



# **Veðurstofa Íslands Greinargerð**

**Svanbjörg Helga Haraldsdóttir**

**Ferð til Frakklands 14.-29. maí 1996**

VÍ-G96024-ÚR23  
Reykjavík  
Júní 1996

**Veðurstofa Íslands - snjóflóðavarnir**

**Ferð til Frakklands 14. - 29. maí 1996**

**Svanbjörg Helga Haraldsdóttir**

## Efnisyfirlit

Inngangur .....	2
Cemagref.....	2
Almennt um starfsemina.....	2
Arc Info og kortagerð.....	2
Rit frá snjóflóðaráðstefnum.....	3
Flutningur á snjó með vindi .....	3
Módelgerð.....	3
Tilraun um “powder avalanche”.....	4
Gagnagrunnur.....	4
Meteo France .....	4
Almennt yfirlit starfseminnar .....	4
Saffran, Crocus, Mepra og Geliniv .....	5
Jarðskjálftamælingar til að skynja snjóflóð.....	6
Snjóathuganir .....	6
Fyrirlestur um snjóflóðið í október 1995 á Flateyri .....	7
Skoðunarferðir .....	7
Ítalía, Sviss og Frakkland.....	7
Chamonix og nágrenni .....	8
Niðurstöður .....	8
Lokaorð.....	9

## Inngangur

Ferðin var farin í boði Franska sendiráðsins í Reykjavík og Menntamálaráðuneytisins. Tilgangurinn var að kynna hvernig staðið er að snjóflóðamálum í Frakklandi á sem víðustum grunni, svo sem snjóflóðarannsóknnum, vörnum, gagnavinnslu, snjóflóðaspám, hættumati og kynna aðstæður. Tvær stofnanir voru heimsóttar, þ.e. Cemagref og Meteo France í Grenoble, en hættumat er unnið á enn annarri stofnun og einnig snjóflóðaspár, þó þróun forrita til að gera spár sé hjá Meteo France í Grenoble.

Gilles Borrel hjá Cemagref tók á móti mér og skipulagði heimsóknina og lagði sig fram við að gera hana sem besta og ánægjulegasta.

Cemagref er rannsóknarstofnun að hluta, þar er safnað gögnum um snjóflóð og þau skráð, og gefin út kort með upplýsingum um þau og þar eru gerðar áætlanir um varnarvirki og þau hönnuð, svo eitthvað sé nefnt.

Meteo France er einnig rannsóknarstofnun að mestu og sér um þróun aðferða og forrita til snjóflóðaspáa, en tekið hefur verið í notkun forrit um snjóalög, og unnin forrit fyrir veðurspá og snjóflóðaspá, sem ekki eru enn á endanlegu formi, en eru þegar notuð í takmörkuðum mæli.

Ferðir voru farnar til að skoða snjóflóðaaðstæður og varnarvirki svo og landið sjálft.

Ekki treystu allir sér til að tala við mig vegna málaörðugleika, skildist mér, en ég talaði aðeins ensku við sérfræðingana. Vil ég nota tækifærið hér til að benda á að frönskukunnátta okkar gæti orðið mjög mikilvæg í framtíðinni vegna samstarfs við Frakka á þessu sviði, sem og öðrum sviðum.

## Cemagref

### Almennt um starfsemina

Hjá Cemagref er deild um snjó "Division Nivologie". Yfirmaður er Gerard Brugnot. Þar eru stundaðar rannsóknir og í þeim tilgangi gerðar tilraunir í tilraunastofum og einnig í náttúrunni. Þar hafa verið þróuð tæki, líkön, gagnasöfnun á sér stað og úrvinnsla gagna og þar er einnig sérfræðipjónusta um snjóflóðavarnir og gerð eru kort yfir snjóflóð svo eitthvað sé nefnt. Ég fékk með mér bækling um starfsemina hjá Cemagref.

### Arc Info og kortagerð

Kort sem sýna snjóflóðaútbreiðslu eru gerð á Cemagref í skala 1:25000, en þar kemur fram heildarútbreiðsla þeirra, þ.e. ekki er sýnt hvert snjóflóð fyrir sig. Gilles Borrel sér um gerð þeirra. Mismunandi litir og strikálínur aðgreina gerð upplýsinga um snjóflóð. Þar má nefna snjóflóð, sem þekkt eru, snjóflóð, sem þekkt eru, en ekki eru þó til öruggar heimildir um umfang þeirra, greint er milli snjóflóðs og útbreiðslu loftþylgju þess og síðan eru snjóflóð teiknuð út frá loftmyndatúlkun. Örvar tákna snjóflóð, sem eru of mjó til að fá flöt (surface) teiknaðan á kortið (1mm á korti eru 25 m á landi). Á kortunum koma fram tákni fyrir varnarvirki vegna snjóflóða t.d. leiðigarða, vegskála, snjógirðinga, sprengjuflutningskerfi og snjóflóðaviðvaranakerfi.

Hættumat er ekki gert á stofnuninni. Gilles Borrel lýsti þó í grófum dráttum hvernig það er unnið. "Forrest Service" gerir hættukortin, en þar eru notuð kort frá Cemagref til þess og farið á staðina til að skoða og meta aðstæður og spáð í möguleika á snjósöfnun. Líkanreikningar eru almennt ekki notaðir. Líkönin, sem þróuð eru hér, eru of flókin, margir parametrar, sem þarf að breyta. Þau eru e.t.v. notuð fyrir einstaka farvegi. Í Sviss eru lög um að nota einfalt módel alls staðar við hættumatsvinnu, en ekkert slíkt er gert í Frakklandi.

Snjóflóðakortin eru nú unnin í Arc Info hjá Cemagref. Gallin við þau er helst að menn túlka þau á mismunandi hátt.

Gilles Borrel sýndi mér notkun AI. Hann var með Hnífsdal sem aðalsvæði, sýndi "baksviðsmynd", þ.e. backcover, sem eru óvirk lög, sem voru strandlínur, hæðarlínur, vatnasvið, mannvikri og vegir, og svo "vinnslumynd", þ.e. edit cover, sem voru þá snjóflóð. Hann sýndi mér einnig hvernig hann gat lagað hæðarlínur með því að hafa þær sem "edit cover" og aðgreina þær. - Gögnin eru ekki alveg nógu góð, þannig að hæðarlínur renna saman í eitt, þar sem eru klettur eða mikill bratti.

## Rit frá snjóflóðaráðstefnum

Gilles Borrel sýndi mér rit, sem gefin hafa verið út eftir ráðstefnur, bæði í Frakklandi og ISSW-ráðstefnur í Ameríku. Þær síðarnefndu eru haldnar annað hvert ár, en hitt árið reyna Frakkar að hafa eitthvað heima fyrir. Í þessu var margt athyglisvert og fékk ég eintak af riti frá ráðstefnu í Chamonix 1992: Université européenne d'été sur les risques naturels, Neige et avalanches, Snow and avalanches, Editeur Gérard Brugnot, Actes Chamonix 14-25 septembre 1992, Cemagref Editions 1995.

Ráðstefna var í Chamonix 1995 og á MMM eintak af samantekt greina og fyrirlestra. Ég fékk afrit af ýmsum öðrum greinum úr þessum ritum.

Síðar sýndi hann mér gögn frá Frakklandi, þar sem bc (back cover) voru raster-gögn, skönnuð mynd. "Raster" mynd má líkja við ljósmynd, en ekki er hægt að meðhöndla eða aðgreina gögn á henni. Hún er höfð á bak við vinnsluna til að staðsetja snjóflóðin nánar, og hefur það auðveldað mjög lokavinnslu kortanna. Þegar gögn voru send til prentunar hjá landmælingunum hér, voru endalausar leiðréttingar, en eru svo til engar, þegar unnið er á þennan hátt.

## Flutningur á snjó með vindi

Florence Naiim fæst við rannsóknir á vindi og flutningi snævar með honum. Hjá henni sá ég "wind-tunnel" í gangi, en í göngunum var sandur og fór hann í "suspension" þó ég sæi það ekki strax. - Hún sagði gerðar tilraunir með sand og duft í gögnunum og giltu niðurstöður eingöngu fyrir flatlendi, því þar væru engar brekkur.

Hún sagði mér frá rannsóknum, sem nú eru gerðar, en starfsmenn Cemagref eru að athuga vind fyrir járnbrautarfélag ríkisins (SNCF) Finna þarf hve mikill vindur verður í dölum, sem mynda n.k. Y milli fjalla, þar sem er hræðsla við vindstrengi. Þau hafa færanlegar veðurstöðvar og setja niður þétt net um tíma. Síðan eiga þau að koma með tillögum að vörnum. Ekki er hræðsla við snjó á svæðinu.

Mælistöðvar mæla vind, bæði stefnu og styrk, hitastig, raka og snjódýpi. Sími er notaður til að ná þessum upplýsingum. Gerðar eru mælingar og svo notaðir líkanreikningar, en þá þarf ekki að mæla alls staðar. Safnað er meðalvindi fyrir 6 mín og svo mesta vindi. Spá má með líkaninu út frá þeim mælingum, sem eru gerðar, hvaða gildi væru annar staðar á svæðinu. Ekki er notað hæsta gildið á vindi fyrir útreikninga á drifsnjó.

Mælingar eru gerðar á flutningi snævar með vindi á Spáni. Tækin, sem notuð eru til að safna snjó, eru þó á stöng í mismunandi hæð. Tæma þarf úr pokunum og mæla magnið, og svo safna þeir áfram í sig. Þetta er allmikil vinna. Útreikningar eru síðan gerðir hjá Cemagref í Grenoble út frá veðurmælingum og borið saman.

Florence Naiim hafði safnað mjög mörgum greinum um snjó og vind, og fékk ég þær til að velja úr og ljósrita. Hún sagði mér einnig frá Svisslendingi, sem var í samvinnu við hana og gerði prófritgerð um vindflutning á snjó, en hann er nú látinn.

## Módelgerð

Mohammed Naiim vinnur við módelgerð. Líkönin, sem hann hefur gert eru fyrir:

1. powder avalanche
2. dense avalanche
3. mountain wind

Hann byggir snjóflóðalíkan á varðveislulögmálum massa, skriðþunga og orku og svo vökvafæði (fluid mechanics), en vökvinn í líkaninu er "flókinn vökví", þ.e. blanda af vatni og lofti. Gert er ráð fyrir að landið sé nógu bratt og nægilega mikill snjór til að snjóflóð fari af stað. Hann notar Bingham lögmál fyrir núningskraft (friction) fyrir snjó og reiknar í líkaninu massaflæði inn í reit og út úr reit, en fyrst er skilgreind hæð reitsins og halli hans.

Hann hefur gert líkan af vindi, sem virkar vel, en það var þróað fyrir járnbrautarlestirnar. Hann hefur færanlegar veðurstöðvar, sem eru ekki mjög dýrar og léttar í meðferð og vinna vel. Þær byggjast á að setja upp stöng, sem er fest á undirstöður, sem hægt er að slá niður (fer 50 cm niður í jörðina), og hefur mælst vindhraði upp í 130 km/klst hjá honum, tækin þola því mikinn vindstyrk.

Vindlíkanið er byggt á "fluid dynamics" og "turbulence", sem er alltaf eins í því, en er aðlagð hverjum stað, með því að breyta hrjúfleika yfirborðsins (cover roughness). - Síðar verður bætt inn í módelið flutningi snævar.

Mohamed Naiim er að skrifa grein um þessar rannsóknir og mun þýða hana á ensku og senda hana til yfirlestrar.

Einnig sýndi hann mér keyrslu á líkani á hreyfingu snjóflóðs. Prufukeyrslur með alvöru gögnum, t.d. gögnum snjóflóða eftir sprengingar, þar sem "allt" hefur verið þekkt, hafa komið vel út. Mjög spennandi gæti verið að prófa þetta fyrir flóðið í Skollahvilt um leið og hnitúð gögn verða til af landinu þar.

Ég fékk grein eftir Mohamed Naiim og H. Martinez frá Argentínu, sem heitir: Experimental and theoretical determination of concentration profiles and influence of particle characteristics in blowing snow, *Surveys in Geophysics* 16: 695-710, 1995. Kluwer Academic Publishers.

### Tilraun um "powder avalanche"

Olivier Marco er sérfræðingur í hreyfingu snjóflóða (dynamique). Hann sýndi mér, þegar nemendur hans voru að gera tilraun með "powder avalanche". Hann sendi mér svo grein á frönsku til að afrita, "Effet d'une digue sur l'écoulement d'une avalanche poudreuse" eftir P. Beghin og J.-F. Closet, en hún er um tilraunir um "powder avalanches". Hann sagði varnir gegn "powder avalanches" vera aðrar en gegn flekasnjóflóðum, t.d. þyrfti stefna leiðigarða að vera önnur en fyrir flekasnjóflóðin. Þetta kemur að einhverju leyti fram í greininni.

Áður fyrr voru gerðar tilraunir með vatni og saltvatni, en þar sem hvort tveggja er óþjappanlegt (incompressible) þótti það ekki gefa góða mynd af raunverulegum aðstæðum snjóflóða með "kjarna og skýi".

### Gagnagrunnur

Roland Burnet sér um gagnagrunnsmál hjá Cemagref, en Dominique Strazzeri hefur umsjón með gögnum um snjóflóð. Gögnum hefur verið safnað frá því um 1900 í norðanverðum frönsku Ölpunum, en einnig frá 1973 annars staðar í Ölpunum og Pyrenneafjöllum. Víða skrá bændur upplýsingar um snjóflóð og einnig er skráð á skíðasvæðum. Ég fékk lýsingu á gögnunum og skráningu.

Setja átti upp Oracle-gagnagrunninn, en fyrsta tilraun gekk ekki hikstalaust svo enn bíður hann. Rdb-gagnagrunnurinn hefur verið prófaður áður, en nemandi hafði skilgreint þar töflur fyrir snjóflóðagögnin og taldi Roland Burnet þar vera of nákvæmlega farið í hlutina og var ákveðið að flytja skilgreiningarnar ekki yfir í Oracle.

Við fórum yfir hvernig þeirra gögn eru skráð og hvernig uppbygging gagnagrunnsins er hjá okkur. Ég fékk með mér eyðublöðin þeirra og hvernig skrár eru upp byggðar. Þar virtist fyrst og fremst vera um að ræða skrá yfir farvegi og svo önnur um einstök snjóflóð. Við ættum að hafa til hliðsjónar hjá okkur, það sem þau skrá fyrir farvegi.

Dominique spurði síðar nánar um gögnin okkar, hvernig þau væru þegar við fengjum þau. Ég lofaði að senda henni snjóflóðaeyðublöð, þegar þau verða tilbúin.

### Meteo France

#### Almennt yfirlit starfseminnar

Á Meteo France hitti ég Erik Brun, Eve Durnad, Gerald Ginaud, Jean Luis Dumas og síðan Navarra og Benoit J.P. Leprettre.

Ég fékk dreifiblöð á frönsku um starfsemina og Erik Brun kynnti hana almennt. Þeir stunda fyrst og fremst rannsóknir og þróun fyrir almennu veðurstöðvarnar, bera ekki ábyrgð á yfirlýsingu á hættuástandi, en sjá öðrum fyrir forritum og aðferðum.

Alls vinna um 26 manns þarna, en auk þess eru tveir nemendur í doktorsnámi og 2 styttra komnir. Oftast starfa þarna alls um 28-32 manns.

Hann sagði, að í Chamonix væri spáð fyrir um snjóflóð og á 10 öðrum veðurstofum, þ.e. 5 í Ölpunum, 4 í Pyrenneafjöllum og 1 á Korsíku. Snjóathuganir eru gerðar á 15-20 stöðum, athuganir eru gerðar á skíðasvæðum og þar eru gerðar 2 veðurathuganir á dag og svo gerð snjógrýfja, þ.e. athugað snið snævar, einu sinni í viku, óháð snjóflóðaspám.

Rannsóknunum er skipt í þrennt:

1. Physical properties of snow, snow cover modelling

2. Mountain meteorology

3. Snow mechanics

Nánar má flokka þetta þannig:

#### Physical properties of snow, snow cover modelling

- Radioactive properties of snow, albedo knowledge, þ.e. geilsavirkni og geislunareiginleikar snævar
- Properties of wet snow, þ.e. hve mikið vatnsinnihald getur verið í snjó, en flest flekahlaup og einnig blaut snjóflóð eru háð þessu og í þessu er einning "Snow cover modelling" verkefni
- Snowdrift þ.e. vindflutningur á snjó
- Snow - climate, þ.e. samband snævar og loftslags, þar koma til forritin Saffran og Crocus, en mælingar hafa verið gerðar í col du Porte í 35 ár, frá feb. 1961

#### Mountain meteorology

- Saffran forritið þróað, sn það er um veður og veðurspár

#### Snow mechanics

- Seismic detection of avalanches, þ.e. skynjun snjóflóða með jarðskjálftamælum
- Snow stability, þ.e. stöðugleiki snævar, en þar er forritið Mepra aðalverkefnið

Auk þessa er tækjahópur, en hann þjónustar alla hina hópana. Þar er unnið að "ultrasonic sonding" til að fá fram snjódypt og ísing hefur verið könnuð. Stöðvarnar eru 15 talsins, eru sjálfvirkar, og senda gögn um gervihnött, Argus eða Meteosat. Innan hópsins er forritunarverkefni. Nú fer um 25% vinna eins manns í að þróa forrit og hreinsa þessi gögn, t.d. henda vindi ef ísing er og gera ársskýrslu.

Það eru um 140 mannaðar veðurstöðvar, sem þeir fá gögn frá. Þeir hafa "cold-lab" og eru að þróa hugbúnað fyrir snjóflóðaspár.

Forrit fyrir þversnið, eða snjóprófla, hefur verið þróað og gætum við líklega fengið það.

### Saffran, Crocus, Mepra og Geliniv

Eve Durnad sagði mér frá og sýndi mér að nokkru vinnslu forritanna Crocus, Saffran og Mepra, en hann hefur mest unnið við forritun á Saffran, en Erik Brun hefur forritað Crocus. Allt er þetta forritað í Fortran og notuð teikniforrit með, sem kallað er á. Endanlegt form er ekki komið á forritin en í grundvallaratriðum eru þau þó tilbúin. Sumt er komið í notkun utan stofnunar, svo sem Crocus, sem er til að sýna snjóalög. Gerald Ginaud bættist í hópinn innan skamms, en hann vinnur einnig við þetta verkefni.

Crocus er notað til að sýna snjóalög á svæðum. Gögn eru sett inn í upphafi og reiknar forritið sig fram um almennt ástand snjóalaga út frá því. Það gefur vísbendingu um hitastig, eðlisþyngd, vatnsinnihald, þykkt laga og gefur upp tvo "parametra" fyrir kristallagerð snævar. Ekki er ástandið, eins og forritið gefur það, leiðrétt út frá snjóalögum eftir að athuganir hafa verið gerðar, enda á það að gefa almennt til kynna hvernig snjóalög eru en ekki á hverjum stað. Veðurmælingar eru gerðar á einstökum stöðum og er forritið matað á þeim, en það gefur síðan hver þróunin hefur verið.

Saffran sýnir veðuraðstæður nærri yfirborði jarðar. Það er matað á veðurgögnum, en gefur svo orkubúskap yfirborðs, tekur tillit til ummyndunar (metamorphism) snævar. Þetta er keyrt fyrir Alpana á 23 fjallasvæðum (massives), Pyrenneafjöll á 15 svæðum og er nú prufukeyrt í Búlgaríu.

Fram kemur gerð kristalla snævar út frá "dendricity" (=1 fyrir nýjan snjó, =0 ef hann er án greina) og "sphericity" (rúnnun korna) og svo gerð með "litakorti" þar sem kemur fram kristallagerð, en einnig kemur fram stærð þeirra í litakóðunum.

Gögnin koma úr veðurathugunum, en þær eru gerðar á um 100 stöðum á veturna, en um 50 á sumrin, sjálfvirkar fjallastöðvar eru um 6, síðan eru veðurfarsstöðvar, "nivometeonetwork" og svo mælingar á skíðastöðum. Alls eru um 600-700 sjálfvirkar veðurstöðvar.

Mepra er fyrir túlkun og er "expertsystem", til að spá fyrir um snjóflóðaástand. Það tekur niðurstöður eða gögn úr hinum tveimur forritunum, þ.e. "prófla" eins og forritið sýnir þá í Crocus, ekki gögn frá raunverulegum athugunum, og svo veðurfræðileg gögn frá Saffran, og gerir n.k. spá um hættu.

Raunverulega er það þó ekki spáforrit, fær ýmist ástandsgögn eða spágögn úr hinum forritunum og vinnur út frá þeim. Það getur því sýnt ástandið eins og það er m.v. mælingar og svo eins og það gæti orðið m.v. spár.

Svæðinu kringum Grenoble, sem þeir gera spár fyrir, er skipt upp í misstóra geira, þ.e. V, N, A, SA, S og SV, en skiptingin er gerð með tilliti til svæðisins og þeirrar hættu, sem skapast getur þar. Skiptingunni má síðan breyta eftir þörfum, vegna tilraunastarfsemi eða notkunar á kerfinu á öðru svæði. Vinnslan getur verið þung og er því reynt að takmarka skiptinguna.

Rigningarspá er ekki góð í þessum kerfum og verður í framtíðinni gerð með "nearest neighbour" aðferð, þ.e. gögn verða borin saman við eldri gögn. Nú er þetta í prufukeyrslu og er blandað saman því sem sú aðferð gefur og því sem spáin án þess gefur.

Skipt er upp í spár fyrir 40° halla og svo 20° halla, en þetta má í framtíðinni skilgreina öðru vísi. Nú þegar eru gerðar spár að einhverju leyti með þessum forritum og sendar til skíðastaðanna í kring.

Þróunin á Crocus hefur staðið yfir í um 20 ár, en fyrra líkan var án "metamorphism", en þróun á Mepra hefur tekið um 10 ár.

Ég spurði um samvinnu milli þeirra og nágrannabjórðanna. Þeir sögðu engin líkön vera þróuð í Austurríki, en samvinna væri milli þeirra og starfsmanna í Davos í Sviss um vatnsinnihald snævar (liquid water), skynjun snjóflóða með jarðskjálftamælum (seismic detection of avalanches) og um hugbúnaðarþróun.

Jean Luis Dumas sýndi mér forrit sem heitir Geliniv. Þetta forrit er komið í dreifingu á 60 staði og er til að slá inn og fletta upp snjó- og veðurathugunum og getur séð um 9 staði í einu, en ekki er reiknað með að einn skíðastaður hafi meira á sinni könnu. Allt kerfið er geymt hjá Meteo France, og fá athugunarmenn aðgang að því og geta skoðað fram og til baka nokkur ár aftur í tímann. Unnið er að alþjóðlegri útgáfu þess.

## Jarðskjálftamælingar til að skynja snjóflóð

Eftir fyrirlesturinn hitti ég Navarra, sem vísaði mér á nemanda sinn, Benoit J. P. Leprettre. Hann lét mig hafa afrit af grein um jarðskjálftarannsóknir þeirra, sem hefur verið samþykkt að birta í Journal of Glaciology.

Forrit hefur verið gert til að greina hvað séu mögulega snjóflóðamerki. Tekist hefur að útiloka jarðskjálfta, farartæki og umferð manna og dýra.

Þeir nota einn skynjara, 3ja komponenta, og telja sig geta, nú orðið, greint nokkuð örugglega hvað eru snjóflóð. Þau mælast þó fleiri með þessu en skráð hafa verið af athugunarmönnum. Þeir hafa gert forrit og geta með því flokkað merki, valið þannig að útilokað er að þau séu vegna jarðskjálfta, dýra, manna og ökutækja, en auðvitað ekki alveg sagt til um hvort þetta séu merki eftir snjóflóð. Venjulega sjást þau upp í 7 km frá skynjaranum, en stór snjóflóð geta sést í um 11-12 km fjarlægð.

Aðalrannsóknarstaðurinn eru í grennd við þéttbýli og láta athugunarmenn og íbúar á svæðinu vita af snjóflóðum. Þessar upplýsingar verða aldrei tæmandi, ekki sjá þeir yfir allt svæðið, og oft falla snjóflóð í slæmu skyggni og eru þá ummerkin jafnvel horfin er slotar og sést til fjalla á ný.

Önnur leið til að staðfesta mælingarnar með jarðskjálftamælinum er notuð til samanburðar. Í tveimur farvegum eru notaðar stikur á streng, en rás er tengd við klukku með dagatali. Þegar snjóflóð fellur, rofnar rásin og klukkan stoppar á þeim tíma. Síðar þarf að fara og lesa af henni og setja upp kerfið aftur, setja nýjar stikur og tengja rásina. Þetta staðfestir, að snjóflóð hafi fallið á ákveðnum tíma, en er auðvitað aðeins í tveimur farvegum af mörgum mögulegum.

## Snjóathuganir

Alain nokkur Duclos, sem er mikill "snjómaður" kom í heimsókn til Cemagref og ræddi við mig um verkefni, sem hann er að vinna að, en hann gerir daglega snjóathuganir á ákveðnum stað. Þar setti hann upp 11 stangir í 50 m langa brekku, hafði 5 m milli þeirra. Stangirnar eru 2 m háar með 5 cm röndum, svo auðvelt sé að mæla snjódypt. Hann skoðar alltaf efsta lagið. Stundum setur hann af stað snjóflóð. Hann mælir hitastig í snjónum, eðlisþyngd, "shear", og skoðar svo nákvæmlega hvernig öllu er háttað í upptökum snjóflóða, sem verða á staðnum. Hann hafði tekið 269 sýni, er hann talaði við mig, þ.e. 1-2 á dag. Ég fékk hjá honum lýsingu, sem hann hefur gert um verkefnið fyrirfram á frönsku, en þar ber ekki öllu saman við það sem hann sagði mér. Mælingarnar áttu að fara fram frá 15. desember 1995 til 24. maí 1996 samkvæmt greininni.

Tilgangurinn var að skoða áhrif vinds á snjó sem sest til, og snjóalögin, hvernig þau eru í mælingum hans í brekkunni og hvernig þau eru í upptökum. Hann nefndi, að oft væru allt aðrar aðstæður í upptökum en menn gerðu ráð fyrir.



## Fyrirlestur um snjóflóðið í október 1995 á Flateyri

Ég hélt fyrirlestur um snjóflóðið 6 október 1995 á Flateyri, veður, flóðið og afleiðingar. Einnig var ég með myndir frá Neskaupstað. Ekki gekk vel að komast af stað. Seinkun varð og loks byrjaði ég án þess að skyggusýningarvél væri komin, en við vorum þó komin með sal. Lykill að salnum, sem við áttum að hafa, var týndur. Francois Rapin var nýkominn frá Íslandi og tók fullan þátt í umræðum og að útskýra þessi mál hér, og skildu hann allir betur en mig, nema ég! Hann sagði einnig frá rýmingaráætlunum og rýmingarkortum hér. Miklar umræður urðu, aðallega á frönsku, um hvort Flateyrarflóðið hefði verið meira "powder avalanche" en flekahlaup. Sumir töldu það alveg greinilegt og virtust menn ekki allir sammála um hvað gera skyldi til varnar gegn snjóflóðum þar.

## Skoðunarferðir

### Ítalía, Sviss og Frakkland

Daginn eftir að ég kom til Grenoble þurfti Gilles Borrel að fara til Aosta á Ítalíu vegna prófs, en hann kenndi þar á námskeiði í vetur. Ég fór með til að skoða landið og snjóflóðaáðstæður. Ferðin til Aosta var að mestu hraðferð, en á bakaleið daginn eftir var skoðað meira, en þá fórum við um Stóra St. Bernardsskarð, þ.e. göng neðan þess, yfir til Martigny og þaðan til Chamonix í Frakklandi og síðan áfram til Grenoble.

Á leið til Aosta fórum við fram hjá Albertville, um Megeve og svo Chamonix, en þar fyrir ofan fórum við um göng í suðaustur og komum út í Ítalíu nærri Courmayeur. Þaðan fórum við til Aosta, en mjög fallett var og vel hjart Ítalíumegin.

Allir voru svo hjálpsamir að vísa veginn í Aosta, en vitlaus leið eða gáfu upp of litlar upplýsingar til að fara eftir þeim og við vorum sein.

Á meðan Gilles var við prófayfirferð skoðaði ég mig um í Aosta. Miklar Rómverjarústir eru þar og einnig gömul hús. Lögreglustöðin er í einstaklega fallegu húsi með freskó-myndum í loftinu og fékk ég að skoða anddyrið í lögreglufylgd, en þetta hús var ekki opið almenningi. Sýning á verkum Adolfs Vallazza var þarna í safni í gömlu húsi, en verkin voru úr tré, einstaklega falleg sýning.

Við fórum áleiðis til baka um kvöldið og gistum í fallegu fjallaþorpi, Etroubles, sem er neðan við Gr. St. Bernard (Stóra St. Bernardsskarð).

Fimmtudagur 16. maí var frídagur í Frakklandi, en Gilles "bjargaði" honum með þessari ferð. Á leiðinni fórum við um Tunnel du Grd. St. Bernard, þ.e. göng neðan skarðsins. Síðan gengum við upp í áttina að skarðinu, þar sem göngumenn og skíðamenn voru á ferð, en fórum ekki alla leið, vegna tímaskorts. Þarna höfðu fallið mörg lítil snjóflóð og eitt nokkuð stórt, en þau voru mjög greinileg í snjónum, sem var að klökkna. Vegurinn yfir skarðið var enn lokaður vegna snjóflóðahættu.

Veðrið var mjög fínt. Við ókum um dali, sem eru miklir snjóflóðadalir og eru víða varnarvirki í upptökum, sem sjást ekki mikið úr fjarska, skemma því lítið fjallafegurðina. Við áðum í Martigny, en þar er einstaklega fallett. Ekki vannst tími til að skoða, en Rómverjamenjar eru á svæðinu.

Varnarvirki í upptökum virðast algeng, þarna eru grindur settar á stór svæði.

Í ferðinni skoðuðum við varnargarð við kirkju, sem varin var með fleyg, en hann var hlaðinn og brattur. Stallur var í landinu fyrir ofan hann, svo þar dregur úr hraða flóðanna.

Þar í grennd var búnaður til að senda upp sprengiefni og framkalla snjóflóð. Stöð er niðri og liggur kapall upp á fjallsbrún og eftir henni, sem eins konar kláfur fer eftir. Sprengiefnið er sent upp, en uppi eru stöðvar og er fjarstýrt hvar sprengt er. Svona búnað má nota aftur og aftur og þykir hann reynast vel.

Almennt þykir reynast betur að sprengja ofan við snjóinn, en að grafa sprengiefnið að hausti þannig að það verði undir honum, áhrifin verði meiri.

Mjög áberandi er víða hvernig snjóflóð hafa rutt burt skógi, en þetta er líkt og við ÞS saum í Noregi. Þetta gerir skráningu snjóflóða öllu auðveldari en hér á landi. Þó eru víða fallin tré vegna vinda, svo gæta má sín á að ofskrá ekki. Vanir menn þekjja mynstur trjánna, ákveðnar tegundir bogna, er snj pflóð falla á þær, en aðrar rifna upp með rótum eða kubbast sundur. Sérstakar tegundir vaxa í snjóflóðafarvegum, sem hlaupa oft, en runnar eða tré sem bogna geta eftir áhlaup hrist af sér og haldið áfram að vaxa!

Ég get ekki sleppt að minnst á, að þegar við komum til Chamonix og ætluðum að fá okkur kaffi, hittum við foreldra Gilles, en þeir búa í öðrum bæ. Síðan settumst við öll og vorum ekki lengi uns bróðir Gilles og mágkona komu líka og svo vinur þeirra! Litla Frakkland, þetta er eins og á Íslandi!

Á heimleið fórum við hratt yfir en síðar fórum við til Chamonix og skoðuðum snjóflóðavarnarvirki og farvegi, eins og lýst er fyrir aftan.

### Chamonix og nágrenni

Ég fór aftur með Gilles til Chamonix, en nú til að skoða varnavirki og snjóflóðafarvegi. Sá staður, sem við skoðuðum best, var jökull nærri Tacconnaz-glacier, en þar hafa snjóflóð farið alllangt og eyðilagð hús og hafa fallið báðum megin dalsins. Unnið er að hugmyndum og hönnun varnavirkja þar hjá CEMAGREF.

Snjóflóð féll þarna um 1983 og fór langt, en skemmdi ekkert. Þá féll líka snjóflóð úr hlíðinni á móti. Síðan féll snjóflóð er brotnaði af jöklinum um júl 1994. Það sópaði með sér úr hlíðinni í kring og varð allmikið flóð. Enginn slasaðist en mikið skemmdist. Aðalflóðið var lausasnjóflóð, en það lyfti þökum og braut glugga, flutti bíla og skemmdi sums staðar meira. Aðeins utar var tunga, sem fylgdi árfavegi, og var hún þétt og líklega vot. - Ég fékk síðar kort af svæðinu og teiknaði eftir öðru korti útbreiðslu þessa flóðs.

Við skoðuðum varnavirki við Tacconnaz-glacier, en þar eru leiðgarðar, þvergarðar og keilur og stallar eða þrep í landinu, mikil varnavirki til varnar byggð, sem er neðan hans.

Síðan fórum við upp í "telepherique" og sáum um víðan völl, en þó aðallega fjöll. Þá sem fyrr kunni Gilles allan fjallahringinn og sáum við bæinn, sem faðir hans er frá. Hann bjó hluta af uppvexti sínum á þessu svæði.

### Niðurstöður

Þessi ferð hefur áhrif á ýmis verkefni hjá mér, sem sjá má nú þegar og vonandi mun fleiri síðar. Það sem kemur mér fyrst í hug er söfnun greina um vindflutning á snjó, en Florence Naiim hefur verið í þeim geira í 8 ár og safnað greinum þann tíma og fékk ég að ljósrita úrval safns hennar. Að nálgast þessar greinar væri miklu seinlegra héðan.

Á Meteo France er unnið að "jarðskjálftamælingum" í tengslum við snjóflóð. Fyrir þessa ferð lauk ég fyrstu samantekt upplýsinga um möguleika á uppsetningu tækja af svipuðu tagi hér, sem þyrfti að prófa. Þau gætu gefið upplýsingar um hvar snjóflóð falla og um eðli hreyfingar þeirra, en síðar mætti e.t.v. nota það sem viðvörðunarkerfi. Á Meteo France komst ég í samband við Navarra og Benoit Leprettre. Með samvinnu og/eða upplýsingaskiptum við aðila, sem þegar hafa farið af stað með þessar rannsóknir væri e.t.v. hægt að sleppa fyrstu skrefunum og byggja á því, sem þeir hafa þegar náð.

Florence Naiim og Mohamed Naiim vinna bæði að rannsóknarverkefni um vind fyrir járnbrautirnar í Frakklandi. Færanlegar stöðvar voru settar upp á fjalla- og dalasvæði og líkanreikningar notaðir til að líkja eftir hreyfingunum. Þetta hefur tekist vel. - Þetta fellur mjög vel að hugmyndum okkar um net veðurstöðva til fjalla um takmarkaðan tíma. Hugmyndin hér var að samkeyra slíkar skammtímaathuganir með athugunum frá föstum veðurstöðvum, aðallega með tilliti til vinds, en einnig úrkomu, ef hægt væri, og nota eins og skynditeljara umferðar hjá Vegagerðinni. Þá fengist betri tilfinning fyrir þessum þáttum og væri hægt að gera líkan út frá föstu stöðvunum til að fá betri spá til fjalla. Tilbúið líkan eins og þeirra væri enn betra, ef það reyndist einnig vel hér.

Einnig hefur Mohamed Naiim gert líkan til að sýna hreyfingu snjóflóðs og tekist vel að líkja eftir hreyfingum þekktra snjóflóða. Þar gæti einnig verið spennandi að hafa samstarf, prófa þekkt snjóflóð hér þar sem til eru landlíkön.

Á veðurstofunni í Grenoble er verið að þróa líkön fyrir snjóalög, veður og snjóflóðaspár. Allt er þetta hugsað fyrir stór landsvæði, og gæti eflaust nýst víðar en þar. Hugsanlega gæti vinnan, sem lögð hefur verið í þetta, einnig nýst við smærri svæði með einhverju viðbótarátaki.

Síðast en ekki síst er samvinna nú þegar við Gilles Borrel og er hún mjög mikilvæg. Hann sér um korta-gerð vegna snjóflóða hjá Cemagref og var Anne Choquet hjá honum, sen hún er nú hjá VÍ og eru þeir Magnús Már þegar í samstarfi.

## Lokaorð

Mig langar að þakka fyrir að fá tækifæri til að fara þessa ferð. Ég tel að með slíkum samskiptum getum við fengið upplýsingar hjá öðrum þjóðum um þeirra starfsemi varðandi snjóflóð og nýtt okkur þær til að byggja á.

Hér er að mestu fjallað um “fræðilegan” hluta ferðarinnar. Auk þess kynntist maður lítillega mat, söfnum, siðum og ekki síst fólkinu, en allt var þetta mjög áhrifaríkt og heillandi, þó ekki verði fjallað nánar um þá þætti hér.

Þegar samband næst beint við fagfólk er auðveldara að leita til þess síðar, þannig að ekki er hægt að sjá fyrir hve miklu slík ferð skilar, þegar til lengri tíma er litið, en er þó ýmislegt þegar upp talið!

Takk fyrir.

Svanbjörg Helga Haraldsdóttir

Snjóflóðavörnum Veðurstofu Íslands

Bústaðavegi 9

150 Reykjavík

Ísland

sími: 354 - 5600600

fax: 354 - 5528121

email: svana@vedur.is