



ORKUSTOFNUN

Snjóbráðnunarlíkön og gróðurhúsaáhrif -  
Punktar úr Finnlandsferð 22.-27. október  
1991

**Kristinn Einarsson**

**Greinargerð KE-91-04**

SNJÓBRÁÐNUNARLÍKÖN OG GRÓÐURHÚSAÁHRIF  
- Punktar úr Finnlandsferð 22.-27. október 1991 -

## INNGANGUR

Höfundur þessarar greinargerðar sótti two norræna fundi í Helsinki í Finnlandi í lok október 1991. Sá fyrri var fundur í verkefnistjórn norræna samstarfsverkefnisins *Klimaendringer og energiproduksjon*, sem haldinn var 23. október. Sá síðari var vinnufundur um snjóbráðnunarlíkön (*Nordiskt seminar om snömodeller*) innan ramma sama verkefnis, og var hann haldinn 24.-25. október.

## 1. FUNDUR 2/91 Í VERKEFNIS-STJÓRN

Fundarmenn voru Nils Roar Sælthun (Norweges Vassdrags- og Energi verk, Noregi), Sten Bergström (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Svíþjóð), Thorkild Thomsen (Grønlands Energiforsyning, Danmörku/Graenlandi), Bertil Vehviläinen (Vesi- ja ympäristöhallitus, Finnlandi), Marit Lundteigen Fossdal (Vassdragsregulentenes forening, Noregi), Per Eric Olsson (Vattenregleringsföretagens samarbetsorganisation, Svíþjóð) og Kristinn Einarsson (Orkustofnun). Auk framangreindra voru kölluð til þau Perttu Aittoniemi (Imatran Voima Oy, Finnlandi) og Sirkka Tattari (Vesi- ja ympäristöhallitus, Finnlandi).

Fram kom að allar líkur benda til þess, að verkefnið muni njóta sömu fjárveitingar frá Norrænu ráðherranefndinni á árinu 1992 og 1991, þ.e. allt að DKK 800.000.

Farið var yfir stöðu einstakra verkefnispátta:

A1 *Uppgufunar/útgufunararlíkön.* Rætt var hvort til greina kæmi tenging við NOPEX verkefnið, en það snýst um flóknar og umfangsmiklar mælingar á svæðinu kringum Uppsali í Svíþjóð.

Tengiliður Íslands við það verkefni er Halldór Þorgeirsson hjá Rala. Talið var rétt að halda öllum leiðum opnum, en galli væri að niðurstöður NOPEX myndu ekki liggja fyrir fyrr en einhvern tíma eftir 1994, sem er lokaár í okkar verkefni. Haldinn verður norrænn sérfræðingafundur um efnið fyrir fjárveitingu ársins 1991, en ekki er gert ráð fyrir fé til þessa liðar á árinu 1992.

A2 *Snjóbræðslulíkön.* Fundur næstu tveggja daga snerist um þetta efni, og vísast til þess sem fram kemur í næsta kafla.

A3 *Jöklalíkön.* Fram kom að verkefnistjórnir Tron Laumann og Tómas Jóhannesson munu hittast í Kaupmannahöfn í fyrri hluta nóvember 1991. Væntanlega munu Roger Braithwaite og Niels Reeh einnig sitja fundinn. Þeir taka fyrst fyrir afkomulíkön, síðan jöklaflaðilíkön. Gert er ráð fyrir DKK 250.000 til þessa verkefnis 1992.

A4 *Samræmdirar umbætur í líkangerð.* Ákveðið var að efla þennan lið og veita til hans DKK 100.000 1992.

B *Líkön til rekstrarfirtílkings.* Ekki var talið tímabært að halda uppi miklum umsvifum undir þessum lið, fyrr en fyrir lægju niðurstöður um líklegt veðurfar og líklegt vatnafar í framhaldi af því. Nauðsynlegt væri einnig að hafa samráð við t.d. Nordel áður en frekari skref yrðu tekin.

C1 *Mat á mögulegum veðurfarsbreytingum.* Lýst var ánægju með árangur námstefnunnar um veðurfarsbreytingar, sem haldin var í Reykjavík í

apríl 1991, og útgáfu skýrslu frá henni (Einarsson et al. 1991) í ritröð NHP (Nordisk Hydrologisk Program). Hins vegar voru menn áhyggjufullir yfir þeim töfum sem orðið hafa á því að nefnd um þessi efni hefji störf. Stjórnarnefnd verkefnisins ákvað á fundi sínum í júní sl. að skipa *scenariokommitté* til að leggja mat á mögulegar veðurfarsbreytingar, og átti samsetning hennar að liggja fyrir í ágúst. Af Íslands hálfu sitja í nefndinni þeir Trausti Jónsson og Tómas Jóhannesson. Verkefnistjórnin skipaði sinn fulltrúa í nefndina til að tryggja upplýsingaflæði um þetta mikilvæga viðfangsefni, og varð Sten Bergström, yfirmaður vatnafræðirannsókna hjá SMHI í Svíþjóð, fyrir valinu. Einnig var ákveðið að ýta á eftir framgangi málsins að öðru leyti hjá stjórnarnefndarmönnum. Fjárveiting til veðurfarsbreytinganefndarinnar á árinu 1992 var ákveðin DKK 250.000.

- C2 *Rennsliseftirlíkingar.* Þar sem fyrirsjá-anlegt þótti að mat á veðurfarsbreytingum yrði ekki tilbúið á fyrri hluta árs 1992 var fjárveitingu til þessa verkefnis frestað um sinn.
- F *Athugun á sögulegum rennslisröðum.* Þar sem nokkurt fé verður afgangs af fjárveitingu ársins 1991, og leyfilegt er að færa það milli ára að hluta, þótti rétt að styrkja þennan verkpátt með DKK 50.000 á árinu 1992.

Að lokinni yfirferð um einstaka þætti verkefnisins kynntu þau Perttu Aittoniemi og Sirkka Tattari starf Finna á tveimur sviðum. Perttu kynnti starf Imatran Voima Oy (IVO) að mati á áhrifum veðurfarsbreytinga fyrir orkuframleiðslu í Finnlandi (Aittoniemi 1991), en Sirkka ræddi breytingar á uppgufun/útgufun og athuganir í því sambandi innan SILMU verkefnisins, en það er umfangsmikið finnskt verkefni á sviði um-hverfismála til mats á áhrifum veðurfarsbreytinga. Einnig ræddi hún tengsl þessa verkefnis við NOPEX verkefnið, sem áður

var nefnt.

Að lokum voru rædd nokkur grundvallar-vandamál í sambandi við markmið, forsendur og stefnu verkefnis okkar. Lykilorð í þessu sambandi voru óstöðugleiki (*instability*), spáhæfni (*predictability*), tilhneiting (*trend*), breytileiki (*variability*), meðaltal/stærðargráða (*mean, magnitude*) og svæðisdreifing (*pattern*). Einnig var miðið rætt um þann vanda sem fólginn er í yfir-færslu gagna og reiknistærða úr heimslíkön-um fyrir veðurfarsbreytingar yfir í annars vegar svæðisbundin líkön með þéttari möskvum og hins vegar í vatnafræðilíkön sem bundin eru við vatnsvið. Enn sem komið er virðist sú leið sem Norðmenn fóru í þessu efni sú besta (Sælthun et al. 1990).

## 2. VINNUFUNDUR UM SNJÓ-BRÁÐNUNARLÍKÖN

Fundinn sóttu, auk þeirra sem sóttu fyrri fundinn, þeir Yngvar Gjessing (Universitetet i Bergen, Noregi), Knut Sand (Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Noregi), Esko Kuusisto (Vesi- ja ympäristöhallitus, Finnlandi) og Carl Egede Bøggild (Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung, Bremerhaven, Pýzkalandi, á leið til starfa hjá Grønlands Energiforsyning).

Lagðar voru fram tvær nýjar greinar á fundinum, önnur eftir Sigurð Lárus Hólm og höfund þessarar greinargerðar, hin eftir Grænlendinginn Carl Egede Bøggild. Fjölmargar nýlegar greinar sem birst höfðu áður á öðrum vettvangi voru einnig lagðar fram og notaðar í umræðunni. Hér á eftir fylgir heimildaskrá um allt það efni sem dreift var.

Helstu niðurstöður fundarins verða dregnar saman og lagðar fram á tveimur ráðstefnum á næsta ári. Sú fyrri er ráðstefna Evrópska jarðeðlisfræðisambandsins í Edinborg í apríl 1992, sú síðari er Norræna vatnafræðiráðstefnan NHK-92 í Alta, Noregi, í ágúst 1992. Ritari fundarins var Knut Sand, en á næstunni fá þátttakendur drög hans að fundargerð til umsagnar.

Hér skulu til bráðabirgða, þar til endanleg samþykkt fundarins liggar fyrir, nefnd nokkur atriði sem þóttu athyglisverð.

**Eins og á stendur um gagnasöfnun og líkangerð eru gráðudagalíkön (hitastuðulslíkön), eins og þau hafa verið notuð í NAM og HBV rennslislíkönunum, enn sem komið er best fallin til þess að lýsa upphleðslu og bráðnun á snjó.** Orkujafnaðarlíkön þau sem reynd hafa verið gefa ekki betri niðurstöðu þegar á heildina er litið, stundum er hún betri en getur verið verri. Líkön sem nota hámarks- og lágmarkshita dagsins, í stað meðalhita, eru heldur ekki betri þegar allt er skoðað. Fjarkönnun með gamma-geislunarmælum bætir ekki niðurstöður, og notkun gerfihnattamynda er miklum erfioleikum háð.

Hægt er að bæta líkangerð á einstökum svæðum með notkun georadars (Brandt 1991), en flogið er með það mælitæki í flugvél.

**Gráðudagastuðull í NAM og HBV rennslislíkönunum er nægilega stöðugur milli ólíkra svæða að veður- og vatnafari til þess að fullyrða megi, að gráðudagalíkönin geti gefið fullnægjandi niðurstöður fyrir reikninga út frá breyttu veðursfari.** Helst gætu verið vandkvæði á þessu á vindasönum bersvæðum, eins og á Íslandi eða Grænlandi. Samt sem áður má búast við meiri erfiðleikum við jarðrakareikninga (soil moisture) en snjóreikninga í þessu sambandi. Sömuleiðis geta breytingar í gróðurþekju orðið afgerandi skekkjuvaldur.

Talið var mikilvægt að koma framangreindri reynslu norrænna ví sindamanna á framfæri við víðari hóp, enda eru ekki líkur á að hún gerist meiri annars staðar, og þótti gefast gott tækifæri til þess á næsta þingi Evrópska jarðeðlisfræðisambandsins, en það verður haldið í Edinborg í apríl 1992. Samþykkt var að stefna að því að halda næsta fund verkefnisstjórnarinnar í Edinborg í apríl nk., og nýta þannig sem best bæði tíma manna og fjármagn það sem fer til samskipta á ví sindasviðinu. Þess yrði einnig gætt að koma niðurstöðum vinnufundarins á framfæri inn-

an Norðurlanda, annars vegar í tímaritinu Vannet i Norden, hins vegar á Norrænu vatnafræðiráðstefnunni NHK-92 í Alta, Noregi, í ágúst 1992.

## HEIMILDASKRÁ

Aittoniemi Perttu 1991: *Influences of Climatic Change on the Finnish Energy Economy.* Í: Kainlauri Eino et al. (ritstj.) 1991: *Energy and Environment 1991. International Symposium, August 25-28, 1991, Espoo, Finland,* 464-468.

Andersson Lotta, Klaus Kern-Hansen, Dan Lunquist og Bertel Vehviläinen 1990: *A Review of Operational Snow Accumulation and Melt Models in the Nordic Countries.* Vannet i Norden, 23, 3, 4-33.

Arnér Eric 1991: *Simulering av vårfloeden med HBV-modellen.* SMHI Hydrologi nr. 32, 1991, 71 bls.

Bergström Sten 1991: *Principles and Confidence in Hydrological Modelling.* Nordic Hydrology, 22, 123-136.

Brandt Maja 1991: *Snömätning med georadar och snötaxeringar i Övre Luleälven. Försök med uppdatering av vårflödesprognoserna.* SMHI Hydrologi nr. 33, 1991, 19 bls.

Egede Bøggild Carl 1991: *Modelling of Meltwater Freezing in the Snowpack - in Relation to Climate Change.* 10 bls. (Lagt fram á vinnufundinum).

Einarsson Kristinn og Oddur Sigurðsson (ritstj.) 1991: *Nordic Hydrology and the Greenhouse Effect. Conclusions and Recommendations of the Reykjavík Symposium, April 1991.* NHP Report No. 28, 20 bls.

Hólm Sigurður Lárus og Kristinn Einarsson 1991: *The adaptation of the NAM2 Runoff Model to Icelandic Conditions - With Special Emphasis on the Modelling of Snow.* 5 bls. (Lagt fram á vinnufundinum).

Højmark Thomsen Henrik, Ole B. Olesen, Roger J. Braithwaite og Carl Egede Bøggild 1991: *Ice drilling and mass balance at Pâkitsoq, Jakobshavn, central West Greenland.* Rapp. Grønlands geol. Unders. 152,

80-84.

Sand Knut 1990: *Modeling Snowmelt Runoff Processes in Temperate and Arctic Environments*. Institutt for Vassbygging, Universitet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Doktor Ingeniøravhandling 1990:61, IVB-rapport B-2-1990-1, 176 bls.

Sand Knut, J.O. Hagen, K. Repp og E. Berntsen 1991: *Climate Related Research in Svalbard*. Í: Gjessing Yngvar, Jon Ove Hagen, Karin Anker Hassel, Knut Sand og Bjørn Wold (ritstj.) 1991: *Arctic Hydrology. Present and Future Tasks*. Seminar Longyearbyen, Svalbard, 14.-17. September 1990, Norsk Hydrologisk Komité Rapport no. 23, 203-217.

Sand Knut og Douglas L. Kane 1986: *Effects of Seasonally Frozen Ground in Snowmelt Modeling*. Cold Regions Hydrology Symposium, AWRA, July 1986, 321-327.

Sælthun Nils Roar 1990: *Forbedringer av de hydrologiske rutinene i HBV-modellen*. NHK-90 Kalmar, Sverige, 12 bls.

Sælthun Nils Roar, Jim Bogen, Marit Hartmann Flood, Tron Laumann, Lars Andreas Roald, Arve M. Tvede, Bjørn Wold 1990: *Klimaendringer og vannresurser. Bidrag til den interdepartementale klimautredningen*. Norges Vassdrags- og Energiverk Publikasjon Nr. V 30, 77 bls.

Søgaard Henrik og Thorkild Thomsen 1988: *Application of Satellite Data to Monitoring Snow Cover and Runoff in Greenland*. Nordic Hydrology, 19, 225-236.

Thorolfsson Sveinn Torfi og Knut Sand 1991: *Urban Snowmelt Research in Norway. Measurements and Modelling Approach*. Urban Drainage and New Technologies, 17-21 June 1991, Dubrovnik, 8 bls.