse fagfolkene og den praksisnære kunnskapen de opparbeidet seg, var for bruk av slike maskiner i vitenskap, inkludert numerisk værvarsling. De satt på taus kunnskap det lenge var lite bevissthet om. Det var først et stykke ut på 1960-tallet at universitetet begynte å tenke helhetlig omkring elektroniske regnemaskiner. Ole Johan Dahl ble universitetets første professor i informatikk i 1967. I 1970 opprettet universitetet et EDB-senter.

Fjørtoft valgte, som jeg tidligere har gjort rede for, å gå utenom regnemaskinen i sine forsøk for å skape anvendbare metoder for værvarslingen. Han arbeidet i flere år for å utvikle og promotere sin grafiske metode. Da han ble direktør for Meteorologisk institutt, innledet han arbeidet for å tilpasse institusjonen til en framtid med det som ble ansett som mer vitenskapelige metoder.

Statistisk værvarsling

Statistisk tilnærming til langtidsvarsling var en tenkt framtidig anvendelse av Facit. De statistiske månedsvarene som i flere år var kommet fra USA ble betraktet med stor skepsis i Europa, men nylig var det kommet rapporter fra Sverige om at regnemaskinen Besk snart ville kunne produsere mer pålitelige langtidsvarsler. Som direktør for Meteorologisk institutt måtte Fjørtoft ta stilling til slike nyheter. I et intervju i forkant av anskaffelsen av Facit

⁹⁰² Anders Carlsson, «On the politics of failure: Perspectives on the “Mathematics machine” in Sweden, 1945–1948», *I History of Nordic computing* (New York: Springer US, 2003), 95–110.

⁹⁰³ Jacobsen, *IT-historien @ Universitetet i Oslo*, 12.

uttalte han at han ønsket å prøve seg fram med maskinen en stund, for så muligens å tilby langtidsvarsler, i første omgang til enkeltinstitusjoner slik som Vassdragsvesenet.⁹⁰⁴

Selv om Fjørtoft utad virket restriktiv til å innføre statistisk langtidsvarsling, hadde han allerede anlagt et ambisiøst program for dette innad på instituttet. Testekontoret var blitt omdøpt til Forskningsavdelingen, og Jack Nordø ble engasjert som konsulent i vitenskapelig arbeid. Fjørtoft og Nordø ønsket å samkjøre statistiske og dynamiske metoder, og dessuten utforske værvarslingens grenser. På slutten av 1950-tallet var dette et presserende spørsmål i meteorologien. Alle værvarslere hadde erfart at prognosene ble mindre og mindre nøyaktige jo lengre fram i tid de strakte seg. De siste årene hadde i tillegg mange av forskerne i de første eksperimentene med numerisk værvarsling observert det som senere ble kalt sommerfugleeffekten: at små unøyaktigheter kunne vokse seg svært store.⁹⁰⁵

I 1959 kom Fjørtoft i kontakt med det ivrige europakontoret til forskningsavdelingen i Air Force om et mulig samarbeid. Han utarbeidet en prosjektskisse som ble imøtesett med stor interesse og godtatt uten annet enn små administrative innsigelser. Kontrakten var på rundt 225 000 kroner årlig, noe som dekket frikjøp av halvparten av Fjørtofts egen arbeidstid, deler av Nordøs lønn, mange reiser og rikelig tid og programmeringshjelp til elektronisk regnemaskin.⁹⁰⁶ I tillegg skulle mye av pengene brukes til å engasjere en amerikansk forsker. Vitenskapelig utveksling mellom Norge og USA var del av planen for prosjektet, så Fjørtoft ønsket å invitere en amerikaner til Norge for å bistå i forskningen. Helst skulle dette være Ed Lorenz fra MIT.

Nordø, Fjørtoft og Lorenz hadde samarbeidet tidligere. Nordø hadde et forskningsopphold i gruppa til Lorenz bak seg, og i 1959 inviterte Lorenz Nordø på nytt til USA for å forske på statistisk langtidsvarsling. Fjørtoft gikk med på å sende sin medarbeider til USA, men påla ham helt spesifikke oppgaver. Han ønsket å bruke Nordø til å få innspill fra Lorenz og MIT-miljøet til nytte for Facit-prosedyrene i den ordinære værvarslingen. Dermed ville det bli

⁹⁰⁴ «Meteorologisk institutt får elektronisk regnemaskin», *Verdens Gang*, 2. januar 1961.

⁹⁰⁵ Persson, «Early operational numerical weather prediction outside the USA: Part 1: Internationalism and engineering nwp in Sweden, 1952–69», 151.

⁹⁰⁶ Søknad, Ragnar Fjørtoft til European office, Air research and development command, 25. september 1959, boks 31, mappe 10 (market 14.1), Meteorologisk institutts arkiv.

mindre tid til grunnforskningen Ed Lorenz ønsket at Nordø skulle delta i.⁹⁰⁷ Nordø endte derfor opp med å la være å reise til MIT og foretok i stedet en rundreise til europeiske institusjoner. Vi ser at Fjørtoft tok grep, ikke bare om maskinen, men også om den eneste ansatte forskeren ved Meteorologisk institutt. Selv hadde han fått helt frie tøyler da han i 1949 fikk permisjon til å delta ved Princeton-prosjektet, men i 1959 bestemte han hvordan Nordø burde bruke tiden utenlands. Alt handlet om hvordan anskaffelsen av Facit kunne være mest mulig forberedt.

Da finansieringen til forskningsprosjektet kom i orden, stilte saken seg annerledes. Både Fjørtoft og Nordø sto friere enn tidligere. Arbeidet tok formelt til i februar 1960, og den påfølgende sommeren oppholdt Nordø seg ved hovedkvarteret til Geophysics Research Directorate utenfor Boston for blant annet å ha tilgang til elektronisk regnemaskin. Det var meningen at store deler av arbeidet skulle utføres med elektronisk regnemaskin, men det tok sin tid å få klargjort Facit-maskinen. Fjørtofts studier den første tiden var derfor teoretiske og ikke så ressurskrevende. Prosjektmidlene dekket imidlertid Fjørtofts deltakelse ved den store Tokyo-kongressen om numerisk værvarsling i november 1960. Kongressen var den hittil største av sitt slag og var i meteorologisk sammenheng en stor begivenhet. Totalt 180 personer deltok, et flertall var japanske vitenskapsmenn, men så mange som 47 besøkende representerte utenlandske institusjoner.⁹⁰⁸ Fire av delegatene kom fra Norge: Arnt Eliassen fra Universitetet i Oslo og Fjørtoft, Odd Haug og Hans Økland fra Meteorologisk institutt. Eliassen og Fjørtoft, som var blant kongressens mest framtreddende forskere, holdt innlegg om teoretiske temaer fra grunnforskningen, mens Haug og Økland redegjorde for særtrekk ved den planlagte numeriske værvarslingen ved Meteorologisk institutt.⁹⁰⁹ Fjørtofts grafiske tilnærming ble bare nevnt i Øklands innlegg og var ikke lenger del av den mest aktuelle

⁹⁰⁷ Ed Lorenz til Jack Nordø, 5. desember 1958, boks 1, mappe 2; Jack Nordø til Ed Lorenz, 17. juni 1959, boks 1, mappe 3; Edward N. Lorenz papers, Library of congress, Washington D.C.

⁹⁰⁸ *Proceedings of the international symposium on numerical weather prediction in Tokyo November 7-13, 1960*, Technical report of the Japan meteorological agency no. 14 (Tokyo: 1962).

⁹⁰⁹ Økland sammenlignet barotrope varsler med euler- eller lagrangemetoder (Fjørtofts og andre metoder). Haugs innlegg var om optimal bruk av observasjoner i numerisk (og grafisk) kartanalyse. Titlene på de norske bidragene var:

Ragnar Fjørtoft, «On the integration of a system of geostrophically balanced prognostic equations»;

Arnt Eliassen, «On the use of a material layer model of the atmosphere in numerical prediction»;

Hans Økland, «A comparison between barotropic forecasts made by eulerian and lagrangian methods»;

Odd Haug, «On the optimum use of available observations in numerical weather map analysis».

forskningen innen dynamisk værvarsling. Primitive likninger og alminnelig sirkulasjon var temaene som var mest på moten.⁹¹⁰

Konferansen ble avsluttet med en paneldiskusjon som Fjørtoft ledet, og hvor Eliassen holdt ett av fire innledende innlegg.⁹¹¹ Mye av diskusjonen dreide seg om styrker og svakheter ved de ulike matematiske modellene som eksisterte innenfor numerisk værvarsling. Eliassens innlegg tok opp påliteligheten av numerisk værvarsling og dessuten det høyaktuelle spørsmålet: Hvor langt var det mulig å strekke værvarsler i det hele tatt? Eliassen uttalte blant annet:

[H]ow far is it possible to carry numerical computations, and are there any possible limitations of fundamental nature to the accuracy and time period for which we can forecast. This is almost a philosophical question and I think that we should probably concentrate the discussion on the practical aspects of the problem.⁹¹²

Eliassen var usikker på om det fantes grunnleggende begrensninger for hvor nøyaktige værvarsler kunne bli og for tidsrommet det var mulig å varsle været. Vi ser at han imidlertid ikke ville gå inn på de filosofiske aspektene ved spørsmålet, men heller drøfte de praktiske og tekniske sidene, i tråd med sitt engasjement i arbeidsgruppa i World Meteorological Organization. Hans forslag til løsning var at verdens meteorologer skulle utføre systematiske empiriske studier. Eliassen betonet at tilgangen på værddata til værvarslingen i sin alminnelighet var god nok, men for å undersøke grensene for numerisk værvarsling trengtes et stort arkiv av værddata. For å avgjøre værvarslingens grenser, burde man derfor utnytte den store mengden data fra det internasjonale geofysiske år. Ulike metoder kunne sammenliknes ved å tolke samme vær-situasjon.

Under diskusjonen trakk Edward Lorenz paralleller mellom Eliassens diskusjonsinnlegg og sitt eget konferansebidrag om stabilitet i likninger.⁹¹³ I foredraget litt tidligere på konferansen

⁹¹⁰ Se Akio Arakawa, «A personal perspective on the early years of general circulation modeling», i *General circulation model development*, red. av DA Randall (New York: Academic press, 2000), 12.

⁹¹¹ «Panel Discussions», i *Proceedings of the International Symposium on Numerical Weather Prediction in Tokyo November 7-13, 1960*, Technical Report of the Japan Meteorological Agency no. 14 (Tokyo: 1962), 639–656.

De andre som deltok i paneldiskusjonen var Jule Charney, Frederick Gale Shuman, Kanzaburo Gambo, George Platzman og G. Hollmann.

⁹¹² «Panel Discussions», 644.

⁹¹³ «Panel Discussions», 647.

redegjorde Lorenz for tester han hadde gjort av stabiliteten av de matematiske modellene i værvarslingen.⁹¹⁴ Utgangspunktet for arbeidet hadde nettopp vært en kombinasjon av statistiske og hydrodynamiske betraktninger, det samme som Fjørtoft og Nordø interesserte seg for. Lorenz' atmosfæremodell var basert på Fourier-analyse, det vil si at den ga numeriske løsninger som kunne strekkes uendelig langt fram i tid. Han hadde simulert utviklingen ved hjelp av den elektroniske regnemaskinen ved MIT.

Det kom fram under konferansen at Lorenz hadde eksperimentert med ørsmå endringer i utgangsverdiene, noe som hadde gitt enorme utslag i prognosene.⁹¹⁵ Lorenz forsket videre på modellen og innså etter hvert at uforutsigbarheten skyldtes at likningene var ekstremt sensitive for endringer i initialbetingelsene. Den offisielle historien – gjort kjent gjennom James Gleicks bok *Chaos* – er at Lorenz vinteren 1961, altså like etter konferansen, hadde ønsket å studere en bestemt sekvens av simuleringen nøyere. For å spare tid på den trege regnemaskinen, hadde han hentet ut verdien for tidspunktet han var interessert i fra den første kjøringen og brukt disse som startbetingelser for kjøring nummer to. Man skulle tro at dette ville gi identiske resultater, men da Lorenz kjørte programmet, observerte han at modellen utviklet seg totalt forskjellig fra tilfellet der han lot den kjøre i ett drag fra begynnelsen. Etter først å ha antatt at det var noe feil med regnemaskinen, innså han at det var hans egen avrunding av startverdien, 0,506 i stedet for 0,506127, som hadde forårsaket det store utslaget. Tilsynelatende var dette en helt ubetydelig endring, som var mindre enn usikkerheten i tilgjengelige værobservasjoner, men det viste seg at de hydrodynamiske likningene tilhører en gruppe likninger hvor små justeringer av initialbetingelser gir store utslag.⁹¹⁶

Lorenz var nå i stand til å gi en matematisk beskrivelse av uforutsigbarheten i atmosfærens bevegelser. I teorien kan forstyrrelser så små som en sommerfugls vingeslag frambringe en stor storm. Total oversikt over alle faktorer som kan tenkes å spille inn på været er umulig, og dermed vil enhver vær-situasjon i løpet av noen dager kunne fjerne seg helt fra prognosen,

⁹¹⁴ Edward N. Lorenz, «The statistical prediction of solutions of dynamic equations», i *Proceedings of the International Symposium on Numerical Weather Prediction in Tokyo November 7-13, 1960*, Technical Report of the Japan Meteorological Agency no. 14 (Tokyo: 1962), 629–635.

⁹¹⁵ Fleming, *Inventing atmospheric science*, 212.

⁹¹⁶ James Gleick, *Chaos: Making a new science* (London: Cardinal sphere books, 1988), 11–18.

uansett hvor nøyaktig den er. Oppdagelsen la grunnlaget for kaosteori, men det tok noen år før innsiktene ble ordentlig forstått og spredt utenfor meteorologimiljøene.

Det er interessant å merke seg at i prosjektbeskrivelsen fra 1959 var Fjørtoft nær ved å antyde det som ble Lorenz' løsning. Han antok imidlertid at de utslagsgivende faktorene var observerbare, ikke iboende i de hydrodynamiske likningene.

Very likely random factors will reduce the accuracy of the forecasts when the forecast period becomes larger than a certain critical length. For shorter periods the same random factors will reduce the accuracy of the forecasts. In this sense any long-range forecasting method comprises a statistical element.⁹¹⁷

Tilfeldige faktorer gjorde verdien av langtidsvarsler gradvis dårligere, hevdet han. Man kunne ikke regne seg fram til korrekt varsel slik enkelte antok et tiår tidligere. Dette var ikke grensesprengende innsiktsfullt, men Fjørtoft antydet videre at løsningen var å studere likningene: man måtte utlede stabile likninger som var forutsigbare. Veien dit gikk gjennom å redusere antall frihetsgrader, men likevel holde på en mest mulig realistisk modell. Statistiske metoder mistet sin verdi dersom antallet parametre var for høyt. Dette var det samme som Lorenz hadde tenkt i forkant av sine simuleringer ved MIT. Fjørtoft tok imidlertid feil i at faktorene som styrte været's gang i uforutsigbare retninger var tilfeldige. Lorenz' observasjon ledet fram mot forståelse av at været oppfører seg kaotisk, ikke helt vilkårlig.⁹¹⁸

Da forskningen skissert i prosjektbeskrivelsen faktisk begynte, ble tyngdepunktet liggende mer mot energibalanse i atmosfæren og mindre mot å forklare de uforutsigbare statistiske utslagene. Dette er ikke så rart, siden det var atmosfærisk stabilitet Fjørtoft virkelig var ekspert på. Dessuten hadde det som nevnt gått litt tregt å få tilstrekkelig tilgang til regnemaskinen. Prosedyrene for værvarslingen og for klimaavdelingen måtte få førsteprioritet.

Nordø og Fjørtoft hadde ivret lenge for å få Lorenz til Meteorologisk institutt, og amerikaneren var også svært lysten på å komme til Norge. Etter enkelte praktiske

⁹¹⁷ Fjørtoft til European office, Air research and development command, 25. september 1959, Meteorologisk institutts arkiv.

⁹¹⁸ Se Fleming, *Inventing atmospheric science*, 216.

viderverdigheter tok han i januar 1962 med seg familien til Oslo for å arbeide på prosjektet.⁹¹⁹ Til forskjell fra Jule Charney, som i 1947 hadde vært helt i begynnelsen av sin vitenskapelige karriere, var Lorenz ved ankomst Norge en etablert forsker og professor. Charney hadde reist til Norge med et udefinert ønske om å bli inspirert av Bergensskolen, men også Lorenz, som i 1962 opererte i et atskillig mer oversiktlig og internasjonalt forskningsmiljø, var lokket av muligheten til å få skandinaviske impulser. Oppdagelsen ett år tidligere satte sitt preg på oppholdet i Oslo, og han fikk anledning til å tenke gjennom og diskutere konsekvensene av værprognosenes begrensninger. Fjørtoft ga ham frie tøyler.

På dette tidspunktet hadde Lorenz ennå ikke publisert sine betraktninger om atmosfærelinkingenes følsomhet for endringer i startverdiene. Artikkelen som gjorde dette kjent ble fullført i november 1962, fire måneder etter at han forlot Oslo. I denne gjorde Lorenz noe Fjørtoft neppe ville vært i stand til: Han satte funnene sine i sammenheng med eksisterende matematikk, helt tilbake til arbeid av Poincaré fra 1880-tallet.⁹²⁰ Lorenz' offisielle bidrag til Fjørtofts prosjekt ble publisert i 1965. Her studerte han en konstant ekstern påvirkning på en atmosfæremodell nokså lik den han hadde brukt de siste årene. Han diskuterte holdbarheten av prognosene og veksten av feilene.⁹²¹ I ettertid har Lorenz' resultater satt resten av prosjektet helt i skyggen, men artikkelen passet godt overens med de statistisk-dynamiske perspektivene som preget de øvrige arbeidene. Fjørtoft forsøkte imidlertid ikke å sette Lorenz' innsikter i direkte sammenheng med de øvrige funnene som kom ut av prosjektet, annet enn å påpeke at uberegneligheten er nært knyttet til kvaliteten av langtidsvarslene.⁹²² Dette var ikke utypisk for de meteorologiske forskningsprosjektene Air Force finansierte. For forskerne var det viktigere å få mest mulig ut av midlene enn å gjøre de endelige resultatene helt enhetlige. Representantene fra flyvåpenets europeiske forskningskontor uttrykte sjelden noe annet enn begeistring uansett.

⁹¹⁹ Ed Lorenz til Ragnar Fjørtoft, 9. juni 1961; Ragnar Fjørtoft til Ed Lorenz, 7. desember 1961, boks 1, mappe 4, Edward N. Lorenz papers; Jack Nordø til Ragnar Fjørtoft, 17. september 1960, boks 42, mappe 4 ARDC (merket 14.1), Meteorologisk institutts arkiv.

⁹²⁰ Lorenz, «Deterministic nonperiodic flow».

⁹²¹ Edward N. Lorenz, «A study of the predictability of a 28-variable atmospheric model», i *Statistical-dynamical meteorological predictions: Final report*, red. av Ragnar Fjørtoft (Oslo: 1965). Også utgitt i *Tellus* 17, nr. 3 (1965): 321–333.

⁹²² Ragnar Fjørtoft, «Preface», i *Statistical-dynamical meteorological predictions: Final report*, red. av Ragnar Fjørtoft (Oslo: 1965).

Etter flere år som Fjørtofts medarbeider ble Jack Nordø i 1963 den første ansatte i ren forskerstilling ved Meteorologisk institutt.⁹²³ I årene som fulgte fortsatte de to å samarbeide om statistisk værvarsling. Å holde forskningsinnsatsen relevant for instituttets samfunnsoppdrag var nok en viktig motivasjonsfaktor for denne så tydelige dreiningen i Fjørtofts forskningsinteresse. Arnt Eliassen, som bestandig holdt seg innenfor den rene dynamiske meteorologi, var lite interessert i denne type forskning. Dermed gjenoptok ikke han og Fjørtoft noe direkte vitenskapelig samarbeid før begge var pensjonister.

Institutt for vær- og klimaforskning legges ned

I 1959 fikk Einar Høiland beskjed fra Norges almenvitenskapelige forskningsråd om at virksomheten ved Institutt for vær- og klimaforskning måtte omorganiseres. Instituttets frittstående status (underlagt vitenskapsakademiet, finansiert av forskningsrådet, lokalisert på universitetet) var påfallende i en tid da universitetet var i vekst og endring. Selv om forskningsrådet betydret at de ville fortsette å støtte instituttets forskning, mente de at den burde foregå innenfor de ordinære universitetsinstituttene.⁹²⁴ Universitetet burde selv administrere forskningen, og det var ønskelig at medarbeiderne ved instituttet skulle gå over i ordinære universitetsstillinger.

Einar Høiland tok oppsplittingen ille opp. Siden 1954, da han ble forfremmet til professor, hadde han vært sin egen herre og drevet forskningsinstituttet parallelt med avdeling for aero- og hydrodynamikk ved Astrofysisk institutt. Osloskolen hadde nytt godt av stor vitenskapelig frihet og i norsk sammenheng svært gunstige økonomiske vilkår. Høiland ønsket slett ikke at instituttets arbeid skulle legges inn under universitetet, og begrunnet sitt syn med at hydrodynamikken og geofysikken ved universitetet var fragmentert nok som det var. Inntil forskningsrådet kom opp med en mer hensiktsmessig organisering aktet han ikke å bidra til

⁹²³ «Årsberetning for budsjettåret 1. januar til 31. desember 1963: De meteorologiske institusjoner i Norge».

⁹²⁴ Georg Hygen til Einar Høiland, 15. februar 1960, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVFs arkiv.

Forskningsrådets representant Georg Hygen skrev til Høiland at «tanken om å innskrenke eller endog avvikle dette arbeid har vært oss fullstendig fremmed. Det er utelukkende den organisatoriske form som vi på lengre sikt fant lite hensiktsmessig.»

noen endring av instituttets vilkår.⁹²⁵ Høilands protester var imidlertid til liten nytte. Selv om han møtte en viss forståelse, nyttet det ikke å kjempe mot endringene på systemnivå. Tanken om grunnforskning som kilde til nasjonale framskritt var ikke like sterk som før opprettelsen ti år tidligere.

Instituttets siste årsberetning er et følelsesladet uttrykk for Høilands uvilje mot instituttets avvikling. I en ekstra fylldig gjennomgang av medarbeidernes aktivitet det siste året la han ikke bånd på seg i beskrivelsene av instituttets forskningsbragder. Blant annet framhevet han at instituttet var det førende senter i verden innen forskning på fjellbølger, mens innen konveksjon ville de blitt verdensledende dersom de hadde kunnet fortsette virksomheten.⁹²⁶ Avslutningsvis forklarte han hvorfor akkurat denne beretningen var så utfyllende:

Grunnen til dette er at jeg, når nå Forskningsrådet har avsagt sin dødsdom over instituttet, har villet prøve å gi en mest mulig nøktern vurdering av vårt institutts vitenskapelige status. De enkelte medlemmer av staben er nå alle kommet så langt at fruktene av de ganske slitsomme læreår for alvor begynner å vise seg. I denne for oss forstemmende situasjon er det dog med en viss tilfredsstillelse at jeg kan si at det året man fant å gi avviklingsordre kanskje har vært det mest vellykkede år vi har hatt.⁹²⁷

Det virker ikke som om Høiland hadde sett for seg at Institutt for vær- og klimaforskning kunne bli nedlagt, men denne illusjonen ble knust. Medarbeiderne ble revet ut av sin uforstyrrede arbeidsrytme der ingenting tilsynelatende hastet. Høiland beholdt sin sterke stilling, men fikk innskrenket sin frihet. Instituttet hadde gitt ham mulighet til å holde på den rene interessedrevne forskning som han forfektet, og denne friheten ville han ikke få tilbake. Men selv om avviklingen åpenbart følte som et hardt slag i ansiktet for Høiland, var det ingen som mistet jobben. Tvert imot befant medarbeiderne seg i en privilegert situasjon. Deres arbeid ble verdsatt, og i takt med at universitetene vokste, ble det opprettet stillinger til dem.

Virksomheten ble ikke avsluttet brått, men trappet gradvis ned. Fra og med 1959 begynte medarbeiderne å gå over i stillinger som stipendiater og universitetslektorer helt i tråd med

⁹²⁵ Einar Høiland til Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 4. februar 1959, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVFs arkiv.

⁹²⁶ Einar Høiland, «Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning: Beretning 1. juli 1958 – 30. juni 1959», 30. oktober 1959, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVFs arkiv.

⁹²⁷ Høiland, «Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning: Beretning 1. juli 1958 – 30. juni 1959, NAVFs arkiv.

forskningsrådets og universitetsledelsens ønske. Deler av bevilgningene ble overført til å ansette en ordinær stipendiat,⁹²⁸ og så sent som i januar 1961 ble Torbjørn Ellingsen ansatt som Høilands vitenskapelige assistent finansiert av det ikke lenger aktive Institutt for vær- og klimaforskning. Høiland selv ble flyttet til Institutt for matematiske fag.

Selv om instituttet opphørte å eksistere, ble dets vitenskapelige kultur bevart. Den teoretiske hydrodynamikken fortsatte å ligge til grunn for geofysisk forskning i Norge, og mekanikk og meteorologi forble sentrale fag ved universitetet. Også i tiårene som fulgte gikk en mengde teoretisk orienterte geofysikere ut av Osloskolen.

Eliassen i nye konstellasjoner

Arnt Eliassens tidligere arbeid innenfor numerisk værvarsling var knyttet til teoriutvikling, ikke den praktiske utforskningen. Hans bidrag til denne grenen av vitenskapen kunne utføres, slik han poengterte selv, med papir og blyant.⁹²⁹ Det betyr ikke at han var uinteressert i utviklingen av elektroniske regnemaskiner eller ikke hadde forutsetninger for å arbeide direkte med dem, men at slikt arbeid for ham ikke var vesensforskjellig fra annet arbeid innen dynamisk meteorologi.

Etter at Institutt for vær- og klimaforskning ble brutt opp, ble deler av ansvaret for å videreføre miljøet lagt på Eliassen. Siden Meteorologisk institutt var i ferd med å installere sin egen elektroniske regnemaskin hadde Eliassen dermed fått både et incentiv og et ansvar for å iverksette forskning som involverte andre enn ham selv. Løsningen ble å vende seg til amerikanerne for støtte. Eliassen, som tidligere hadde vært skeptisk til tilbud fra det amerikanske militæret, inngikk en kontrakt med «Office of Air Research», det vil si samme instans som finansierte Fjørtofts prosjekt.⁹³⁰ Disse bevilgningene var avgjørende for å tilby vitenskapelig arbeid til de yngre medarbeiderne i institutt for vær- og klimaforskning. Eliassen rekrutterte Arne Grammeltvedt, Marius Todsén og Ole Bremnes som vitenskapelige assistenter. I tillegg deltok amerikaneren William Blumen, som kort tid i forveien hadde tatt

⁹²⁸ Søknad D 180-1, Einar Høiland til Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 30. november 1959, boks 763, mappe Institutt for vær- og klimaforskning, NAVFs arkiv.

⁹²⁹ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 34.

⁹³⁰ Også Carl Ludvig Gudske fikk kontrakt med US air force, i 1960. Se Goksøyr m. fl., «De ikke-biologiske realfagene», 225–226.

doktorgrad ved MIT. Eliassen veiledet Blumen under hans opphold i Oslo og uttrykte stolthet over at Institutt for teoretisk meteorologi klarte å lokke postdoktorer fra Harvard og MIT. Dette var en utmerket begynnelse på å få til noe større, men det var vanskelig å skape nok entusiasme. Han irriterte seg over at Fjørtoft, Høiland og Palm ikke viste nok interesse for den amerikanske gjesteforskeren.⁹³¹

Med dette kunne Eliassen for første gang drive forskning på numerisk værvarsling ved universitetet. Ved å leie seg inn hos naboen Meteorologisk institutt kunne de gjøre slike eksperimenter enklere og på en kraftigere regnemaskin enn Frederic hos Forsvarets forskningsinstitutt et par mil unna. Resultatene fra de USA-sponsede eksperimentene sto imidlertid ikke i stil med forventningene. Det viste seg at modellen Eliassen hadde valgt ut var for avansert for Facit-maskinen. Fra å begynne med en modell av atmosfæren bestående av fire horisontale lag som dekket omtrent hele den nordlige halvkule, måtte de gå over til en enklere tolagsmodell. Grunnen var at utregningene overskred minnekapasiteten på magnetbåndet i regnemaskinen.⁹³²

På det vesle Institutt for teoretisk meteorologi syslet Eliassen med planer om å slå sammen faget med oseanografi og også innlemme hydrologi og den faste jords fysikk. Samlet ville dette bli et fellesinstitutt for geofysiske fag. Siden studieordningen var endret og geofysikk var blitt et eget studiefag var det naturlig at geofysikkdisiplinene var samlet, slik de hadde vært i Bergen i over 40 år. En instituttorganisering med relativt flat struktur var nok inspirert av hva Eliassen hadde observert under sine besøk ved amerikanske institusjoner, og var dessuten i takt med den generelle utvikling ved fakultetet. Etter en bevisst politikk fra fakultetes side erstattet forskning undervisning som den mest prioriterte oppgaven, og da passet ikke lenger de små instituttene med én professor som ubestridt leder.⁹³³

Veien til innpass i meteorologidisiplinen hadde i Oslo, i en årrekke gått via geografifaget, med spesialisering på hovedfagsnivå. Miljøet var preget av sterk interesse for matematisk

⁹³¹ William Blumen til Norman Phillips, 30. juni 1964, Jule Charney papers, boks 3, mappe 115. Arnt Eliassen til Jule Charney, 11. desember 1963, Jule Charney papers, boks 5, mappe 178/179.

⁹³² Arnt Eliassen red., *Final report: Studies in numerical weather prediction and the dynamics of fronts, sponsored by the air force Cambridge research laboratories, OAR under contract no. AF61 (052)-525 with the European office of aerospace research, United States air force* (Oslo: 1964).

⁹³³ Thue og Helsvig, 1945–1975: *Den store transformasjonen*, 113.

formalisme, så de meteorologiske forskerne hadde oftest gode ferdigheter i matematikk og mekanikk. Rekrutteringen hadde siste halvdel av 1950-tallet vært jevn og ikke u håndterlig for instituttet. Jobbmulighetene for nyutdannede var akseptable ved de meteorologiske institusjonene selv om det var rift om stillingene i Oslo og tilsvarende liten pågang på enkelte jobber i distriktene. For et knippe forskerspirer hadde Høilands Institutt for vær- og klimaforskning vært en effektiv forskerskole. Med unntak av ansettelsen av Eliassen i 1953 hadde det imidlertid knapt skjedd endringer ved Institutt for teoretisk meteorologi siden det ble opprettet i 1942. De årlige statsbevilgningene (annuum) hadde i studieåret 1949/50 vært 3600 kroner. Denne summen hadde i seks år senere, i 1955/56, steget til 4000 kroner. Til sammenligning hadde Institutt for teoretisk astrofysikk dette året bevilgning på drøyt 45 000 kroner, i tillegg til at solobservatoriet på Harestua fikk driftstøtte fra det amerikanske flyvåpenet. Ved oseanografisk institutt var situasjonen den samme som ved naboinstitutet, om mulig enda mer nedslående. Instituttet hadde 3500 kroner i annuum gjennom hele perioden.⁹³⁴ Etter at Eliassen overtok Harald Sverdrups professorat, var Jonas Fjeldstad eneste vitenskapelige ansatt.

Selv om Eliassen og Solberg var anerkjente vitenskapsmenn, og meteorologimiljøet fra tid til annen hadde internasjonale forskercelebriteter som gjester, lyktes instituttet sjelden å skape permanente ringvirkninger i form av større bevilgninger eller flere ansatte. Solberg ledet Utvalg for matematikkmaskiner, men meteorologer brukte ikke de første elektroniske regnemaskinene. Eliassen fikk i 1951 og i 1956 tilbud om å motta støtte fra US Air Force til norske prosjekter, men gjorde lite for å utvikle mulighetene før han selv var etablert i posisjon som professor.

I utgangspunktet var planen for sammenslutning av meteorologien og oseanografien at instituttet skulle holde hus sammen med matematikk og mekanikk i en ny bygning ved siden av Rosselands institutt.⁹³⁵ I kjelleren ville det komme en elektronisk regnemaskin, et hydrodynamikklaboratorium og en seismograf. Einar Høiland var i stor grad arkitekten bak

⁹³⁴ *Oversikt over norske forskningsinstitusjoner og andre institusjoner innen naturvitenskap og teknikk* (Oslo: 1950), 45, 55;

Norske forskningsinstitusjoner innen naturvitenskap og teknikk (Oslo: 1957), 82–84, 93.

⁹³⁵ Dette svarer omtrent til der Helga Engs hus ligger.

planene og overbeviste matematikerne om at dette var fornuftige forslag.⁹³⁶ Bare tanken om å sidestille matematikk med mekanikk og meteorologi vitner om geofysikkfagenes sterke stilling og Høilands overtalelsesevner. Å innlemme hydrologi og den faste jords fysikk så greit ut på papiret, men det gikk ikke av seg selv å skaffe kompetente kandidater til å tre inn i vitenskapelige stillinger.⁹³⁷ Enn så lenge tok Eliassen seg derfor av undervisning i den faste jords fysikk.

Eliassen ble invitert av Jule Charney til et lengre forskningsopphold ved MIT i 1960. MIT var stimulerende for tiden, skrev Charney: en fluiddynamisk renessanse!⁹³⁸ Eliassen avslø imidlertid tilbudet på grunn av den planlagte universitetsutvidelsen. Han følte det var viktig å være til stede for å se til at forslagene gikk gjennom slik at geofysikken fikk sin andel.⁹³⁹

Planene for Institutt for geofysikk ble imidlertid viklet inn i den store utbyggingen av universitetet, hvorpå Eliassen selv mistet innflytelse over framdriften. Han var riktignok medlem av det såkalte kontaktutvalget for matematikk-geofysikkbygget, men fikk liten makt her. Bygningsplanene var blitt revidert og vedtatt av universitetskollegiet i februar 1961.⁹⁴⁰ Det var imidlertid usikkert når de ville realiseres siden det var en mengde nybygg som ble planlagt reist. For meteorologene, som regnet med vekst, fantes det umiddelbare behov.

Tidligere statsmeteorolog Eigil Hesstvedt ble i 1962 ansatt som dosent. Han skulle dekke feltene skyfysikk og atmosfærekjemi. Dette var blitt viktige områder for forskning internasjonalt de siste årene og var temmelig forskjellig fra den dynamiske meteorologien som Eliassen var eksponent for. I Stockholm hadde Rossby vendt oppmerksomheten sin mot atmosfærekjemien allerede tidlig på 1950-tallet. Hesstvedt hadde tatt doktorgrad ett år tidligere og i mellomtiden hatt en stilling i Stockholm.⁹⁴¹ I tillegg til Hesstvedt, antok

⁹³⁶ Eliassen til Charney, september 1959, Jule Charney papers.

⁹³⁷ Taba, «The bulletin interviews: Arnt Eliassen», 316.

⁹³⁸ Jule Charney til Arnt Eliassen, 12. juni 1959, Jule Charney papers, boks 5, mappe 178/179.

⁹³⁹ Eliassen til Charney, september 1959, Jule Charney papers.

⁹⁴⁰ *Universitetet i Oslo årsberetning 1. juli 1960 – 31. desember 1961* (Oslo: Universitetsforlaget, 1973), 162.

⁹⁴¹ Eigil Hesstvedt, «On the physics of mother of pearl clouds», *Geofysiske publikasjoner* 21, nr. 9 (1960).

Eliassen at disiplinen raskt kunnet få amanuensis og universitetslektor. 10–15 nye hovedfagsstudenter var ventet.⁹⁴²

Den trege framdriften i universitetsutbyggingen gjorde Eliassen utålmodig. Sommeren 1962 overlot han vervet i kontaktutvalget for utbyggingen til Halvor Solberg og reiste til MIT.⁹⁴³ Jule Charney ønsket sterkt å få ham over for et semester. Oppholdet fortonet seg annerledes enn Eliassens foregående reiser til USA. I forkant av besøket framhevet Eliassen at i motsetning til tidligere Amerika-besøk, der det gjaldt å bruke mest mulig av tiden på de dyrebare regnemaskinene, ville en større andel av oppholdet heretter bli brukt på teoretisk forskning og ikke minst utveksling av ideer.⁹⁴⁴ Snart ville store utregninger kunne gjennomføres på europeisk side av Atlanteren også. Dette ville være svært gunstig for det internasjonale samarbeidet.

Eliassen tilbrakte altså høsten 1962 med Jule Charney ved MIT. De samarbeidet om en av Charneys nye interesser: orkaner. I ettertid uttalte Eliassen at det ikke kom all verden ut av oppholdet, men vi kan observere at dette ikke plaget ham, fordi han nå var en etablert forsker og kunne tillate seg større friheter. Det var aller mest hyggelig å kunne forske i fellesskap med Charney igjen. Han syslet også med planer om å etablere et internasjonalt forskningsinstitutt ved Universitetet i Oslo, og inviterte for andre gang Jule Charney til å ta et langvarig forskningsopphold i Norge.⁹⁴⁵

Institutt for Geofysikk ble en realitet i 1963, da planene om nybygg virket helt garanterte. Matematikkbygningene sto etter flere forsinkelser ferdig i 1966.⁹⁴⁶ Det ble til slutt tre av dem, og etter påtrykk fra Einar Høiland fikk den ene det passende navnet Vilhelm Bjerknes' hus.⁹⁴⁷

⁹⁴² Arnt Eliassen til Halvor Solberg, 22. juli 1962, boks 12, mappe merket 1962, Halvor Solbergs arkiv.

⁹⁴³ Eliassen til Solberg, 22. juli 1962, Halvor Solbergs arkiv.

⁹⁴⁴ Eliassen til Charney, september 1959, Jule Charney papers.

⁹⁴⁵ Eliassen til Charney, 11. desember 1963, Jule Charney papers;
Arnt Eliassen til Jule Charney, 19. desember 1963, Jule Charney papers, boks 5, mappe 178/179.

⁹⁴⁶ «Nordens matematikere samles til symposium», *Aftenposten*, 5. januar 1967.

⁹⁴⁷ Palm, «Minnetale over professor dr. philos Einar Høiland», 125.



Tilknytning til Norge og norsk natur var blant årsakene til at Arnt Eliassen ikke slo seg ned i USA. Her er han (til venstre) med Ed Lorenz på Norefjell i 1963 (fotoграфи fra *The life cycles of extratropical cyclones: a commemorative photo album* (Bergen: 1994)).

Eliassens manglende Nato-engasjement

Vitenskapshistorikeren Gunnar Ellingsen har vist at store deler av norsk havforskning på 1960-tallet foregikk innenfor Nato-rammer.⁹⁴⁸ Dette innebar ikke at oseanografien ble kontrollert av militære interesser, men skyldtes et nytt utslag av tankegangen om grunnforskningens betydning for nasjonal framgang. I 1957, i kjølvannet av Sputnik-sjokket, opprettet Nato en vitenskapskomité. I vesten hersket en forestilling om at man lå etter østmaktene i vitenskap og teknologi, og at det gjaldt å innhente forspranget. Natos vitenskapskomité var ment som et ledd i dette arbeidet.

Svein Rosseland hadde en viktig funksjon i komiteen og fungerte som bindeledd mellom Nato-vitenskapen og norske myndigheter. Rosseland ønsket at Norge skulle sette inn

⁹⁴⁸ Gunnar Ellingsen, «Varme havstrømmer og kald krig: «Bergensstrømmåleren» og vitenskapen om havstrømmer fra 1870-årene til 1960-årene», PhD-avhandling, Universitetet i Bergen, 2013.

kreftene på visse områder som kunne være strategiske for Nato-samarbeidet og hvor norsk vitenskap sto sterkt fra før. Kirke- og undervisningsminister Birger Bergersen fra Arbeiderpartiet nedsatte et nasjonalt utvalg med Rosseland og geofysikerne Håkon Mosby, Leiv Harang og Arnt Eliassen.⁹⁴⁹ Utvalget skulle utrede spørsmålet om hva slags forskning Norge burde fremme. Meteorologi og oseanografi var opplagte valg.

Rosseland tok det norske synet videre til Natos vitenskapskomité, som under sitt møte i september 1959 nedsatte en ad hoc-komité i meteorologi. Forslaget sto ikke på dagsorden, men kom opp etter at Rosseland hadde luftet ideen under en lunsj. Det ble like fullt enstemmig vedtatt.⁹⁵⁰ Ad hoc-komiteen var etter mål av en tilsvarende underkomité for oseanografi som var blitt opprettet et halvt år tidligere. Intensjonen var at underkomiteene skulle foreslå forskningsideer, som vitenskapskomiteen skulle ta nærmere stilling til. Denne oppskriften latet til å fungere for oseanografisk forskning i alliansen, og derfor ønsket man å oppnå det samme med meteorologi.⁹⁵¹

Sannsynligvis fordi det opprinnelige initiativet til meteorologikomiteen stammet fra Norge, ble Arnt Eliassen bedt om å være leder og gitt i oppdrag å peke ut de øvrige medlemmene. Han foreslo fire av de mest framtrepende dynamiske meteorologer fra Natos medlemsland: Harry Wexler fra USA, Jaques van Mieghem fra Belgia, Reginald Sutcliffe fra Storbritannia og Warren Godson fra Canada. Komiteen legges fram «konkrete forskningsproblemer», hvorpå Natos vitenskapskomité skulle vurdere om meteorologiutvalget skulle bli en permanent løsning.

Dette må ha vært en merkelig situasjon for Eliassen. Ikke bare mislikte han komitéarbeid, men han så med uvilje på amerikansk utenrikspolitikk og abonnerte på den sterkt Nato-kritiske avisa *Orientering*. Nå befant han seg som leder av en Nato-komité. Selv om komiteens mandat var å tilrettelegge for sirkulasjon av grunnforskning mellom

⁹⁴⁹ Ellingsen, «Varme havstrømmer og kald krig», 168.

⁹⁵⁰ Ellingsen, «Varme havstrømmer og kald krig», 170.

⁹⁵¹ *NATO and science: Facts about the activities of the science committee of the North Atlantic treaty organization 1959–1966* (Brussel: 1966), 111.

forsvarspaktens medlemsland, og det var et styrende prinsipp at vitenskapen skulle være uklassifisert,⁹⁵² var det neppe her Eliassen drømte om å utfolde seg.

I januar 1960 forelå meteorologiutvalgets forslag, som på møtet i Natos vitenskapskomité ble omtalt som et rent hastverksarbeid.⁹⁵³ Undergruppa for oseanografi hadde lagt fram konkrete planer om undersøkelser av strømforhold, mens ingenting av verdi kom ut av meteorologiarbeidet. Dette virker påfallende når man tar lederens politiske syn i betraktning. Eliassen var trolig skeptisk til oppfatningen om at vitenskapsmenn ville kunne beholde autonomi innen militærstrategiske rammer. Blant andre var Svein Rosseland talsmann for dette synet, som dominerte klimaet i vitenskapskomiteen.⁹⁵⁴ Det er imidlertid ikke dermed gitt at Eliassen motarbeidet komiteens arbeid. En mer sannsynlig årsak til meteorologiutvalgets tiltaksløse innstilling er at de ikke så behovet for et umiddelbart løft for meteorologisk grunnforskning. Transatlantisk forskningssamarbeid fantes allerede, særlig rundt Rossbys institutt som nå til og med het «International Meteorological Institute». Riktignok lå instituttet i Sverige, som sto utenfor Nato, men Stockholm-miljøet hadde gjennom flere år vært et tyngdepunkt for vestlig meteorologisk forskning og hatt et utstrakt samarbeid med sivile og militære institusjoner i USA. Hva angikk internasjonale initiativer for værvarsling var det lite hensiktsmessig å begrense samarbeidet til Nato-landene. Her trengtes mer globale initiativer. Internasjonalt samarbeid innen FN-organet WMO om utbredelse av værvarslingsmetoder og utveksling av værdata gikk allerede sin gang.

En viss kontakt med sovjetiske vitenskapsmenn fantes også. I 1958 var Eliassen i Sovjetunionen som representant for den norske komiteen i forbindelse med det internasjonale geofysiske år. Her møtte de vestlige geofysikerne sovjetiske kolleger og opplevde at det faglige engasjementet bandt dem sammen. De kunne for eksempel enes om at eksisterende metodene for langtidsvarsling var kronisk upålitelige og at øst og vest på

⁹⁵² John Krige, «Nato and the strengthening of western science in the post-Sputnik era», *Minerva* 38, nr. 1 (2000), 106–107.

⁹⁵³ Svein Rosselands notater fra møtet i Natos vitenskapskomité 30. januar 1960. Notatene finnes i Utenriksdepartementet, Enhet for eldre og avsluttede arkiver. NATO Science Committee (NSC). Mappe 1 (UD NSC 60-69 bd4 1960). Tusen takk til Gunnar Ellingsen for lån av hans notater fra kildene. Se også Ellingsen, «Varme havstrømmer og kald krig», 173.

⁹⁵⁴ Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 231–232.

akkurat dette punktet hadde kommet like kort.⁹⁵⁵ Kontaktene førte til at sovjetiske meteorologer senere besøkte Oslo. I 1963 arrangerte IUGG og WMO i fellesskap et internasjonalt symposium om numerisk værvarsling i Oslo, med betydelig sovjetisk deltakelse.⁹⁵⁶

Det magre utbyttet fra Eliassens ad hoc-komité framkalte ingen represalier fra vitenskapskomiteen. Hastverksarbeid eller ikke, på grunn av vitenskapenes åpenbare strategiske nytte kunne meteorologisk og oseanografisk forskning regne med å få støtte innen Nato uansett. Fra amerikansk hold ble dette uttalt helt eksplisitt. På et møte i januar 1961 ble det dermed bevilget 250 000 dollar til meteorologisk og oseanografisk forskning, uten videre føringer.⁹⁵⁷ Pengene ble fordelt på mindre prosjekter. Blant annet fikk Eliassen i 1963 6000 dollar til et forskningsprogram om fjellbølger.⁹⁵⁸ Relativt få meteorologiprojekter fikk slik støtte, og beløpene var moderate sammenliknet med for eksempel oseanografiforskningen.

Eliassen gikk av som leder av «The ad hoc advisory group on meteorology» allerede i 1961, men satt som medlem fram til 1966. Fra og med 1964 ble komiteens mandat noe endret. Hovedoppdraget var heretter å gi råd til vitenskapskomiteen om meteorologiske spørsmål. Komitémedlemmene skulle fremme samarbeid mellom Nato-land innen forskning, utdanning, og de skulle anbefale velegnete prosjekter til vitenskapskomiteen.⁹⁵⁹ Det komiteen endte med å gjøre var å gi anbefalinger om å forbedre utdanningen innen meteorologi i Natos medlemsland, spesifisere forskningsprosjekter velegnet for internasjonalt samarbeid og angi temaer for Nato-støttede kongresser. Disse kongressene gikk under navnet «Advanced study institutes». Et siste punkt var å rådgi vitenskapskomiteen om det skulle opprettes et internasjonalt senter for meteorologisk forskning. Et slikt senter ble det aldri noe av.

Det synes klart at Eliassen ikke prioriterte virksomheten i Natos meteorologiutvalg spesielt høyt. Han la ned betraktelig større innsats i arbeidsgruppene i WMO, selv om dette arbeidet

⁹⁵⁵ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 23–24.

⁹⁵⁶ Johnny Skorve, «V r-folket tror på regnemaskiner», *Verdens Gang* 19. mars 1963.

⁹⁵⁷ Fra Ellingsens notater. Referat fra møtet i Vitenskapskomiteen 14.–16. september 1960 og 10.–11. januar 1961. Mappe 2 (UD NSC 60-69 bd5 1960).

⁹⁵⁸ *NATO and science*, 112.

⁹⁵⁹ *NATO and science*, 111.

nok også trettet ham i det lange løp. Bedre likte han det mindre forpliktende arbeidet gjennom IUGG, der han i 1960 ble valgt til leder av en internasjonal kommisjon for dynamisk meteorologi, for øvrig uten å være til stede under generalforsamlingen i Helsingfors.

Ved hjemkomsten fra MIT vinteren 1963 hadde Eliassen en tung periode. For første gang ga han uttrykk for at han savnet å være i USA. Ifølge kona Ellen følte han seg mye bedre først da han ga slipp på de internasjonale forpliktelsene: «All the WMO letters went unopened into the fireplace, that was a relief, and then he did not go to Paris and sent an unpolite letter instead about the planned NATO institute».⁹⁶⁰

Endelig etablert

12. mars 1962, to dager før hundreårsdagen for Vilhelm Bjerknes' fødsel, ble den elektroniske regnemaskinen til Meteorologisk institutt offisielt innviet. I sin tale under åpningsmarkeringen uttalte direktør Ragnar Fjørtoft:

Overtagelsen av denne nye elektroniske regnemaskinen er en meget betydningsfull begivenhet for norsk meteorologi. Den er ikke bare en revolusjon når det gjelder mulighetene for værvarslingen, men åpner også veien til forskningsproblemer vi aldri tidligere har drømt om å angripe.⁹⁶¹

Fjørtoft var her inne på kjernen i hvorfor instituttet gikk til anskaffelse av maskinen. Den skulle løse framtidige så vel som nåtidige utfordringer. I tillegg til å være et hjelpemiddel i den daglige værtjenesten ville en elektronisk regnemaskin gjøre institusjonen rustet for kommende utvikling innen numerisk meteorologi. Den var en framoverrettet investering fra instituttledelsens side.

Fra 1955 hadde Eliassen og Fjørtoft vært samlet på Blindern i Oslo. Riktignok i hver sin institusjon, men i svært kort avstand geografisk, og i de mest sentrale posisjonene innen norsk meteorologi. Fjørtoft gikk fra å være forsker til å lede profesjonen av norske værvarslere; Eliassen forble ved universitetet som akademisk forsker og lærer for dem som skulle inn i værvarslingen. Uten å stå i veien for hverandre maktet de to å skaffe seg

⁹⁶⁰ Ellen Eliassen til Jule Charney, 18. februar 1963, boks 5, mappe 178/179.

⁹⁶¹ «Meteorologenes regnemaskin innviet», *Aftenposten*, 13. mars 1962.

posisjoner som sikret egne karrierer og muliggjorde samarbeid. Innen midt på 1960-tallet var de helt etablerte forskere med stillinger og identiteter. Deres delvis overlappende og delvis atskilte forskerkarrierer illustrerer hvor tett meteorologi som profesjon og akademisk disiplin er knyttet sammen, i hvert fall i norsk sammenheng.

Utdanningsreformen til Harald Sverdrup på Universitetet i Oslo, med mindre kurs, økte behovet for lærere. Dette gjorde at alle som hadde vært i Institutt for vær- og klimaforskning fikk vitenskapelige stillinger på begynnelsen av 1960-tallet. Eliassens mangler som miljøskaper fikk få konsekvenser, fordi universitetene uansett ekspanderte. De små og underfinansierte instituttene for meteorologi og oseanografi vokste sammen til Institutt for geofysikk, der Eliassen og Eigil Hesstvedt hadde som prinsipp å minimere alt som hadde med administrasjon å gjøre.⁹⁶²

Som ledd i videreføringen av virksomheten ved Institutt for vær- og klimaforskning, inngikk Eliassen på begynnelsen av 1960-tallet et samarbeid med det amerikanske flyvåpenet om et prosjekt innen numerisk værvarsling. Dette var første og eneste gang han var sentral i at norsk forskning ble finansiert gjennom amerikanske militærpenger. Prosjektet varte imidlertid ikke lenge. Til tross for at kontrakten med Air Force var svært nyttig for å gi unge forskere stillinger, ble den avsluttet i 1964. Jeg kjenner ikke de fullstendige omstendighetene rundt dette, men i et intervju til The Royal Meteorological Society i 1988 knyttet Eliassen avgjørelsen til utbruddet av Vietnamkrigen: «...it was hard for me to get the help I wanted, but I did have a contract with the American Air Force from 19... maybe '59 until '64 or so, when the Vietnam war started and I stopped that.»⁹⁶³

Vietnamkrigen og den antiamerikanske stemningen som bredte seg, fastsatte Eliassens syn på forskningsfinansiering en gang for alle. Amerikanskstøttet forskning hadde ikke vært kontroversielt tidligere, men skulle framover bli et betent spørsmål. Samtidig hadde Fjørtoft på Meteorologisk institutt stort utbytte av kontraktene med det amerikanske flyvåpenet. Han var neppe mindre engasjert i den spente politiske situasjonen i verden enn Eliassen. Forskjellen lå imidlertid i utøvelsen av deres roller.

⁹⁶² Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, 11. oktober 1989.

⁹⁶³ Arnt Eliassen, intervjuet av John Green, mars 1988, 34.

Eliassens politiske tvisyn var del av hans identitet som vitenskapsmann. På vei opp og fram i karrieren kunne ambisjoner og verdier komme i konflikt med hverandre, men som etablert professor var det enklere å følge personlig idealisme framfor strategier på institusjonens vegne. Han brukte av og til sin innflytelse i nasjonal og internasjonal forskningspolitikk, men for det meste var han utenfor de viktigste beslutningsprosessene.

Selv om Fjørtoft var en usedvanlig kreativ forsker, opptrådte han mer bundet i sin rolle som administrator. Privat la han ikke skjul på sine politiske syn, men som direktør var han systemtro, opptatt av at instituttet skulle tale med en stemme utad og tok ikke stilling til kontroversielle spørsmål offentlig.⁹⁶⁴ For øvrig var han opptatt av å bevare profesjonens virkeområde. Fjørtoft tilhørte profesjonen selv og argumenterte for eksempel for den enhetlige og svært saklige tonen mange kjenner fra værmeldingene i norsk radio og fjernsyn. Han handlet antakelig ut i fra det han oppfattet som institusjonens beste. Det er ingen tvil om at Fjørtoft med sin bakgrunn var egnet i et slikt system.

Fjørtoft har blitt omtalt som teknokrat av Mot Dag-skolen, men har sjelden blitt framhevet som samfunnsaktør med vesentlig politisk innflytelse i kraft av sin fagkunnskap. Det er som forsker han blir husket. Jeg synes dette er en riktig vurdering. Årsaken har både å gjøre med hans person og Meteorologisk institutts avgrensede posisjon i samfunnet. For det første benyttet Fjørtoft stort sett all tilgjengelig tid til å drive meteorologisk forskning. Det var dette han interesserte seg mest for og dette han prioriterte. For det andre lå det større føringer om at direktøren for Meteorologisk institutt skulle utfolde seg som forsker enn som samfunnsaktør. Dette skyldtes instituttets langvarige tilknytning til universitetet og de sterke vitenskapelige tradisjonene. Selv om jeg ikke vil utelukke at Fjørtofts motdagistortid medvirket til at han søkte direktørstillingen, er det betegnende at ansettelsen utelukkende var basert på hans vitenskapelige kvalifikasjoner.

⁹⁶⁴ Denne tolkningen er blant annet basert på enkelte episoder fra Nilsen og Vollsets kapittel «En ny gullalder?» om Fjørtofts reaksjoner på enkeltmeteorologers uoffisielle værvarsler og språkbruk.



I tiden som direktør var Ragnar Fjørtoft en tilstrekkelig kjent person i norsk offentlighet til at han ble portrettintervjuet i *Dagbladet* påsken 1957. Her er han i den kjente tegneren Gösta Hammarlunds strek (opprinnelig trykket i *Dagbladet* 17. april 1954).

8. Konklusjon

Årene da Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft opparbeidet seg anseelse som meteorologiske forskere var preget av at de stadig var på reise. Først ble de etter tur rekruttert til Institute for Advanced Study i Princeton for å fylle den samme funksjonen ved John von Neumanns elektroniske regnemaskinprosjekt. Dernest ble begge invitert til Jacob Bjerknes og Jørgen Holmboe meteorologiske nybyggerkoloni i Los Angeles. Da det drøyde med forskerstillinger i Oslo, ble Eliassen hentet til Carl-Gustaf Rossbys internasjonale institutt i Stockholm, der han spilte en viktig rolle i å utforme et delvis supplerende, delvis konkurrerende alternativ til Princeton-prosjektet. Fjørtoft på sin side reiste til Københavns universitet der han ble Danmarks første professor i meteorologi. I løpet av første halvdel av 1950-tallet dro begge på nye forskningsopphold i USA, men denne gang under helt andre forutsetninger enn ved forrige besøk. Under Fjørtofts andre Princeton-opphold ble han regnet som en etablert forsker og fikk arbeide relativt fritt, mens Eliassen ble hentet til Los Angeles og Princeton som faglig autoritet.

Hjemkomstene var ikke alltid enkle. Kontrasten mellom impulsene i utlandet og miljøet i Norge kunne være stor. Spesielt Eliassen innrettet seg etter denne situasjonen ved å føre ulike karrierer ute og hjemme. Inntil oppholdet i Stockholm trodde han det ville la seg gjøre å integrere tradisjonelle norske perspektiver og internasjonal forskning på numerisk meteorologi. Fra og med året i Høilands institutt ble det etablert en todeling i Eliassens vitenskapelige karriere. Friheten han etter hvert fikk til rådighet i Norge, brukte han til å dyrke internasjonale kontakter. Som jeg tidligere har beskrevet var denne todelingen av Eliassens karriere helt naturlig gitt betingelsene han var underlagt. Også andre elementer ved de utenlandske forskningsmiljøene var vanskelig å bringe direkte hjem til Norge. Rossbys vyer om internasjonal forbrødring som også innbefattet Vest-Tyskland og til en viss grad Sovjetunionen, var umulig å etablere i en norsk kontekst på 1950-tallet. Siden Eliassen etter alt å dømme vegret seg mot å initiere militærfinansiert forskning, var det vanskelig for ham å være en pådriver for «big science» i Norge. Og som vi har sett trivdes han uansett best med forskning som kun krevde papir og blyant som utstyr.

Selv om det altså var mye av det han tilegnet seg i utlandet han ikke kunne anvende direkte i Norge, bar Eliassen likevel kunnskapen med seg og spredte den gjennom undervisning,

lærebøker og andre former for disiplinbygging. Ved Institutt for geofysikk dannet det seg utover 1960- og 70-tallet et miljø blant studenter og stipendiater der Eliassens formidlingsevner kom til sin rett. Spesielt oppmerksom var han overfor utenlandske gjesteforskere. Når det gjelder instituttets vitenskapelige virksomhet, ble nok denne preget av at Eliassen syntes det var mer givende å samarbeide med forskere som Jule Charney og Ed Lorenz enn med sine egne studenter og kolleger.

I 1965 ble Ragnar Fjørtoft professor II ved Eliassens institutt og virket ved universitetet langt inn i pensjonsårene. Han vendte seg alltid mot den individuelle forskningen og gikk aldri ut av forskerrollen selv om han var administrator i det daglige. Fjørtoft involverte seg ofte i andres arbeid, var svært interessert i faglige diskusjoner og kunne bli direkte indignert i møte med forskere som han mente ruget på ideene sine. Dette kan minne om en av normene i Robert Mertons vitenskapelige etos. Merton mener god vitenskap er preget av en form for felleseie av ideer og resultater. Dette kaller han kommunisme.⁹⁶⁵ På lik linje med værdata, som skulle utveksles fritt, anså Fjørtoft forskningsresultater som felleseie fra det øyeblikk en tanke ble formulert første gang.

Forskermigrasjon

Ideer flyter ikke fritt, de bringes med seg av mennesker eller av kommunikasjonsformer mennesker står bak. Charney, Eliassen, Fjørtoft og de andre aktørene i denne avhandlingen har vist hvordan spredning og sirkulasjon av vitenskap kan foregå gjennom nettverk mellom ulike miljøer. Eliassen og Fjørtoft brakte den norske meteorologitradisjonen til de ulike forskningsprosjektene i Amerika, for så å bringe med seg elementer tilbake til forskningsmiljøet de kom fra. Det er denne sammensatte og ofte flertydige kunnskapsutvekslingen jeg har kalt forskermigrasjon. Enkeltpersoners karrierevalg fører til reiser (som slett ikke er tilfeldige) fram og tilbake mellom forskningsmiljøer som ikke er statiske. Med seg på reisen bringer aktørene ulike former for viten, gjerne med vidt forskjellige forutsetninger for mobilitet. Personlige egenskaper og særtrekk ved miljøene

⁹⁶⁵ Robert K. Merton, «The normative structure of science», i *The sociology of science* (Chicago: The university of Chicago press, 1973), 273–275.

Mertons norm er ikke det samme som den politiske retningen kommunisme, og erstattes i nyere litteratur oftest med det mindre ladete orde kommunalisme.

man veksler mellom bidrar også til at forskermigrasjonen kan utspille seg på vidt forskjellige måter.

Gjennom forskermigrasjon brakte Eliassen og Fjørtoft med seg tre elementer tilbake til utgangspunktet. Det første: teknologi, eller nærmere bestemt innsikt i teknologiens betydning, fikk liten innvirkning de første årene. Norsk vitenskap var i endring, og elektroniske regnemaskiner var på vei inn, men det fantes verken vilje, evne eller økonomi til større teknologiske investeringer innenfor værvarsling og meteorologisk forskning. Eliassen og Fjørtofts refleks var å avvente den teknologiske utvikling. Da Fjørtoft kom i posisjon, gjorde han den elektroniske regnemaskinen til sentrum for den institusjonaliserte forskningsvirksomheten ved Meteorologisk institutt. Eliassen ble en ivrig bruker. Det er således tydelig at både forsinkelsen og den faktiske innføringen av numerisk værvarsling til Norge var preget av deres førstehåndserfaringer fra andre vitenskapelige miljøer.

Det andre elementet: ny teori, maktet de i mye større grad å overføre til nye kontekster. Her var de på hjemmebane. Med sin bakgrunn i den teoretiske Osloskolen og sin praktiske værvarslingserfaring evnet de å veksle mellom miljøer i flere land og mellom ulike stiler av meteorologisk forskning. Det mest talende eksempelet er Fjørtofts grafiske metode, men også Eliassens grunnleggende arbeider om meridional sirkulasjon, topametermodeller og fjellbølger var til dels basert på internasjonale innsikter.

Det tredje elementet var mindre konkret, men like viktig. Eliassen og Fjørtoft brakte med seg viten om vitenskapelige kulturer og innsikt i organisering og gjennomføring av forskningsprosjekter. En stor del av denne ekspertise hører inn under det som kalles taus kunnskap. Slike innsikter er vanskelige å overføre uten at mennesker reiser, blir innlemmet i forskningsfellesskap og gjør seg egne erfaringer. Forskere publiserer ikke om vitenskapelige kulturer og organisering. Dette er kunnskap og ferdigheter som tilegnes gjennom erfaring. Eliassen og Fjørtoft lyktes virkelig ikke i å gjenskape prosjektorganiseringen ved utenlandsk «big science» i hjemlige omgivelser, og som jeg har vist var ikke dette noe de prioriterte. I stedet tilpasset de seg forutsetningene.

Strategi og tilpasning

Et fellestrekk under alle reisene og utenlandsoppholdene er at Eliassen og Fjørtoft innrettet seg etter gjeldende forskningssystemer. Tilpasningen foregikk på to plan. For det første måtte de tilpasse seg vitenskapelige stiler og institusjoners behov. Ved å se nærmere på den totale kontrasten mellom Eliassens opphold i Stockholm i 1951–52, og hans engasjement i Høilands Institutt for vær- og klimaforskning det påfølgende året, er det åpenbart at premissene var forskjellige og at Eliassen smidig innordnet seg begge systemene. I Stockholm var målet å produsere numeriske værvarsler så raskt som mulig; i Oslo ble det etablert en hydrodynamisk forskerskole med lengre tidshorison. Et annet eksempel er Fjørtofts danske professorat, som til dels ble opprettet som ledd i dansk Grønland-politikk. Innen Fjørtoft inntok stillingen var de mest presserende Grønland-spørsmålene avklart og interessen rundt meteorologiprofessoratet forsvunnet. Ved universitetet var han lovet nybygg og bedre arbeidsforhold, som aldri ble realisert. Fjørtoft var fint i stand til å produsere vitenskap under disse forholdene, men han trivdes ikke.

Fjørtoft gikk siden inn i en rolle som administrator, som han brukte til å innføre mer forskning ved institusjonen og innlede innføringen av numerisk værvarsling. Fjørtoft fikk sin maskin, et vendepunkt i hans karriere. Statsorganet Meteorologisk institutt inngikk i et system hvor myndigheter, finansering, og andre eksterne forhold la føringer for direktørens handlingsrom. Teknokraten Fjørtoft hadde ingen problemer med å manøvrere i et slikt system, mens vitenskapsmannen Fjørtoft strittet imot.

Den andre formen for tilpasning var til den sosiale kulturen i de ulike forskerfellesskapene. Også her er kontrastene store. Kulturen i Princeton fulgte naturlig av strukturene ved det målstyrte prosjektet, og var karakterisert ved at forskerne trivdes i hverandres selskap og var interessert i å bringe von Neumann og Charneys ideer ut i livet. I det mer konsentrerte meteorologiske miljøet i Los Angeles samarbeidet Eliassen og Fjørtoft med to nøkterne og pertentlige professorer med særegne arbeidsformer. Her var stemningen roligere, og utstrakt samarbeid noe mer utfordrende. I Stockholm opplevde Eliassen et idealistisk, internasjonalt og vidløftig fagmiljø med karismatisk, men kaotisk ledelse. Dette var særdeles interessant fra et faglig synspunkt, men for Eliassen krevende i det lange løp. Han ønsket seg tilbake til Oslo-miljøet der Einar Høiland ledet tradisjonsrik, nasjonalorientert og interessedrevet seminarvirksomhet.

Vi ser at det var andre mennesker som definerte disse systemene, ledende vitenskapsmenn som styrte Eliassen og Fjørtofts interesse i nye retninger.

Numerisk værvarsling

Mye av grunnen til at Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft også huskes for alt de *ikke* gjorde for numerisk værvarsling i Norge er at de tidlig på 1970-tallet motsatte seg norsk delaktighet i «European centre for medium-range weather forecasts». Dette skulle være, og er fortsatt, en felles-europeisk sentral for numerisk værvarsling i Reading i Storbritannia. Selv om Eliassen og Fjørtoft ikke var upåvirket av de politiske overtonene ved tilslutning til et forpliktende europeisk samarbeid, var deres skepsis i all hovedsak vitenskapelig begrunnet. Senteret påberopte seg å produsere varsler for inntil ti dager. Sterkt påvirket av Lorenz' sommerfugleffekt og sine egne erfaringer, anså Eliassen og Fjørtoft dette for umulig og ikke verd å investere ressurser i. Like standhaftige var de i årene som fulgte. Direktør Fjørtoft og professor Eliassen nøt stor faglig respekt innad i Kirke- og undervisningsdepartementet hvor også arven etter tidligere departementsråd Olaf Devik var sterk. Råd fra vitenskapelige autoriteter skulle lyttes til.⁹⁶⁶

I retrospekt står dette som en særdeles dårlig avgjørelse. Det europeiske samarbeidet ble en suksess og ledet fram mot teknologi vi i dag kjenner fra tjenesten yr.no. Helt isolert var riktignok Eliassen og Fjørtofts syn rasjonelt og velbegrunnet. Kvaliteten på varslene de første årene var ikke god, og Norge sparte penger på å stå utenfor. Forskningsinnsats kunne kanaliseres i andre retninger. Ulempen var imidlertid at norske meteorologer ble stående utenfor et vitalt forskningsmiljø. Det er dette som er mest overraskende ved avgjørelsen; en skulle tro Eliassen og Fjørtoft med sin bakgrunn visste å sette pris på internasjonalt samarbeid innenfor akkurat dette feltet.

Avgjørelsen viser også med all tydelighet at numerisk værvarsling ikke var forutbestemt til å bli etablert. Det finnes mange unntak til den store fortellingen om værvarslingsens endelige

⁹⁶⁶ Persson, «Early operational Numerical Weather Prediction outside the USA: Part II: Twenty countries around the world», 284; Nilsen og Vollset, «Meteorologiens teknologier», kapittelmanuskript til *Været i morgen*, utgis i 2016; Austin Woods, *Medium-range weather prediction: The European approach* (Berlin: Springer science and business media, 2005), 55–56.

vitenskapeliggjøring. Som jeg har vært inne på flere ganger utgjorde forskning på numerisk værvarsling kun én del av Eliassen og Fjørtofts vitenskapelige produksjon. Dessuten var deres innsats grunnforskning der det ikke var gitt i samtiden hvordan deres bidrag kunne anvendes. Først i Los Angeles i 1955, tredje gang Eliassen arbeidet på et numerisk værvarslings-prosjekt, fikk han faktisk bruke en elektronisk regnemaskin. Han var da helt avhengig av teknisk assistanse fra operatøren for å få utført eksperimenter. Det samme var han videre i karrieren da han ledet elektronisk regnemaskinforskning i Norge. Privat lærte han seg aldri å bruke datamaskin.

Det var i enklaver med matematikere som fikk arbeide med regnemaskiner over tid at vi aner de første konturene til en helt ny yrkesgruppe, programmererne og dataingeniørene. Det var først da disse rykket inn, og meteorologi ble teknovitenskap, at elektroniske regnemaskiner kom til anvendelse i værvarsling. Kunnskapen om numerisk værvarsling måtte integreres med praktiske ferdigheter i å bruke datamaskiner og værobservasjoner. Det var først utover på 1970-tallet at denne utviklingen skjøt fart.⁹⁶⁷ Den reelle innføringen av numerisk værvarsling tilhører vår tid. Det var simpelthen ikke mulig å gjøre dette tidligere, og det er derfor ikke merkelig at Eliassen og Fjørtoft ikke vektla slik forskning sterkere tidlig i karrieren.

Å drive vitenskap i en overgangsperiode

Eliassen og Fjørtofts vitenskapelige karrierer var preget av uklarhet om hvilken rolle forskere som dem skulle spille. I et samfunn med kortere vei til politisk innflytelse for vitenskapsmenn hadde det vært mulig for Vilhelm Bjerknes å knytte meteorologiforskningen an til nasjonal prestisje. Bjerknes var mer enn bare forsker. På en og samme tid kunne han administrere vitenskap, inngå i nasjonsbygging og gjøre Bergensskolen til internasjonalt merkenavn. Dette til tross, Bjerknes hadde ikke bestandig opplevelse av å få viljen sin i viktige spørsmål, og hans påvirkningskraft bleknet utover 1930-tallet. Like fullt var forestillingen om Bergensskolens fortreffelighet sterk lenge etter hans tid. Drømmen om å

⁹⁶⁷ Se for eksempel Peter Bauer, Alan Thorpe og Gilbert Brunet, «The quiet revolution of numerical weather prediction», *Nature* 525, nr. 7567 (3. september 2015), 47–55.

skape en ny norsk storhetstid for meteorologi var også levende. Men som vi har sett var ikke dette så realistisk.

Eliassen og Fjørtoft hadde begge en omstendelig vei opp og fram i forskningsverdenen, men da de etter hvert kom i posisjon, var omgivelsene vant til at ledende vitenskapsmenn utfoldet seg på en rekke områder i samfunnet. De var tett på personer som virkelig prøvde å leve opp til disse omfattende forventningene. Spesielt gjelder dette Carl-Gustaf Rossby, som ikke bare tangerte, men overgikk Bjerknes i å sjonglere forskning, administrasjon, lobbyvirksomhet og institusjonsbygging.

Det var en ny tid. Forholdet mellom vitenskap og samfunn ble mer og mer komplekst. I meteorologiverdenen var tidsperioden preget av at faget beveget seg i retning av teknovitenskap. Det var synlig at framtidens vitenskap i større grad ville bli teknologidrevet og knyttet opp mot ulike samfunnsinteresser, som for eksempel forsvar og industri. At den vitenskapelige utviklingen gikk i retning av store og komplekse prosjekter, var allment kjent i samtiden, selv om dette var noe det ikke var så enkelt å forstå rekkevidden av. Eliassen og Fjørtoft møtte derfor ofte forventninger om at de skulle bringe den nye tid til Norge, særlig innen numerisk værvarsling.

Også dette var til dels urealistisk. Eliassen og Fjørtoft befant seg i en overgangsperiode mellom individdrevet forskning og teknovitenskap. I enkelte sammenhenger framsto Eliassen og Fjørtoft som ambivalente til denne utviklingen. Til dels deltok de aktivt i å transformere meteorologivitenskapen, men til dels strittet de også imot.

For eksempel: Da Ragnar Fjørtoft kom tilbake fra Princeton i 1951, hadde han nettopp vært med på pionérforsøket innen numerisk værvarsling. I samtiden trodde mange at dette ville gjøre værvarslingen automatisert, objektiv og eksakt. Enkelte trodde et slikt gjennombrudd var rett rundt hjørnet. Fjørtoft syntes imidlertid å være lite inspirert i å forfølge dette sporet. I stedet for å jobbe for automatisering, utviklet han en særegen grafisk metode som kunne brukes helt uavhengig av regnemaskiner. Det var altså en metode som ville innføre visse objektive elementer i værvarslingen samtidig som meteorologens autonomi ble bevart. Metoden forlenget den tradisjonelle måten å varsle været på, og gjorde det foreløpig unødvendig å knytte seg opp mot den framvoksende dataindustrien. Fjørtoft var altså det ene

året med på å forberede sammensmelting av meteorologifaget med industri og teknologi, mens han neste år forsøkte å utvikle et alternativ til dette.

Et annet eksempel er passiviteten Eliassen flere ganger viste i møte med amerikanske militærpengere. Først på 1960-tallet lot han seg sponse av det amerikanske flyvåpenet, men på grunn av Vietnamkrigen avsluttet han samarbeidet etter få år. Om det var politiske eller idealistiske grunner til at Eliassen vegret seg mot å ta imot disse pengene, er likevel vanskelig å slå fast. Kanskje var mer prosaiske årsaker utslagsgivende, for eksempel at han stadig ble fanget inn av andre oppgaver, og ikke fikk anledning til å pleie kontaktene som skulle til for å utvide virksomheten. Noe som uansett ligger fast er at Eliassen kunne knyttet norsk meteorologi tettere opp mot forsvarsindustrien enn han faktisk gjorde.

I tillegg var forutsetningene for å etablere slike prosjekter ennå svake mange steder. Den mer individdrevne forskning sto fremdeles sterkt, men dette kunne ikke gi det samme handlingsrommet som Vilhelm Bjerknes opplevde i mellomkrigstiden. Vitenskapsmenn kunne ikke lenger forene mange roller. Feltet man automatisk fikk tilgang til i kraft av å være vitenskapsmann ble stadig innskrenket. Muligheten for politisk innflytelse ble mindre. Den politiske sfære som vitenskapsmenn ble forventet å engasjere seg i, ble mer og mer redusert til ren forskningspolitikk.

At Eliassen og Fjørtoft engasjerte seg i forskerfellesskapet, og kanaliserte sitt politiske engasjement hit er karakteristisk i så måte. Dette var den gjenværende arenaen der de hadde reell makt og mulighet til å påvirke. Ved enkelte anledninger viste de at å ta vare på fri, uavhengig og internasjonal grunnforskning var noe de prioriterte. Et illustrerende eksempel på dette er Eliassens påfallende nedprioritering av arbeidet i Natos vitenskapskomité. Til tross for at det også her var grunnforskning som skulle settes først, foretrakk han å bruke kreftene sine i andre internasjonale fora som i mindre grad var preget av den kalde krigen.

Eliassen forlot aldri vitenskapssfæren. Han hadde lite eller ingen kontakt med beslutningstakere og personer med økonomiske ressurser utenfor de meteorologiske miljøene. Imidlertid hadde han mange forpliktelser innad i det meteorologiske forskningsmiljøet (komiteer, veiledning, undervisning, fagfellevurdering). Det var ikke nok rom og tid til å operere på så mange områder samtidig.

På 1960-tallet fikk Institutt for geofysikk i Oslo besøk av sovjetiske forskere. Da det ble antydnet at det kunne innebære en sikkerhetsrisiko å la disse forskerne få tilgang til ferske forskningsresultater på instituttet, avfeide Eliassen dette blankt med at det var grunnforskning, som måtte kunne sirkulere fritt. Sovjeterne fikk dermed fri tilgang.

Fra siste halvdel av Eliassen og Fjørtofts karrierer finnes det flere slike eksempler som speiler personlige egenskaper og prioriteringer, forskermigrasjon og de ulike rollene de spilte som vitenskapsmenn. Da Facit skulle erstattes i 1970, presset Fjørtoft hardt på for at den neste regnemaskinen skulle være fra det helt ferske firmaet Norsk data. Kort tid senere leverte Norsk data dessuten utstyr til et nordafrikansk senter for numerisk værvarsling i Algerie, betalt av World Meteorological Organization.⁹⁶⁸ Fjørtoft var involvert da meteorologisk institutt sørget for opplæringen av de afrikanske meteorologene og teknikerne. Hans egen forskningsinnsats skiftet over til statistisk meteorologi og klimaforskning, og han utførte beregninger for oljeindustrien om bølger i Nordsjøen.⁹⁶⁹

Etter Vietnamkrigen ble «concerned scientist» en utbredt og akseptert rolle blant vitenskapsmenn.⁹⁷⁰ I Norge ble amerikansk militærsporing av naturvitenskap problematisert og kritisert, en kritikk som først og fremst rammet miljøet rundt Rosselands solobservatorium.⁹⁷¹ Meteorologene gikk fri. Arnt Eliassen konsentrerte etter hvert mye av sitt engasjement i miljøsak, motstand mot atomvåpen og bekymring for drivhuseffekten.⁹⁷² Som forsker virket han som internasjonal portvokter for dynamisk meteorologi, og han og Enok Palms tidligere arbeider om fjellbølger fikk fornyet aktualitet utover 1970- og 80-tallet.⁹⁷³ Alt dette fortjener grundig analyse.

Det er imidlertid første halvdel av karrierene jeg har studert. Eliassen og Fjørtofts vei fra studenter til etablerte vitenskapsmenn illustrerer kvalitetene og begrensningene i norsk

⁹⁶⁸ Se Per Øyvind Heradsveit, *Eventyret Norsk data: En bit av framtiden* (Oslo: Stenersen, 1985), 107.

⁹⁶⁹ Enok Palm, «Minnetale over professor dr. philos Ragnar Fjørtoft», 109; Arnt Eliassen, «70 år».

⁹⁷⁰ Arnt Eliassen var medlem av organisasjonen Union of concerned scientists, etablert i 1969.

⁹⁷¹ Se Røberg, «"Vitenskap i krig og fred"», 247–256.

⁹⁷² I 1984 skrev han for eksempel en artikkel om konsekvensene av atomkrig for klimaet på jorda, se Arnt Eliassen, «Den kjernefysiske vinternatt: Atomkrigens virkninger på klimaet», *Naturen* nr. 4 (1984), 123–127.

⁹⁷³ Iversen, «Meteorologi – et område for norsk pionerinnsats», 83.

meteorologi i etterkant av Bergensskolen. Deres forsøk på å etablere forskerkarrierer foregikk i samspill med kunnskapsøkonomiske faktorer som den tekniske utvikling, etterkrigstidens forskningspolitikk, amerikanske føringer, skandinavisk samarbeid og utvidelsen av de meteorologiske tjenestene. Eliassen og Fjørtoft måtte tilpasse seg lokale og internasjonale endringer av forskningen, disiplinen og institusjonene. Samtidig var de sentrale aktører som preget den samme utviklingen gjennom hva de forsket på og hvor de arbeidet.

Selv om vitenskapen ble stadig mer internasjonal, strømmet det ikke kunnskap mellom kontinentene. Skulle man ta til seg nye impulser fra utenlandske miljøer var det best å dra dit selv. Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft tok med seg meteorologien på reise – ut i verden og hjem igjen.

Kilder og litteratur

Arkivkilder

- Arnt Eliassens private arkiv. Etterlatte papirer i Anton Eliassens eie. Oslo.
- Brev til og fra Jacob (Jack) Bjerknes 1947–75. Brevsamling 578. Håndskriftssamlingen. Nasjonalbiblioteket, Oslo.
- Det norske meteorologiske institutt. RA/S-1570. Riksarkivet. Oslo.
Serie Da Sakarkiv.
- Det Norske Studentersamfund. RA/PA-1322. Riksarkivet. Oslo.
- Edward N. Lorenz Papers. MSS85426. Manuscript Division. Library of congress. Washington D.C.
- Ernst Kleinschmidt Korrespondenz, Max-Planck-Institut. Berlin.
- Faghistorisk materiale fra Geofysisk institutt. Avdeling for spesialsamlinger. Universitetsbiblioteket i Bergen.
- Jorgen Holmboe Papers. SMC 0101. Special Collections and Archives. University of California San Diego.
- Jule G. Charney papers. MC.0184. Institute archives and special collections. MIT libraries. Cambridge, Massachusetts.
- Kirke- og undervisningsdepartementet, Kulturavdelingen. RA/S-2309. Oslo.
- Kleinschmidt, Ernst. III. Abteilung, Rep. 46. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin
- Papirer etter Carl Ludvig Godske. Geofysisk institutt. Universitetet i Bergen.
- Philip Duncan Thompson papers. National Center for Atmospheric Research. Boulder, Colorado.
- Mot Dag. AAB/ARK-1719. Arbeiderbevegelsens arkiv og bibliotek. Oslo.
- NAVF. Rådet for naturvitenskapelig forskning. RA/S-2939. Riksarkivet. Oslo.
Serie Ddbd (boks 763).
- Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd. RA/S-1574. Riksarkivet. Oslo.
- Rosseland, Svein. RA/PA 1514. Riksarkivet. Oslo.
Serie Ea Arkivmateriale etter Svein Rosseland (boks 4, 11, 12)

Solberg, Halvor Skappel. RA/PA-0717. Riksarkivet. Oslo.
Serie D Vitenskapelig korrespondanse (boks 1, 2, 4)
Serie Eb Universitetssaker (boks 12, 13, 14)
Serie Ec Forskjellige institusjoner (boks 16, 20)

University of Chicago, Department of Meteorology numerical weather prediction survey records. Charles Babbage Institute Collections. University of Minnesota. Minneapolis.

Aviser

Adresseavisen

Aftenposten

Arbeiderbladet

Bergens Arbeiderblad

Bergens Tidende

Dagbladet

Nationen

Politiken

Verdens Gang

Årsberetninger

Bergens museum: Årsberetning 1947–48 (Bergen: 1948).

De norske meteorologiske institusjoner. Årsberetninger fra 1945 til 1963.

Det Kongelige Fredriks universitet/Universitetet i Oslo. Årsberetninger fra 1931 til 1965.

Det Norske Videnskaps-Akademi. «Beretning fra Utvalget for vær- og klimavariasjoner 1948 og 1949». Oslo.

Stortingsforhandlinger 1956. Oslo: 1956.

Universitetets årbog 1948 – 1953. København: Københavns Universitet, 1964 [tilgjengelig fra <https://tidsskrift.dk/index.php/kuaarbog/issue/archive>].

Universitetets årbog 1958 – 1963. København: 1973 [tilgjengelig fra <https://tidsskrift.dk/index.php/kuaarbog/issue/archive>].

Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning. Årsberetninger fra 1952 til 1959.

World meteorological organization. *Annual report for 1951*. Geneve: 1952.

Intervjuer

Robert C. Bundgaard, intervjuet av Diane Rabson og Melvin Holzman, 16. september 1988, «Tape recorded interview project», UCAR [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsohp>].

George Cressman, intervjuet av Warren Washington, Norman Phillips, Ron McPherson og Jim Howcroft, 24. august 1992, «Tape recorded interview project», UCAR [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsohp>].

Arnt Eliassen, intervjuet av Joseph Tribbia og Philip D. Thompson, lydopptak, Boulder, 11. oktober 1989 [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsohp>].

Arnt Eliassen, «Taped interview», intervjuet av John Green, The royal meteorological society, Oslo, mars 1988.

Arnt Eliassen, i samtale med Arne Bratseth, filmopptak, Oslo, november 1997 [tilgjengelig på Nasjonalbiblioteket i Oslo].

Margaret Smagorinsky, intervjuet av Kristine Harper, Ron Doel og Terry Smagorinsky Thompson, januar 2006, «Tape recorded interview project», UCAR [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsohp>].

Aksel Wiin-Nielsen, intervjuet av Joseph Tribbia, Warren Washington og Akira Kasahara, 29. juni 1987, «Tape recorded interview project», UCAR [tilgjengelig fra <https://opensky.ucar.edu/islandora/object/archives%3Aamsohp>].

Trykte kilder og litteratur

- Amundsen, Leiv. *Det Norske videnskaps-akademi i Oslo 1857–1957*. Bind 2. Oslo: Aschehoug, 1960.
- Arakawa, Akio, «A personal perspective on the early years of general circulation modeling». I *General circulation model development*. Redigert av DA Randall, 1–65. New York: Academic press, 2000.
- Barlaup, Asbjørn, red. *Det norske meteorologiske institutt 1866–1966*. Oslo: 1966.
- Bauer, Peter, Alan Thorpe og Gilbert Brunet. «The quiet revolution of numerical weather prediction». *Nature* 525, nr. 7567 (3. september 2015): 47–55.
- Bengtsson, Lennart. «Aksel Wiin-Nielsen 1924–2010». *Eos, Transactions American geophysical union* 91, nr. 43 (26. oktober 2010): 395–396.
- Benum, Edgeir. «Arbeidet for anerkjennelse: Hasselgruppen og det internasjonale vitenskapssamfunn ca. 1945–ca. 1955». *Historisk tidsskrift* 89, nr. 4 (2010): 573–602.
- Bergeron, Tor. «The young Carl-Gustaf Rossby». I *The atmosphere and the sea in motion: Scientific contributions to the Rossby memorial volume*. Redigert av Bert Bolin. New York: The Rockefeller institute press, 1959.
- Berntsen, Drude. «The pioneer era in Norwegian scientific computing (1948–1962)». I *History of nordic computing*. New York: Springer US, 2003.
- Bertheussen, Odd Falkenér. *Norsk audiopedagogisk forening 1896-1996: en historie om døvelærere og faget deres gjennom hundre år*. Bergen: Døves forlag, 1996.
- Bjerkholt, Olav. «A turning point in the development of Norwegian economics – the establishment of the University Institute of Economics in 1932». Memorandum No 36. Department of Economics, University of Oslo (2000).
- Bjerknes, Jacob. «On the structure of moving cyclones». *Monthly weather review* 47, nr. 2 (1919): 95–99.
- Bjerknes, Jacob. «The recent warming of the North Atlantic». I *The atmosphere and the sea in motion: Scientific contributions to the Rossby memorial volume*. Redigert av Bert Bolin, 65–73. New York: The Rockefeller institute press, 1959.
- Bjerknes, Jacob og Jørgen Holmboe. «On the theory of cyclones». *Journal of meteorology* 1, nr. 1 (1944): 1–22.
- Bjerknes, Jacob og Erik Palmén. «Investigations of selected european cyclones by means of serial ascents. Case 4: February 15–17, 1935». *Geofysiske publikasjoner* 12, nr. 2 (1937): 5–62.
- Bjerknes, Vilhelm. «Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkte der Mechanik und der Physik». *Meteorologische Zeitschrift* 21 (1904): 1–7.

-
- Bjerknes, Vilhelm. «Forskningssalderen». *Samtiden* 47 (1936): 555–562.
- Bjerknes, Vilhelm. «Heinrich Hertz og femtiårsminnet for opdagelsen av de elektriske bølger». *Samtiden* 50 (1939): 530–541.
- Bjerknes, Vilhelm. «Kulturpolitikk og arbeidsløshet». *Samtiden* 46 (1935): 503–518.
- Bjerknes, Vilhelm. «Über die Bildung von Cirkulationsbewegungen und Wirbeln in reibungslösen Flüssigkeiten». *I. Mathematisk-naturvidenskabelige Klasse*, nr. 5 (1898).
- Bjerknes, Vilhelm. «Über einen hydrodynamischen Fundamentalsatz und seine Anwendung besonders auf die Mechanik der Atmosphäre und der Weltmeeres». *K. Svenska vetenskaps-akademiens handlingar* 31, nr. 4 (1898/99).
- Bjerknes, Vilhelm, Jacob Bjerknes, Halvor Solberg og Tor Bergeron. *Physikalische Hydrodynamik mit Anwendungen auf die dynamische Meteorologie*. Berlin: Springer, 1933.
- Bolin, Bert, red. *The atmosphere and the sea in motion: Scientific contributions to the Rossby memorial volume*. New York: The Rockefeller institute press, 1959.
- Bolin, Bert og Harriet Newton. «Report on a conference on the application of numerical methods in forecasting atmospheric flow pattern». *Tellus* 4, nr. 2 (1952): 141–144.
- Bratseth, Arne. «Minnetale over professor Dr. Philos. Arnt Eliassen». I *Det Norske Videnskaps-Akademi Årbok 2000*. Oslo: 2000.
- Bull, Trygve. *Mot Dag og Erling Falk*. Oslo: Cappelen, 1987.
- Bush, Vannevar. *Science—the endless frontier*. National science foundation, 1945, <http://www.nsf.gov/about/history/nsf50/vbush1945.jsp> (oppført 27. mai 2016).
- Bühler, Oliver. «A gentle stroll through EP flux theory». *European journal of mechanics B/Fluids* 47 (2014): 12–15.
- Byers, Horace R. «Carl-Gustaf Rossby, the organizer». I *The atmosphere and the sea in motion: Scientific contributions to the Rossby memorial volume*. Redigert av Bert Bolin, 56–59. New York: The Rockefeller institute press, 1959.
- Børresen, Anne Kristine. «Fra tegneøving til regneøving – om undervisning og forskning innen elektronikk 1945–1970». STS-rapport nr. 12, 1991.
- Carlsen, Eyvind E. «Vejrtenesten fra 1945». I *Meteorologisk institut gennem hundrede år*. København: 1972.
- Carlsson, Anders. «On the politics of failure: Perspectives on the “Mathematics machine” in Sweden, 194–1948». I *History of Nordic computing*. Redigert av Janis Bubenko, John Impagliazzo og Arne Sølvberg: 95–110. New York: Springer US, 2003.
- Chadarevian, Soraya de. «Using interviews to write the history of science». *The historiography of contemporary science and technology* 4. Redigert av Thomas Söderqvist: 51–70. Amsterdam: Harwood, 1997.

-
- Charney, Jule. «On a physical basis for numerical prediction of large-scale motions in the atmosphere», *Journal of meteorology* 6, nr. 6 (1949): 372–385.
- Charney, Jule. «On the scale of atmospheric motions». *Geofysiske publikasjoner* 17, nr. 2 (1948).
- Charney, Jule. «The dynamics of long waves in a baroclinic westerly current». *Journal of meteorology* 4, nr. 5 (1947): 136–162.
- Charney, Jule og Arnt Eliassen. «A numerical method for predicting the perturbations of the middle latitude westerlies». *Tellus* 1, nr. 2 (1949): 38–54.
- Charney, Jule G., Ragnar Fjørtoft og John von Neumann. «Numerical integration of the barotropic vorticity equation». *Tellus* 2, nr. 4 (1950): 237–254.
- Collins, Harry M. *Artificial experts: Social knowledge and intelligent machines*. Cambridge: The MIT press, 1990.
- Cushman, Gregory T. «Choosing between Centers of Action: Instrument buyos, El Niño, and Scientific Internationalism in the Pacific, 1957–1982». I *The Machine in Neptune's Garden: Historical Perspectives on Technology and the Marine Environment*. Sagamore Beach, MA: Science History Publications/USA, 2004, 133–182.
- Dannevig, Petter. *Oslo geofysikeres forening 1949 – 1974: Et tilbakeblikk med sikte på fremtiden*. Oslo: 1974.
- Dannevig, Petter. «Værvarslingen ved korsveien». *Naturen* (1955). 226–233.
- Dannevig, Petter. «Værvarslingsmetodene i søkelyset». *Naturen* (1955). 459–465.
- Dannevig, Petter. «Værvarslingen og vitenskapen». *Naturen* (1956). 387–392.
- Devik, Olaf. *Blant fiskere, forskere og andre folk*. Oslo: H. Aschehoug, 1971.
- DeVorkin, David H. «Interviewing physicists and astronomers: Methods of oral history». I *Physicists look back: Studies in the history of physics*. Redigert av John Roche, 44–65. Bristol: Adam Hilger, 1990.
- Doel, Ronald E. «Oral history of American science: A forty-year review». *History of Science* 41 (2003): 349–378.
- Dyson, George. *Turing's cathedral: The origins of the digital universe*. New York: Vintage, 2012.
- Egeland, Alv og William Burke. *Carl Størmer: Auroral pioneer*. Berlin: Springer, 2013.
- Eggen, Eystein. *Agnar Mykle: en dikterskjebne*. Oslo: Aschehoug, 1993.
- Ekrheim, Helga Sverdrup med flere, red. *Norske filologer og realister*. Stavanger: 1950.
- Elgarøy, Øystein og Øivind Hauge. *Svein Rosseland: Fra hans liv og virke*. Oslo: 1994.
- Eliassen, Erik. «Bergenskolen etter 1920 – Frontologiens indførelse i Danmark», *Vejret* 9, nr. 4 (1987): 3–12.

-
- Eliassen, Arnt. «A brief historical account of hydrodynamic research at the University of Oslo». I *Waves and nonlinear processes in hydrodynamics*. Redigert av John Grue, Bjørn Gjevik og Jan Erik Weber, 3–15. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1996.
- Eliassen, Arnt. «A retrospective view of the ideas from Bergen, Vienna and Chicago». I *Proceedings of the international conference on preliminary FGGE data analysis and results: Bergen, Norway 23–27 June 1980*, 4–11. Geneve: 1981.
- Eliassen, Arnt. «A test of the two-parameter model of the atmosphere». *Videnskapsakademiets institutt for vær- og klimaforskning. Publikasjoner, rapporter og oversiktsartikler*. Rapport nr. 2. Oslo: 1953.
- Eliassen, Arnt. «Carl-Gustaf Rossby». *Naturen* (1958):195–202.
- Eliassen, Arnt. *Chicagometodene og deres anvendelse i værvarslingen: Rapport utarbeidet etter et opphold i Chicago 1. juli – 15. august 1948*. Oslo: 1948.
- Eliassen, Arnt, red. *Final report: Studies in numerical weather prediction and the dynamics of fronts, sponsored by the Air force Cambridge research laboratories, OAR under contract no AF61 (052)-525 with the European office of aerospace research, United States air force*. Oslo: 1964.
- Eliassen, Arnt. *Forelesninger i dynamisk meteorologi del IV*. Oslo: 1966.
- Eliassen, Arnt. *Forelesninger over Gf 1: Den faste jords fysikk*. Oslo: 1962.
- Eliassen, Arnt. «Geostrophy». *Quarterly journal of the meteorological society* 110, nr. 463 (1984): 1–12.
- Eliassen, Arnt. «Jacob Bjerknes og hans livsverk: Minneforelesning holdt ved Universitetet i Oslo 25. september 1975». I *Det norske videnskaps-akademi årbok 1976*, 142–156. Oslo: 1976.
- Eliassen, Arnt. «Kunstig regn». *Fossegrimen* 1, nr. 5 (1954): 202–207.
- Eliassen, Arnt. «Norsk forskningsvirksomhet i dynamisk meteorologi». I *Moderne norsk geofysisk forskning: Foredrag holdt ved Oslo geofysikeres forenings 25-årsjubileum, 10. mai 1974*, 27–35. Oslo: 1974.
- Eliassen, Arnt. «Om atmosfærens bevegelse over en ujevn jordoverflate». Hovedoppgave i geografi ved Universitetet i Oslo, 1940.
- Eliassen, Arnt. «On the correction and reduction of barometer readings». *Geofysiske publikasjoner* 13, nr. 11 (1944): 5–20.
- Eliassen, Arnt. «On the motion of the air over a mountain ridge». *Meteorologiske annaler* 1, nr. 5 (1942).

-
- Eliassen, Arnt. «Scientific report no. 4: A procedure for numerical integration of the primitive equations of the two-parameter model of the atmosphere: Contract No.AF 19(604)–1286». University of California at Los Angeles (1956).
- Eliassen, Arnt. «Slow thermally or frictionally controlled meridional circulations in a circular vortex». *Astrophysica Norvegica* 5, nr. 2 (1951).
- Eliassen, Arnt. «The Charney-Stern theorem on barotropic-baroclinic instability». *Pure and applied geophysics* 121, nr. 3 (1983): 563–572.
- Eliassen, Arnt. «The quasi-static equations of motion with pressure as independent variable». *Geofysiske Publikasjoner* 17, nr. 3. 1949.
- Eliassen, Arnt. «Vilhelm Bjerknes and his students». *Annual review of fluid mechanics* 14, nr. 1 (1982): 1–12.
- Eliassen, Arnt. «Vilhelm Bjerknes's early studies of atmospheric motions and their connection with the cyclone model of the Bergen school». I *The life cycles of extratropical cyclones* 1. Redigert av Sigbjørn Grønås og Melvyn A. Shapiro, 3–12. Bergen: 1994.
- Eliassen, Arnt og William E. Hubert. «Computations of vertical motion and vorticity budget in a blocking situation». *Tellus* 5, nr. 2 (1953): 196–206.
- Eliassen, Arnt, Einar Høiland og Enok Palm. *Moderne statistisk turbulenteori*. Oslo: 1953.
- Eliassen, Arnt, Einar Høiland og Eyvind Riis. «Two-dimensional perturbation of a flow with constant shear of a stratified fluid». *Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning: Publikasjoner, rapporter og oversiktsartikler: 1. juli 1952 – 31. juni 1953*, publikasjon nr. 1 (1953).
- Eliassen, Arnt og Ernst Kleinschmidt jr. «Dynamic meteorologi». I *Handbuch der Physik*. Bind 48. Redigert av S. Flügge, 1–154. Berlin: Springer-Verlag, 1957.
- Eliassen, Arnt og Enok Palm. «Energy flux for combined gravitational – sound waves». *Institute for weather and climate research. Publications and reports*. Publication no. 1 (1954).
- Eliassen, Arnt og Enok Palm. «On the transfer of energy in stationary mountain waves», *Geofysiske publikasjoner* 22, nr. 3 (1961).
- Eliassen, Arnt og Yale Mintz. «Contribution to report no. 2 on the general circulation project», UCLA (1949).
- Eliassen, Arnt og Yale Mintz. «Contribution to report no. 3 on the general circulation project», UCLA (1950).
- Ellingsen, Gunnar. «Varme havstrømmer og kald krig: «Bergensstrømmåleren» og vitenskapen om havstrømmer fra 1870-årene til 1960-årene». PhD-avhandling, Universitetet i Bergen, 2013.

-
- Estoque, Mariano A. «A prediction model for cyclone development integrated by Fjørtoft's method». *Journal of meteorology* 13, nr. 2 (1956): 195–202.
- Estoque, Mariano A. «Graphical integrations of a two-level model». *Journal of meteorology* 14, nr. 1 (1957): 38–42.
- Fjørtoft, Ragnar. «Application of integral theorems in deriving criteria of stability for laminar flows and for the baroclinic circular vortex». *Geofysiske publikasjoner* 17, nr. 6 (1950).
- Fjørtoft, Ragnar. «Graphical integration of the barotropic vorticity equation», Videnskapsakademiets institutt for vær- og klimaforskning, rapport nr. 6 (1952).
- Fjørtoft, Ragnar. «On a numerical method of integrating the barotropic vorticity equation», *Tellus* 4, nr. 3 (1952): 179–194.
- Fjørtoft, Ragnar. «On the change in the spectral distribution of kinetic energy for two-dimensional non-divergent flow», *Tellus* 5, nr. 3 (1953): 225–230.
- Fjørtoft, Ragnar. «On the deepening of a polar front cyclone». *Meteorologiske annaler* 1, nr. 2 (1942).
- Fjørtoft, Ragnar. «On the frontogenesis and cyclogenesis in the atmosphere: Part I. On the stability of the stationary circular vortex». *Geofysiske publikasjoner* 16, nr. 5 (1946).
- Fjørtoft, Ragnar. «On the use of space-smoothing in physical weather forecasting», *Tellus* 7, nr. 4 (1955): 462–480.
- Fjørtoft, Ragnar. «Stability properties of large-scale atmospheric disturbances». I *Compendium of meteorology*. Redigert av Thomas F. Malone, 454–463. Boston: 1951.
- Fjørtoft, Ragnar, red. *Statistical-dynamical meteorological predictions: Final report*. Oslo: 1965.
- Fjørtoft, Ragnar. «Utvikling av værvarslingsmetodene». I *Fra solatmosfære til havdyp. Tilegnet Olaf Devik på hans nittiårsdag 20. desember 1976*. Redigert av Alv Egeland med flere, 215–225. Oslo: Universitetsforlaget, 1976.
- Fjørtoft, Ragnar. «Vitenskap, teknikk og organisasjon i meteorologien». I *Det norske meteorologiske institutt 1866–1966*. Redigert av Asbjørn Barlaup, 81–95. Oslo: 1966.
- Fleming, James Rodger. *Fixing the sky: The checkered history of weather and climate control*. New York: Columbia university press, 2010.
- Fleming, James Rodger. *Inventing atmospheric science: Bjerknes, Rossby, Wexler, and the foundations of modern meteorology*. Cambridge: The MIT press, 2016.
- Friedman, Robert Marc. *Appropriating the weather: Vilhelm Bjerknes and the construction of a modern meteorology*. Ithaca: Cornell university press, 1989.

-
- Friedman, Robert Marc. «Civilization and national honour: The rise of Norwegian geophysical and cosmical science». I *Making sense of space: The history of Norwegian space activities*. Redigert av John Peter Collett, 3–39. Oslo: Scandinavian university press, 1995.
- Friedman, Robert Marc. «Kristine C. Harper: Weather by the numbers: The genesis of modern meteorology». Bokanmeldelse i *Isis* 101, nr. 1 (2010): 255–257.
- Friedman, Robert Marc. «The expeditions of Harald Ulrik Sverdrup: Contexts for shaping an ocean science». Scripps institution of oceanography, University of California, San Diego (1994).
- Friedman, Robert Marc. «Å spise kirsebær med de store». I *Norsk polarhistorie 2: Vitenskapene*. Redigert av Einar Arne Drivenes og Harald Dag Jølle, 333–421. Oslo: Gyldendal, 2004.
- Fulsås, Narve. *Havet, døden og været: Kulturell modernisering i kyst-Noreg 1850–1950* (Oslo: Samlaget, 2003), 152–153.
- Furre, Berge. *Norsk historie 1914–2000: Industrisamfunnet – frå vokstervisje til framtidstilvil*. Oslo: Det norske samlaget, 2000.
- Galison, Peter og Bruce William Hevly. *Big science: The growth of large-scale research*. Stanford: Stanford university press, 1992.
- Gjevik, Bjørn, John Grue og Jan Erik Weber. «Biography of Enok Palm». I *Waves and nonlinear processes in hydrodynamics*. Redigert av John Grue, Bjørn Gjevik og Jan Erik Weber, xii–xvi. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1996.
- Gleick, James. *Chaos: Making a new science*. London: Cardinal sphere books, 1988.
- Godske, Carl Ludvig «5. Back in Oslo». I *In memory of Vilhelm Bjerknes on the 100th anniversary of his birth*, 21–25. Oslo: Universitetsforlaget, 1962.
- Godske, Carl Ludvig «Det vitenskapelige arbeid ved Vervarslinga på Vestlandet». I *Vervarslinga på Vestlandet 25 år: Festskrift utgitt i anledning 25-års jubileet 1. juli 1943*. Bergen: 1943.
- Godske, Carl Ludvig «Die Störungen des zirkularen Wirbels einer homogen-inkompressiblen Flüssigkeit». *Avhandlinger utgitt av Det Norske videnskaps-akademi i Oslo I Matematisk-naturvitenskapelige klasse*, nr. 1 (1934).
- Godske, Carl Ludvig. *Hvordan blir været? Meteorologi for alle*. Oslo: J. W. Cappelens forlag, 1956.
- Godske, Carl Ludvig. *Norge på langs: Roverstafetten 1951, Lindesnes–Nordkapp*. Bergen: J. W. Eides forlag, 1952.
- Godske, Carl Ludvig «On the minimum temperatures in the Bergen valley». *Bergens museums årbok, Naturvitenskapelig rekke*. Bergen: 1943.

-
- Godske, Carl Ludvig. «Prinsipper og metoder i moderne værvarsling». *Naturen* (1943): 370–384.
- Goksøyr, Jostein. «De ikke-biologiske realfagene». I *Universitetet i Bergens historie*. Bind 2, 126–243. Bergen: 1996.
- Goldstine, Herman. *The Computer from Pascal to von Neumann*. Princeton: Princeton University press, 1993.
- Golinski, Jan. *Making natural knowledge: Constructivism and the history of science: with a new preface*. Chicago: The university of Chicago press, 2005.
- Grier, David Alan. *When computers were human*. Princeton: Princeton university press, 2013.
- Grubišić, Vanda og John M. Lewis, «Sierra wave project revisited». *Bulletin of the American meteorological society* 85, nr. 8 (2004): 1127–1142.
- Grue, John. «Enok Palm—Pioneer in mathematical hydrodynamics». *European journal of mechanics B/Fluids* 47 (2014): 4–8.
- Grue, John, Bjørn Gjevik og Jan Erik Weber, red. *Waves and nonlinear processes in hydrodynamics*. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1996.
- Grøn, Øyvind. «Halvor Solberg». I *Norsk biografisk leksikon*, https://nbl.snl.no/Halvor_Solberg (oppført 17. juni 2016).
- Grøn, Øyvind. «Sverre Pettersen». I *Norsk biografisk leksikon*, https://nbl.snl.no/Sverre_Pettersen (oppført 17. juni 2016).
- Grønås, Sigbjørn og Melvyn A. Shapiro, red. *The life cycles of extratropical cyclones* volume 1. Bergen: 1994.
- Harper, Kristine C. «The Scandinavian tag-team: Providers of atmospheric reality to numerical weather prediction efforts in the United States (1948–1955)». *History of Meteorology* 1 (2004): 84–90.
- Harper, Kristine C. *Weather by the numbers: The genesis of modern meteorology*. Cambridge: The MIT press, 2008.
- Haug, Odd. «A numerical method for integration of the Poisson and Helmholtz equations». Scientific report nr. 2, Det norske meteorologiske institutt (1958).
- Heger, Anders. *Agnar Mykle og Norge: Historien om en litterær rettergang*. Oslo: Gyldendal, 1994.
- Heger, Anders. *Mykle – Et diktet liv*. Oslo: Gyldendal, 1999.
- Hegna, Trond, Jakob Friis og Dagfinn Juel, red. *Arbeidernes Leksikon*. Bind 1–4. Oslo: Arbeidermagasinets forlag, 1932–1936.

-
- Helvig, Magne og Kenneth J. Jones. *Oslo: Planlegging og utvikling: Oversikt over den geografiske og historiske bakgrunn, utviklingen av befolkning og næringsliv m. m. og planlegging og utbygging etter krigen.* (Oslo: 1960).
- Helsvig, Kim. *Elitisme på norsk. Det Norske Videnskaps-Akademi 1945–2007.* Oslo: Novus forlag, 2007.
- Hernes, Toralf, red. *Norges realister 1907–1962.* Oslo: 1963.
- Hess, Seymore L. *Introduction to theoretical meteorology.* New York: Henry Holt and company, 1959.
- Hesstvedt, Eigil. «An aerological investigation of some mother of pearl cloud situations». *Institute for weather and climate research: Publications and reports July 1, 1954 – June 30, 1955.* Report no. 1, (1955).
- Hesstvedt, Eigil. «On the physics of mother of pearl clouds», *Geofysiske publikasjoner* 21, nr. 9 (1960).
- Hesstvedt, Eigil. «Thunderstorm frequency in Norway 1936–1950». *Institute for weather and climate research: Publications and reports July 1, 1953 – June 30, 1954.* Publication no. 2, (1954).
- Heymann, Matthias. «The evolution of climate ideas and knowledge». *Wiley interdisciplinary reviews: Climate change* 1, nr. 4 (2010): 581–597.
- Holmboe, Jørgen og Harold Klieforth. *Investigations of mountain lee waves and the air flow over the Sierra Nevada: Final report.* Los Angeles: 1957.
- Holst, Per A. «Svein Rosseland and the Oslo analyzer». *IEEE Annals of the History of Computing* 18, nr. 4 (1996): 16–26.
- Holtungen, Randi Marie Lokøy. «En motvillig nasjonsbygger: Svein Rosseland og innføringen av forskningsrettet arbeid ved Universitetet i Oslo». Hovedoppgave i teoretisk astrofysikk ved Universitetet i Oslo, 2004.
- Høibø, Gudrun Johnson. *Slekten Koren 3. Supplement til Slekten Koren 1.* Oslo: Bokstuas forlag, 1975.
- Høiland, Einar. *Innføring i hydrodynamikk.* Oslo: 1960.
- Høiland, Einar. «On the interpretation and application of the circulation theorems of V. Bjerknes». *Archiv for matematik og naturvidenskap B* 42, nr. 5 (1939).
- Høiland, Einar, Enok Palm og Eyvind Riis. «A calculation of the evaporation at different places in South-Norway», *Geofysiske publikasjoner* 18, nr. 2 (1951):3–11.
- Haaland, Lars. «Databehandling på det norske meteorologiske institutt. Et historisk perspektiv». I *Fra jordas indre til atmosfærens ytre: utviklingen i geofysikken i de senere år: Oslo geofysikeres forening 50 år 1949 – 1999: Festskrift.* Oslo: 1999.

- «Innstilling om elektronisk databehandling i statsforvaltningen». September 1960.
Tilgjengelig fra nb.no
- Iversen, Trond. «Meteorologi – et område for norsk pionerinnsett». I *Om forskning og forskningspolitikk: Anders Omholt 70 år 27. november 1996: Ravnetrykk nr. 8*. Redigert av Asgeir Brekke og Olav Holt, 73–86. Tromsø: 1996.
- Jacobsen, Alf R. og Egil Mørk. *Svartkammeret: den innerste hemmeligheten*. Oslo: Cappelen, 1989.
- Jacobsen, Per H. *IT-historien @ Universitetet i Oslo*. Oslo: 2011.
- Johannessen, Georg. «Om Torolv Solheims tidsskrift «Fossegrimen»». Innledning til *Fossegrimen: Artikler og essays frå talerøret til den radikale venstresida i femti- og sekstiåra*. Redigert av Terje Bodin Larsen, 9–20. Oslo: Pax, 1977.
- Johnson, Gudrun. *Slekten Koren I*. Oslo: Bokstua forlag, 1941.
- Jølle, Harald Dag. «Innledning til en historiefaglig biografi: *Tillegg til Nansen. Oppdageren*». Avhandling levert for graden doctor philosophia, Universitetet i Tromsø, 2013.
- Kargon, Robert. *The rise of Robert Millikan: Portrait of a life in American science*. Ithaca: Cornell university press, 1982.
- Kevles, Daniel J. *The physicists: The history of a scientific community in modern America*. Cambridge: Harvard university press, 1995.
- Kohler, Robert E. *From medical chemistry to biochemistry: The making of a biomedical discipline*. Cambridge: Cambridge university press, 1982.
- Kohler, Robert E. *Partners in science: Foundations and natural scientists 1900–1945*. Chicago: The university of Chicago press, 1991.
- Krige, John. «Nato and the strengthening of western science in the post-Sputnik era», *Minerva* 38, nr. 1 (2000): 81–108.
- Kuhn, Thomas. «Energy conservation as an example of simultaneous discovery». I *Critical problems in the history of science*. Redigert av Marshall Claggett, 321–356. Madison: The university of Wisconsin press, 1962.
- «Institute of meteorology of the University of Stockholm, Note on activities during the academic years 1951–52 and 1952–53». *Tellus* 5, nr. 3 (1953).
- Langfeldt, Knut. «To årtier fram til 1940». I *Det norske studentersamfund gjennom 150 år*. Redigert av Aake Anker-Ording med flere, 172–323. Oslo: Achehoug, 1963.
- Larsen, Reidulv og Steinar Berger. *Nordlysobservatoriet – historie og erindringer*. Tromsø: 2000.
- Levin, Sheldon M. «Norwegians led the way in training wartime weather officers». *Eos, Transactions American Geophysical Union* 78, nr. 52 (1997): 609–612.

-
- Lewis, John M. «Cal Tech's program in meteorology: 1933–1948», *Bulletin of the American meteorological society* 75, nr. 1 (1994): 69–81.
- Lewis, John M. «Carl-Gustaf Rossby: A study in mentorship». *Bulletin of American meteorological society* 73, nr. 9 (1992): 1425–1438.
- Lewis, John og S. Lakshmiarahan. «Sasaki's pivotal contribution: Calculus of variations applied to weather map analysis». *Monthly weather review* 136, nr. 9 (2008): 3553–3567.
- Lewontin, R. C. «The cold war and the transformation of the academy». I *The cold war & the university*. Redigert av André Schiffrin, 1–34. New York: The new press, 1997.
- Lidegaard, Bo. *I kongens navn: Henrik Kauffmann i dansk diplomati 1919–1958*. København: Samleren, 1996.
- Liebowitz, Ruth P. *Chronology: From the Cambridge field station to the air force geophysics laboratory, 1945–1985*. Bedford, Massachusetts: 1985.
- Light, Jennifer S. «When computers were women». *Technology and culture* 40, nr. 3 (1999): 455–483.
- Liland, Frode. «De som elsket Amerika: Kollektive forestillinger om Amerika i Norge 1945–1949». Hovedoppgave i historie ved Universitetet i Oslo, 1992.
- Lindzen, Richard S. «Enok Palm: Modest pioneer—an historical and personal memoir of Eliassen and Palm, 1960». *European journal of mechanics B/Fluids* 47 (2014): 9–11.
- Lindzen, Richard S, Edward N. Lorenz og George W. Platzman, red. *The atmosphere—a challenge: The science of Jule Gregory Charney*. Boston: American meteorological society, 1990.
- Lolck, Maiken, «Klima, kold krig og iskerner. En historie om baggrunden for dansk iskerneforskning og den første internasjonale dybdeboring i Grønland». Speciale, Aarhus Universitet, 2004.
- Lorenz, Edward N. «A study of the predictability of a 28-variable atmospheric model». I *Statistical-dynamical meteorological predictions: Final report*. Redigert av Ragnar Fjørtoft. Oslo: 1965. Også utgitt i *Tellus* 17, nr. 3 (1965): 321–333.
- Lorenz, Edward N. «Deterministic nonperiodic flow». *Journal of the atmospheric sciences* 20, nr. 2 (1963): 130–141.
- Lorenz, Edward N. «The statistical prediction of solutions of dynamic equations». I *Proceedings of the international symposium on numerical weather prediction in Tokyo November 7-13, 1960*. Technical report of the Japan meteorological agency no. 14: 629–635. Tokyo: 1962.
- Lundin, Per, red. «Att arbeta med 1950-talets matematikmaskiner: Transkript av ett vittnesseminarium vid Tekniska museet i Stockholm den 12 september 2005».

Working papers from the division of history of science and technology TRITA-HST 2006/1. Stockholm: 2006 [tilgjengelig fra <http://www.tekniskamuseet.se/1/195.html>].

- Merton, Robert K. «Singletons and multiplies in science». I *The Sociology of science*, 343–371. Chicago: The university of Chicago press, 1973.
- Meteorologisk institutt gjennom hundrede år*. København: 1972.
- Moland, Anfinn. *Milorg 1941–43: fremvekst, ledelse og organisasjon*. Oslo: 1991.
- Myhre, Jan Eivind. *Barndom i storbyen: oppvekst i Oslo i velferdsstatens epoke*. Oslo: Universitetsforlaget, 1994.
- Mykle, Agnar. *Sangen om den røde rubin*. Oslo: Gyldendal, 1956.
- NATO and science: Facts about the activities of the science committee of the North Atlantic treaty organization 1959–1966*. Brussel: 1966.
- Nebeker, Frederik. *Calculating the weather: Meteorology in the 20th century*. Waltham: Academic Press, 1995.
- Newton, Chester og Harriet Rodebush Newton. «The Bergen school concepts come to America». I *The life cycles of extratropical cyclones*. Redigert av Sigbjørn Grønås og Melvyn A. Shapiro, 22–31. Bergen, 1994.
- Njølstad, Olav og Olav Wicken. *Kunnskap som våpen: Forsvarets forskningsinstitutt 1946–1975*. Oslo: Tano Aschehoug, 1997.
- Nordal, Inger, Dag O. Hessen og Thore Lie. *Kristine Bonnevie: Et forskerliv*. Oslo: Cappelen Damm, 2012.
- Nordby, Trond. «Statsutviklingen under Arbeiderpartiet». I *Arbeiderpartiet og planstyret 1945–1965*. Redigert av Trond Nordby, 13–30. Oslo: Universitetsforlaget, 1993.
- Nordø, Jack. «A comparison of secular changes in terrestrial climate and sunspot activity». *Institute for weather and climate research: Publications and reports July 1, 1954 – June 30, 1955*. Report no. 5, (1955).
- Norheim, Marta og Per G. Norseng, red. *Husebygrenda 50 år: drøm, virkelighet – og myter*. Oslo: 1998.
- Norseng, Per G. «Husebygrenda fra drøm til virkelighet». I *Husebygrenda 50 år: drøm, virkelighet – og myter*. Redigert av Marta Norheim og Per G. Norseng. Oslo: 1998.
- Norske forskningsinstitusjoner innen naturvitenskap og teknikk*. Oslo: Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd, 1957,
- Norske forskningsinstitusjoner innen naturvitenskap og teknikk*. Oslo: Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd, 1963.
- Nupen, Paal. *Ordet er fritt! Studentersamfundet i Bergen 1934-1999*. Bergen: 2000.

-
- Ore, Aadne og Ove Aarboe Høeg. «Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet». I *Universitetet i Oslo 1811-1961*. Bind 1. 475–700. Oslo: Universitetsforlaget, 1961.
- Oreskes, Naomi og Ronald Rainger. «Science and security before the atomic bomb: The loyalty case of Harald U. Sverdrup». *Studies in history and philosophy of science part B: Studies in history and philosophy of modern physics* 31, nr. 3 (2000): 312–323.
- Oversikt over norske forskningsinstitutter og andre institusjoner innen naturvitenskap og teknikk*. Oslo: Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd, 1950.
- Palm, Enok. «Minnetale over professor dr. philos Einar Høiland». I *Det Norske Videnskaps-Akademi: Årbok 1974*, 120–126. Oslo: 1974.
- Palm, Enok. «Minnetale over professor Dr. Philos. Ragnar Fjørtoft». I *Det Norske Videnskaps-Akademi Årbok 1998*, 104–112. Oslo: 1998.
- Palm, Enok. «On the formation of surface waves in a fluid flowing over a corrugated bed and on the development of mountain waves». *Astrophysica Norvegica* 5, nr. 3 (1953): 61–129.
- Pedersen, Finn. «Et tilbakeblikk». I *Dette er Værvarslinga på Vestlandet...* Bergen: Nordanger, 1968.
- Pettersen, Torbjørn Klippenvåg. «Mot Dag og fascismen – motdagistisk antifascisme i teori og praksis». Masteroppgave i historie, Universitetet i Oslo, 2007.
- Petterssen, Sverre. «Dynamic meteorology and forecasting». Bokanmeldelse i *Science* 125, nr. 3252 (26. april 1957): 829–830.
- Petterssen, Sverre. «Kinematical and dynamical properties of the field of pressure, with application to weather forecasting». *Geofysiske publikasjoner* 10, nr. 2 (1933): 1–92.
- Petterssen, Sverre. *Kuling fra nord: En værvarslers erindringer*. Oslo: H. Aschehoug & co.: 1974.
- Petterssen, Sverre. «Practical rules for prognosticating the movement and development of pressure centers». *Procès Verbaux des Séances de l'Association de Météorologie*, II, Mémoires et Discussions (1935): 1–32.
- Petterssen, Sverre. *Weather analysis and forecasting. Second edition*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1956.
- Persson, Anders. «Early operational numerical weather prediction outside the USA: an historical introduction: Part I: Internationalism and engineering NWP in Sweden, 1952–69». *Meteorological applications* 12, nr. 2 (2005): 135–159.
- Persson, Anders. «Early operational numerical weather prediction outside the USA: an historical introduction: Part II: Twenty countries around the world». *Meteorological Applications* 12, nr. 3 (2005): 269–289.

-
- Persson, Anders. «Early operational numerical weather prediction outside the USA: an historical introduction: Part III: Endurance and mathematics – British NWP, 1948–1965». *Meteorological Applications* 12, nr. 4 (2005): 381–413.
- Phillips, Norman A. «Carl-Gustaf Rossby: His times, personality and action». *Bulletin of the American meteorological society* 79, nr. 6 (1998): 1097–1112.
- Phillips, Norman A. *Jule Gregory Charney: January 1, 1917–June 16, 1981*. Washington D.C.: National academies press, 1995.
- Phillips, Norman A. «The emergence of quasi-geostrophic theory». I *The atmosphere—a challenge: The science of Jule Gregory Charney*. Redigert av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman: 177–206. Boston: American meteorological society, 1990.
- Pickstone, John V. *Ways of knowing: A new history of science, technology, and medicine*. Chicago: The university of Chicago Press, 2001.
- Platzman, George W. «The atmosphere—a challenge». I *The atmosphere—a challenge: The science of Jule Gregory Charney*. Redigert av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman: 11–82. Boston: American meteorological society, 2000.
- Platzman, George W. «The ENIAC computations of 1950—gateway to numerical weather prediction». *Bulletin of the American meteorological society* 60, nr. 4 (1979): 302–312.
- Platzman, George W. «The Rossby wave». *Quarterly journal of the royal meteorological society* 94, nr. 401 (1968): 225–248.
- Proceedings of the International Symposium on Numerical Weather Prediction in Tokyo November 7-13, 1960*. Technical Report of the Japan Meteorological Agency no. 14. Tokyo: 1962.
- Randers, Gunnar Randers. *Lysår*. Oslo: Gyldendal, 1973.
- Regler for De meteorologiske institusjoner*. Oslo: 1952.
- «Report on a cloud seeding experiment February 1956». *Videnskaps-akademiets institutt for vær- og klimaforskning*, rapport nr. 6 (1956).
- Reuter, Heinz. *Methoden und Probleme der Wettervorhersage*. Wien: Springer-Verlag, 1954.
- Richardson, Lewis F. *Weather prediction by numerical process*. Cambridge: Cambridge university press, 1922.
- Roberts, Peder. «Nordic or national? Post-war visions of polar conflict and cooperation». I *Science, geopolitics and culture in the polar region: Norden beyond borders*. Redigert av Sverker Sörlin, 55–78. Farnham: Ashgate, 2013.
- Rosenberg, Charles. «Toward an ecology of knowledge: On discipline, context, and history». I *The organization of knowledge in modern America, 1860–1920*. Redigert av

-
- Alexandra Oleson og John Voss, 440–455. Baltimore: The Johns Hopkins university press, 1979.
- Rosby, Carl-Gustaf. «Note on cooperative research projects». *Tellus* 4, nr. 3 (1951): 212–216.
- Rosby, Carl-Gustaf. «Planetary flow patterns in the atmosphere». *Quarterly journal of the Royal meteorological society* 66, nr. 1 (1940): 68–87.
- Rosseland, Svein. «Mechanische Integration von Differentialgleichungen». *Die Naturwissenschaften* 27, nr. 44 (1939): 729–735.
- Rosseland, Svein. «Vitenskap i krig og fred». *Samtiden* (1947): 343–357.
- Røberg, Ole Anders. «"Vitenskap i krig og fred": Astrofysikeren Svein Rosseland i norsk forskningspolitikk 1945-1965». Hovedoppgave i historie ved Universitetet i Oslo, 2000.
- Sanders, Frederick og Edwin Kessler III. «A test of the application of vorticity charts». *Bulletin of the American meteorological society* 36 (1955): 251–255.
- Sapolsky, Harvey M. *Science and the navy: The history of the office of naval research*. Princeton: Princeton university press, 1990.
- Saunier, Pierre-Yves. *Transnational history*. Houndmills, Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2013.
- Schrecker, Ellen. *Many are the crimes: McCarthyism in America*. Princeton: Princeton university press, 1998.
- Schrecker, Ellen. *No ivory tower: McCarthyism & the universities*. Oxford og New York: Oxford university press, 1986.
- Schröder, Michael. «Vi lager regn og snø: Menneskene arbeider med været». I *Vi vet: Fra forskningens og vitenskapens verden*. Bind 3. Redigert av Gutorm Gjessing, Karl Evang og Gunnar Randers, 1025–1030. Oslo: Tiden norsk forlag, 1952.
- Secord, James A. «Knowledge in transit». *Isis* 95, nr. 4 (2004): 654–672.
- Senje, Sigurd. *Vi i Østensjøbyen: En rundtur Lambertseter · Ryen · Manglerud · Abildsø · Langerud · Rustad · Skullerud · Bogerud · Bøler · Østensjøvannet · Oppsal · Tveita · Haugerud*. Oslo: Tiden norsk forlag, 1985.
- Sestoft, Ingolf. «Dansk meteorologi gjennom tiderne». I *Meteorologisk institut gjennom hundrede år*. København: 1972.
- Sigtryggsson, Hlynur og Aksel Wiin-Nielsen. «Experiments in numerical forecasting, using space-smoothed fields». *Tellus* 9, nr. 3 (1957): 296–312.
- Slagstad, Rune. *De nasjonale strateger*. Oslo: Pax, 1998.
- Slagstad, Rune. *Kunnskapens hus: fra Hansteen til Hanseid*. Oslo: Pax, 2000.

- Sletbak, Nils, red. *Det norske teatret femti år 1913–1963*. Oslo: Det norske samlaget, 1963.
- Smagorinsky, Joseph. «The beginnings of numerical weather prediction and general circulation modeling: Early recollections». *Advances in Geophysics* 25 (1983): 3–37.
- de Solla Price, Derek J. *Little science, big science*. New York: Columbia university press, 1963.
- Spinnangr, Finn. «Værvarslinga på Vestlandet gjennom 25 år». I *Værvarslinga på Vestlandet 25 år: Feststkrift utgitt i anledning 25-års jubileet 1. juli 1943*, 57–67. Bergen: 1943.
- Studentene fra 1912: Biografiske opplysninger samlet til 25-års-jubileet 1937*. Redigert av Jonas Jansen. Oslo: 1927.
- Studentene fra 1922: Biografiske opplysninger og statistikk samlet til 25-års jubileet 1947*. Redigert av Peter Kleppa. Oslo: 1951.
- Studentene fra 1940*. Redigert av Trygve Juul Møller. Oslo: 1965.
- Sörlin, Sverker. «Narratives and counter-narratives of climate change: North Atlantic glaciology and meteorology, c. 1930–1955». *Journal of historical geography* 35, nr. 2 (2009): 237–255.
- Sörlin, Sverker. «The anxieties of a science diplomat: Field coproduction of climate knowledge and the rise and fall of Hans Ahlmann’s “polar warming”». *Osiris* 26, nr. 1 (2011): 66–88.
- Taba, Hessam. «The Bulletin interviews: Arnt Eliassen». *WMO Bulletin: The official journal of the World meteorological organization* 46, nr. 4 (1997): 309–317.
- Taba, Hessam. «The Bulletin interviews: George P. Cressman». *WMO Bulletin: The official journal of the World meteorological organization* 45, nr 4 (1996): 315–321.
- Taba, Hessam. «The Bulletin interviews: Professor E. H. Palmén», *WMO Bulletin: The official journal of World Meteorological Organization* 30, nr. 2 (1981): 92–100.
- Taba, Hessam. «The Bulletin interviews: Professor R. Fjørtoft». *WMO Bulletin: The official journal of the World meteorological organization* 37, nr. 1 (1988): 3–13.
- «Technical note no. 44: Numerical methods of weather analysis and forecasting». World Meteorological Organization (1968) [opprekk].
- «The present situation with regard to the application of numerical methods for routine weather prediction and prospects for the future», WMO report no. 67 (1965).
- Thompson, Philip D. «Charney and the revival of numerical weather prediction». I *The atmosphere—a challenge: The science of Jule Gregory Charney*. Redigert av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman, 93–120. Boston: American meteorological society, 1990.
- Thrane, Peter. «En oversikt over værvarslingstjenesten». *Naturen* (1954). 322–335.

-
- Thue, Fredrik W. og Kim G. Helsvig. *Universitetet i Oslo 1811–2011: 1945–1975: Den store transformasjonen*. Oslo: Unipub, 2011.
- Torvanger, Åse Moe. «Georg Eliassen». I *Norsk biografisk leksikon*, https://nbl.snl.no/Georg_Eliassen (opp søkt 17. juni 2016).
- Turner, Roger. «Weathering heights: The emergence of aeronautical meteorology as an infrastructural science». Avhandling til graden Doctor of philosophy, University of Pennsylvania, 2010.
- «Upper-air network requirements for numerical weather prediction», World meteorological organization, report no. 29 (1960).
- Utaaker, Kåre. «Carl Ludvig Schreiner Godske (1906–1970): Forelesning holdt ved Matematisk institutt, Universitetet i Bergen 3.12.1997». Report No. 117. Department of Applied Mathematics, Universitetet i Bergen (1998).
- Utaaker, Kåre. *C.L. Godske*. Universitetet i Bergen, 31. oktober 2008, <http://www.uib.no/gfi/54202/cl-godske#> (opp søkt 25. mai 2016).
- Vogt, Johan. *På talefot med sin egen ungdom*. Oslo: J.W. Cappelens forlag, 1990.
- Vollset, Magnus. «Asking too much? Postwar climate research in Norway, 1947-1961». *History of Meteorology* 7 (2015): 83–97.
- Vervarslinga på Vestlandet 25 år: Festskrift utgitt i anledning 25-års jubileet 1. juli 1943*. Bergen: 1944.
- Weinberg, Alvin M. «Impact of large-scale science on the United States». *Science* 134, nr. 3473 (21. juli 1961): 161–164.
- Werenskiold, Werner. *Fysisk geografi I*. Oslo: Aschehoug, 1948.
- Wicken, Olav. «Teknologer og industriutvikling». I *Arbeiderpartiet og planstyret 1945–1965*. Redigert av Trond Nordby, 159–171. Oslo: Universitetsforlaget, 1993.
- Widmalm, Sven. «Forskning och industri under andra världskriget». I *Vetenskapens sociala strukturer: Sju historiska fallstudier om konflikt, samverkan och makt*. Redigert av Sven Widmalm, 55–98. Lund: Nordic academic press, 2008.
- Wiin-Nielsen, Aksel. «Numerical weather prediction: The early development with emphasis on Europe». I *50th anniversary of numerical weather prediction: Commemorative symposium. Potsdam, 9–10 March 2000: Book of lectures*. Redigert av Arne Spekat, 29–49. Berlin: 2001.
- Wiin-Nielsen, Aksel. «The birth of numerical weather prediction». *Tellus* 43, nr. 4 (1991): 36–52.
- Woods, Austin. *Medium-range weather prediction: The European approach*. Berlin: Springer science and business media, 2005.

World meteorological organization – Commission for aerology – abridged final report of the second session: Paris, 18th June – 5th July 1957. Geneve: 1957.

Wurtele, Morton G. «Charney remembered». I *The atmosphere—a challenge: The science of Jule Gregory Charney*. Redigert av Richard S. Lindzen, Edward N. Lorenz og George W. Platzman: 3–5. Boston: American meteorological society, 1990.

Zworykin, Vladimir K. «Outline of Weather Proposal» (oktober, 1945). Utgitt i *History of meteorology* 4 (2008): 57–78.

Økland, Hans. «Scientific report nr. 1: False dispersion as a source of integration errors». Det norske meteorologiske institutt (1958).

Økland, Hans. «The operational forecasting model used in the Norwegian meteorological service». *Tellus* 15, nr. 3 (1963), 280–283.