

# ESSI

Alþjóðleg rannsóknarstofnun á sviði jarðkerfisfræða á Ísafirði

Könnun á forsendum

Nóvember 2005

# ESSI

Alþjóðleg rannsóknarstofnun  
á sviði jarðkerfisfræða  
á Ísafirði

Könnun á forsendum

## Samantekt

- Margar rannsóknir benda til að hlýnandi loftslag og bráðnun íss gæti leitt til breytinga á hafstraumum, hækkunar yfirborðs heimshafanna og minnkandi seltu sjávar. Þetta gæti haft áhrif á vatnsforða, fiskistofna, orkubúskap og lífríki, og haft í för með sér alvarlegar afleiðingar fyrir búsetu manna víða um heim.
- Í loftslagsbreytingum kunna einnig að felast ýmis sóknarfæri t.d. á sviði rannsókna, ferðapjónustu, samgangna með opnun siglingaleiða á norðurslóðum, og auknu aðgengi að auðlindum.
- Margt bendir til að áhrifanna muni gæta meira á norðurhveli jarðar en annars staðar og ljóst er að miklum fjármunum verður varið til rannsókna á þessu sviði á næstu árum og áratugum. Að margra mati er ekkert eitt rannsóknarverkefni mikilvægara en könnun á loftslagsbreytingum og afleiðingum þeirra.
- Íslendingar þurfa að leggja sitt af mörkum til alþjóðlegs þekkingargrunns sem nauðsynlegur er til að þróa tæknilegar lausnir ekki síst til að bregðast við áhrifum sem loftslagsbreytingar kunna að hafa á íslenskt samfélag.
- Lagt er til að komið verði á fót alþjóðlegri rannsóknarstofnun á Íslandi á sviði *jarðkerfisfræða* (e. Earth System Sciences) með sérstaka áherslu á loftslagsbreytingar og haf-fræði. Stofnunin verði staðsett á Ísafirði.
- Alþjóðleg rannsóknarstofnun á sviði jarðkerfisfræða yrði hlekkur í alþjóðavísindasamfélaginu með náð samstarf við erlenda háskóla og aðrar vísindastofnanir. Jafnframt er gert er ráð fyrir víðtæku samstarfi við innlendar stofnanir sem koma að loftslagsrannsóknnum.
- Starfsemin myndi byggja á nýrri heildrænni nálgun að rannsóknnum á loftslagsbreytingum sem gerir kleift að byggja á samhæfðum langtíma rannsóknaráætlunum.
- Stofnunin myndi stuðla að eflingu þekkingariðnaðar á Íslandi í alþjóðlegu samhengi og styrkja byggð á Vestfjörðum í samræmi við stefnumörkun ríkisstjórnarinnar um eflingu atvinnumöguleika og lífsskilyrða á landsbyggðinni.

## Efnisyfirlit

Inngangur .....	5
Vísbendingar um loftslagsbreytingar .....	7
Aukning gróðurhúsalofttegunda .....	9
Áhrif hafsins .....	11
Fjölbjóðaverkefni um norðurslóðir .....	14
Loftslagsrannsóknir á Íslandi .....	16
Efling rannsókna á Íslandi .....	18
Jarðkerfisfræði .....	19
Ný alþjóðleg rannsóknarstofnun .....	21
Áherslur nýrrar stofnunar .....	23
Alþjóðleg samvinna um jarðkerfisfræði .....	25
Kostnaður og fjármögnun .....	27
Staðsetning á Ísafirði .....	29
Samfélagsleg og efnahagsleg áhrif .....	34
Lokaorð .....	35
Heimildir .....	37
Viðaukar .....	38

## Inngangur

Loftslagsbreytingar og afleiðingar þeirra eru að mati margra vísindamanna ein mesta ógn sem stöðjar að mannkyni til lengri tíma litið og ljóst er að miklum fjármunum verður varið til rannsókna á þessu sviði á komandi árum og áratugum. Það eru ekki einvörðungu vísindamenn sem hafa áhyggjur af loftslagsbreytingum. Skilningur leiðtoga vestrænna ríkja á vandamálinu fer vaxandi og var staðfestur með gildistöku Kyoto-bókunarinnar í upphafi þessa árs. Loftslagsbreytingar eru jafnframt efst á baugi á formennskuári Bretlands í hópi helstu iðnríkja heims (G8), ásamt aðstoð við Afríku. Tony Blair, forsætisráðherra Bretlands, hefur lýst yfir að loftslagsbreytingar séu „sennilega, til lengri tíma litið, mikilvægasta málefnið sem við stöndum frammi fyrir sem alþjóðasamfélag“.

Þótt flestir vísindamenn sem að loftslagsrannsóknum vinna telji að hlýnandi loftslag sé staðreynd, er þó mikil óvissa um staðbundin áhrif og er því mikilvægt fyrir Ísland að kanna hvaða áhrif loftslagsbreytingar munu hafa hér og í hafinu umhverfis landið. Mun hækkandi sjávarhiti hafa þær afleiðingar að Golfstraumurinn breytir um stefnu eða hægir á sér, og veldur þar af leiðandi kólnun hér á landi? Myndi það gjörbreyta úrkomumynstri á Íslandi og hafa áhrif á vatnsforða, fiskistofna, orkubúskap og landbúnað? Eða mun Golfstraumurinn eflast vegna loftslagsbreytinga? Munu loftslagsbreytingar verða okkur í hag eða óhag? Sumir ganga jafnvel svo langt að spá annarri ísöld sem afleiðingu þeirra loftslagsbreytinga sem nú virðast hafnar (Joyce og Keigwin 2005).

Unnið er að rannsóknum sem tengjast loftslagsbreytingum víða um heim og verður æ ljósara hversu þýðingarmikið viðfangsefnið er. Meðal aðila sem að þeim koma eru veðurstofur, háskólastofnanir, hafrannsóknastofnanir, alþjóðastofnanir og rannsóknastofnanir sem komið hefur verið á fót sérstaklega í þessum tilgangi.

Skýrsla þessi er könnun á forsendum fyrir stofnun alþjóðlegrar rannsóknarstofnunar á sviði loftslagsbreytinga á Íslandi. Í skýrslunni er gerð grein fyrir helstu niðurstöðum alþjóðlegra rannsókna á loftslagsbreytingum og spám um framtíðina, farið er yfir aðkomu Íslendinga að þessum málum, og hugað að með hvaða hætti væri hægt að efla þátttöku Íslendinga á þessu ört vaxandi rannsóknarsviði. Lagðar eru fram hugmyndir um áherslur og starfsgrundvöll nýrrar stofnunar í jarðkerfisfræðum, kannaðir mögulegir samstarfsaðilar, innlendir og erlendir rannsóknarstyrkir, æskileg stærð stofnunarinnar í ársverkum talið, stærð húsnæðis og forsendur fyrir staðsetningu á Ísafirði.

Hugmyndin um alþjóðlega rannsóknarstofnun á sviði loftslagsbreytinga kviknaði út frá umræðum um menntunarstigið á Vestfjörðum og mikilvægi þess að skapa menntatækifæri fyrir ungt fólk í sinni heimabyggð. Einnig með hvaða hætti væri hægt að efla byggð og fjölga atvinnu-möguleikum út frá styrkleikum samfélagsins. Í kjölfarið var myndaður vinnuhópur sem vann skýrslu þessa en í honum eru: Björgólfur Thorsteinsson, rekstrarhagfræðingur; Hallvarður

Aspelund, arkitekt; dr. Haraldur Sigurðsson, eldfjallafræðingur; dr. Ívar Jónsson, frumkvöðlafræðingur; Jónas Guðmundsson, hagfræðingur; Ólöf Guðný Valdimarsdóttir, arkitekt og Smári Haraldsson, sjávarvistfræðingur.

Ljóst er að þróa þarf hugmyndina um alþjóðlega rannsóknastofnun í jarðkerfisfræðum á Ísafirði frekar með gerð sérstakrar viðskiptaáætlunar fyrir stofnunina og ítarlegri stefnumótunarvinnu í samhengi við innlent og erlent rannsóknnaumhverfi. En það er von skýrsluhöfunda að skýrsla þessi verði til þess að vekja áhuga stjórnvalda og fagaðila á verkefninu og framvindu þess.

Verkefnið var styrkt af forsætisráðuneytinu og Ísafjarðarbæ. Vinnuheiti verkefnisins er ESSI (Earth Systems Sciences Institute).

## Vísbendingar um loftslagsbreytingar

Samkvæmt milliríkjanefnd um loftslagsbreytingar (IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change)<sup>1</sup> er því spáð að hitastig á jörðu muni hækka um milli 1,4°C og 5,8°C á þessari öld. Slík hlýnun á sér ekki hliðstæðu í loftslagssögu jarðar síðasta árpúsundið og mun hafa margvísleg áhrif ef til hennar kemur, m.a. mun hringrás loft- og hafstrauma breytast, sjávarborð hækka og sveiflur í úrkomumynstri verða dýpri. Vísbendingar um hlýnandi loftslag sjást mjög víða og eru oft sláandi, eins og eftirfarandi dæmi sýna:

- **Hækkun meðalhita.** Hækkun meðalhita er þegar farið að gæta og nýjar mælingar sýna að hafið við Svalbarða hefur hlýnað um 1°C undanfarin 20 ár. Vetrarhiti í Alaska og vesturhluta Kanada hefur stigið um 3-4°C undanfarin 50 ár. Meðalhiti í heiminum hækkaði um 0,6°C síðastliðna öld og 10 hlýjustu ár síðan mælingar hófust hafa öll verið eftir 1990.
- **Bráðnun íss á Norðurpólnum.** Flatarmál íssins á Norðurpólnum var um 7 milljón ferkílómetrar fyrir aldarfjórðungi en síðan þá hefur ísbreiðan minnkað um eina milljón ferkílómetra. Þykkt hafísins hefur einnig minnkað verulega, allt upp í 40% á tilteknum svæðum. Því hefur verið spáð að hafísinn á Norðurheimskautssvæðinu verði allur horfinn í kringum árið 2080.
- **Hegðun jökla á Grænlandi og Íslandi.** Einn stærsti skriðjökull Grænlands, Jakobs-havnjökull, þynnist nú hratt og rennur út í hafið. Árið 1992 skreið hann fram í sjó að meðaltali um 5 km á ári, en árið 2003 hafði hraðinn náð 12 km á ári. Á Íslandi hoga skriðjökla með auknum hraða. Árið 1996 hogaði t.d. Sólheimajökull um 3 m, árið 1997 um 10 m og árið 1998 um 30 m. Árið 2003 styttist þessi jökull um 90 m, og 87 m árið 2004. Því hefur verið spáð að nær allir jökla verði horfnir á Íslandi í lok þessarar aldar.
- **Bráðnun Grænlandsjökuls.** Bráðnunarsvæðið við jaðar Grænlandsjökuls hefur stækkað mikið undanfarinn áratug og nær æ lengra og hærra inn í jökulinn. Þegar leysingarvatnið sígur niður um jökulsprungur getur það stuðlað að enn meiri bráðnun og hraðara framskriði jökulsins til sjávar. Þetta ferli eykur streymi ferskvatns í hafið og gæti mögulega haft áhrif á hafstrauma.

<sup>1</sup> Alþjóðaveðurfræðistofnunin (WMO) og Umhverfisstofnun Sameinuðu þjóðanna (UNEP) stofnuðu IPCC árið 1988. IPCC vinnur ekki að eigin rannsóknum en hefur það hlutverk að gefa yfirlit yfir það sem best er vitað hverju sinni og draga ályktanir á grundvelli vísindalegra rannsókna.

Í kjölfar þess að jöklar bráðna hækkar yfirborð sjávar. Árið 2001 var því spáð að árið 2100 verði yfirborð heimshafanna frá 0,2 m til 1 m hærra um alla jörðu en nú er. Aðeins lítil hluti af hækun sjávarborðs stafar samt af bráðnun íss, en stór hluti er útbensla sjávar vegna þess að eðlisþyngd sjávar minnkar þegar hann hitnar.



*Hop: Eftir því sem loftþiti hækkar eykst hraði bráðnunar jökla*

Niðurstöður rannsókna sýna að náttúrulegar sveiflur í veðurfari hafa orðið í aldanna rás. En það sem vekur ugg vísindamanna nú er með hvaða hraða loftslagsbreytingar okkar tíma eiga sér stað. Bestu upplýsingar um sveiflur í loftslagssögunni koma frá ískjörnum frá Grænlandi, en ískjarnar sýna að loftslagið hefur breyst mjög snögg undanfarið frá einu ástandi til annars. Það má líkja sveiflum í loftslaginu við lítinn árabát. Hægt er að vagga bátnum dálítið frá hlið til hliðar, en hann réttir sig alltaf af og nær jafnvægi. En ef bátnum er vaggð aðeins of skarpt, þá getur hann farið á hvolf, og náð nýju jafnvægi - á hvolfi. Er loftslagið eins og báturinn, með tvenns konar jafnvægi? Erum við nú að nálgast þann tímamunkt þar sem bátnum hvolfir?

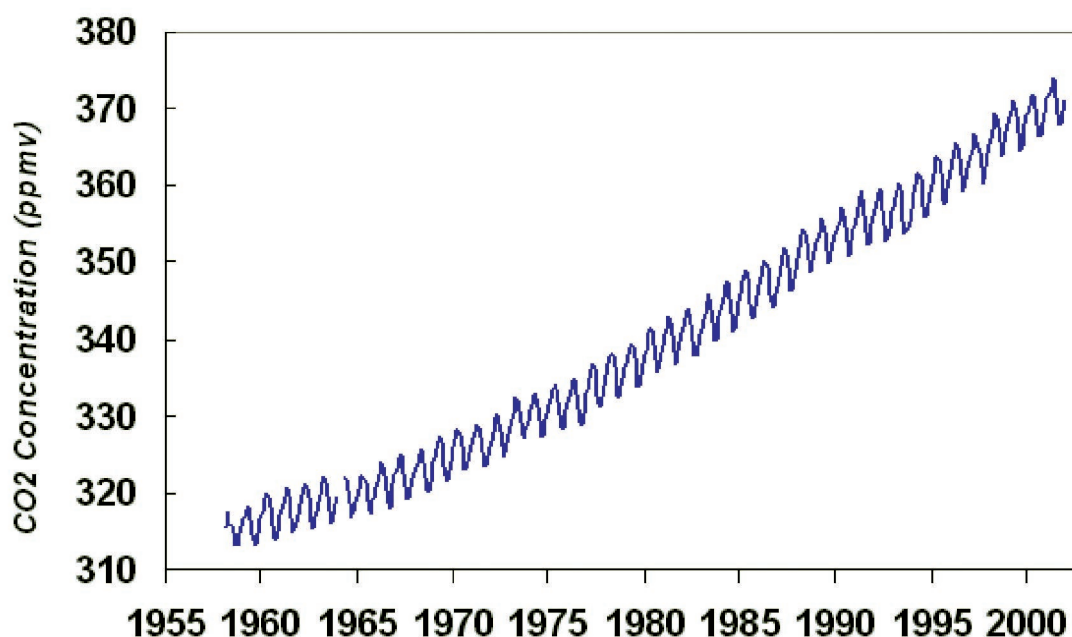
Þótt ekki sé farið náið út í kenningar um orsakir og afleiðingar loftslagsbreytinganna verður hér gerð stuttlega grein fyrir tveimur þáttum sem ber hátt í umræðum vísindamanna um þessi efni, gróðurhúsalofttegundir og breytingar á hafstraumum.



## Aukning gróðurhúsalofttegunda

Loflagsbreytingar hafa verið tengdar við aukningu gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu, meðal annars af völdum brennslu jarðefnaeldsneyta, og flestar rannsóknir hin síðari ár benda til orsakasamhengis þar á milli. Með öðrum orðum, þá eru breytingarnar taldar stafa að mestu leyti af mannavöldum.

Fyrir iðnbyltingu, eða í lok átjándu aldar, var magn koltvíoxíðs í andrúmsloftinu um 280 einingar, en er nú um 378 einingar (einingarnar eru mældar í hluta úr milljón; ppm). Ef þessu heldur áfram mun koltvíoxíð komast upp í um 500 einingar um miðja 21. öldina, eða m.ö.o. tvöfaldast. Síðast var magn koltvíoxíðs þetta hátt á Eosen tíma í jarðsögunni, fyrir um 50 milljón árum, en þá stóð sjór um eitt hundrað metrum hærra en nú.



*Þessi mynd sýnir mælingar á magni koltvíoxíðs í lofthjúpunum á mælingastöð í hlíðum eldfjallsins Mauna Loa á Hawaií frá 1958 til 2002. Þar hafa mælingar þessar staðið lengst. Einingarnar eru magn koltvíoxíðs í part af milljón.*

Um 80% af orkuframleiðslu í heiminum er vegna brennslu jarðefnaeldsneyta og losun koltvíoxíðs af þessum sökum fer vaxandi. Heildarútstreymi í heiminum er um 7 milljarða tonna af koltvíoxíði, og þar af losa Bandaríkin 20%, eða 1.6 milljarða tonna á ári. Því er spáð að losun í Bandaríkjunum fari upp í 10.5 milljarða tonna á ári árið 2029, og 14 milljarða tonna árið 2054. Því er jafnframt spáð að árið 2025 verði Kína komið framúr Bandaríkjunum og verði þá í fyrsta sæti hvað útstreymi varðar. Á Íslandi hefur losun

koltvíoxíðs aukist jafnt og þétt, frá 2.1 milljón tonnum á ári 1990, í 2.4 milljón 1995, 2.5 milljón árið 2000 og um 2.66 milljón tonn árið 2002.

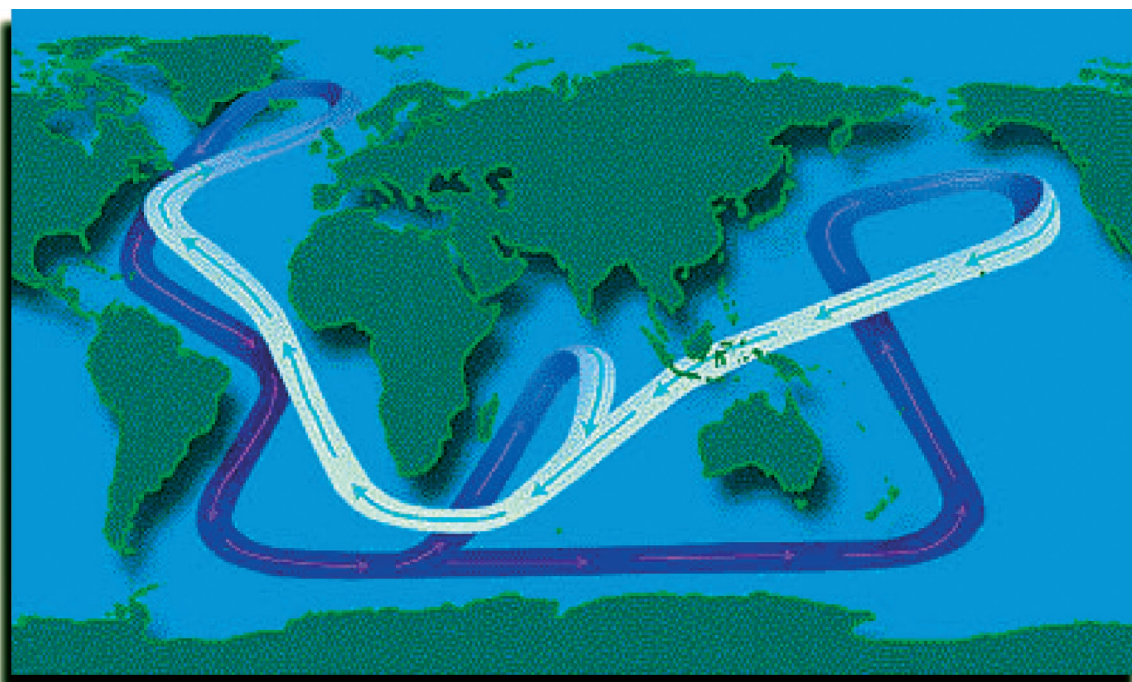
Koltvíoxíð er ekki eina efnið sem talið er valda hlýnun á jörðu. Metan (CH<sub>4</sub>) er enn áhrifa-meiri valdur gróðurhúsaáhrifa, en það hefur meira en tvöfaldast á sama tíma, frá 0.78 til 1.76 eininga. Hlýnunaráhrifin af efnum eins og metani og koltvíoxíði eru talin samsvara orku sem nemur 2.5 vöttum á hvern fermeter af yfirborði jarðar, eða u.þ.b. orkunni frá sex jólatrésperum á hvern fermetra af yfirborði allrar jarðarinnar.

Eitt af höfuð óvissuatriðum í hermilíkönum varðandi loftslagsbreytingar eru áhrif agna eða ryks (bein áhrif) og skýja (óbein áhrif) á endurskin sólarorku. Aukin losun á sulfati við eldsneytisbrennslu hefur mikil áhrif á andrúmsloftið, en þetta eru sennilega einir mestu óvissuþættirnir í loftslagslíkönunum. Áhrif agna tengjast hafinu beinlínis, því dimethylsulfide (DMS) kemur úr sjónum. Breytingar á sjávarhita og þörungamagni í sjó geta orsakað breytingu á magni DMS í lofti. Agnir og sulfat eiga uppruna sinn oft að rekja til iðnaðarsvæða jarðar, og er mikil nauðsyn á að fylgjast með og mæla dreifingu slíkrar mengunar til heimskautanna, og áhrifum hennar á ský.

Ekki eru menn á einu máli um orsakir loftslagsbreytinga, hversu mikinn þátt atferli manna á og hvað má telja til eðlilegra breytinga á náttúrunni sjálfri. En áhrif losunar koltvíoxíðs og annarra lofttegunda er mikilvægt viðfangsefni rannsókna á sviði loftslagsfræða. Rétt er að hafa í huga að aðrir þættir eins og breytingar á landnotkun s.s. eyðing skóga eru einnig taldir hafa umtalsverð áhrif á loftslag jarðar.

## Áhrif hafsins

Golfstraumurinn í Atlantshafi minnir okkur Íslendinga á að hafið er mikill varmageymir sem færir hita til okkar úr suðri og hefur ótrúlega mikil áhrif á veðurfar. En norðurhöfin eru sérstaklega mikilvæg um heim allan, af því að þar myndast djúpsjór sem hefur mikil áhrif á hringstraum eða „færiband“ heimshafanna. Hita-seltuhringrásin (thermohaline circulation) er lóðrétt hringrás heimshafanna, sem flytur sjó frá einu hafi til annars. Það má segja að færiband heimshafanna sé knúið áfram af djúpsjávarmyndun í norðanverðu Norður-Atlantshafi, þar sem saltur sjór af suðlægum uppruna kólnar hér nyrðra um leið og hann gefur frá sér varma til andrúmsloftsins. Einnig verður sjórinn fyrir norðan saltari þegar hafís myndast, en þá binst ferskt vatn í ísnum en selta eykst í yfirborðssjó. Yfirborðssjórinn verður eðlisþyngri og sekkur og myndar djúpsjó sem streymir suður allt Atlantshaf með botninum. Í hans stað streymir hlýr yfirborðssjór norður, sem við nefnum Golfstrauminn. Varmaflutningur færibandsins veldur því að loftslag er 60 til 80C hlýrra í norðanverðu Norður-Atlantshafi en ella.



Myndin fyrir ofan sýnir færiband heimshafanna, en „mótor“ færibandsins er myndun djúpsjávar í hafinu norðan Íslands.

Þegar hafið frýs á norðurslóðum myndast hafís sem er nokkurn veginn ósaltur, en jafnframt skilst frá mjög saltur og þungur sjór sem sekkur. Þessi þungi sjór sem myndast á

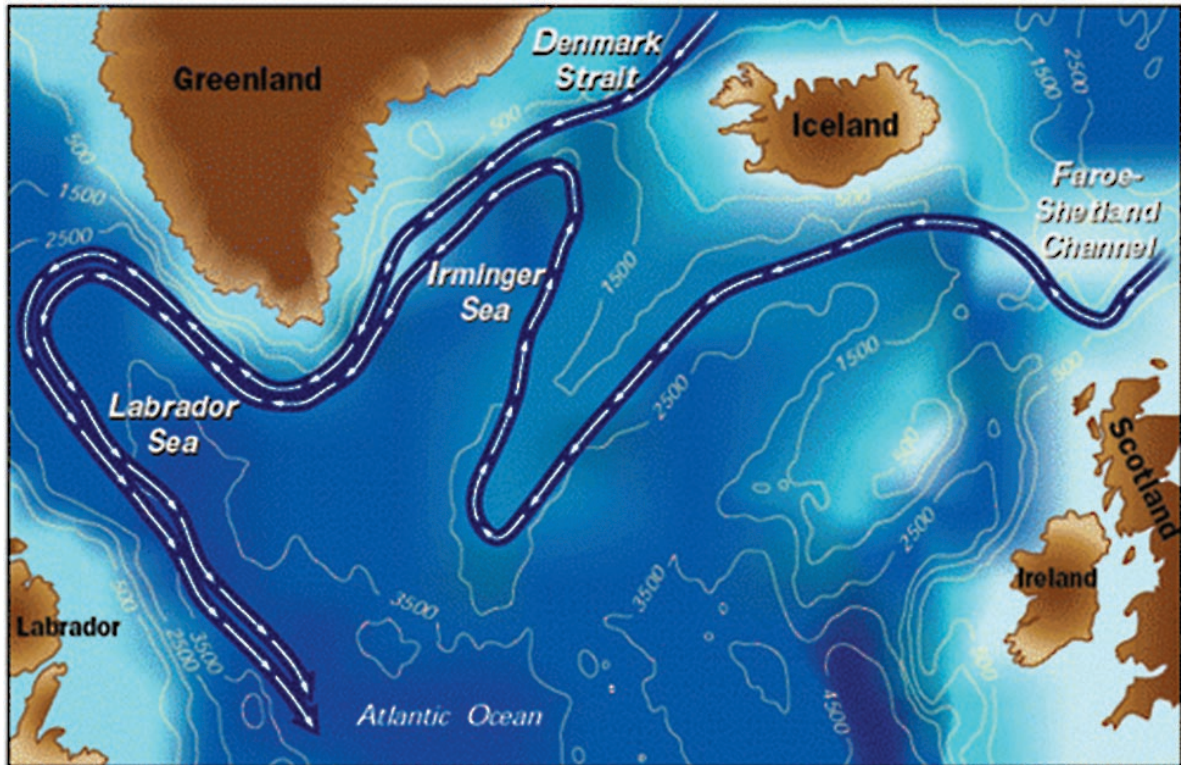
norðurslóðum streymir suður eftir botninum, en í hans stað streymir heitari og léttari sjór norður og þannig verður til færiband hafsins. Hlýnun hafsins hefur áhrif á færibaldið, og einnig hefur streymi ferskvatns inní hafið á norðurslóðum mikil áhrif. Nú eykst bráðnun á Grænlandsjöklum eins og að ofan getur, og ferskvatn streymir til hafsins í enn meiri mæli. Seltumagn norðurhafa hefur farið minnkandi síðustu áratugin, og jafnvel í Norður Atlantshafinu sjálfu. Getur þetta leitt til þess að færibaldið stöðvist?

Dr. Wallace Broecker, sem fyrstur setti fram kenninguna um færiband hafsins, kallar hringstreymið sem myndast þegar þungur sjór sekkur á norðurslóðum „Akillesarhæl loftslags jarðar“. Ef færibaldið stöðvast, þá eru miklar líkur á að það kólni mjög í veðri á landsvæðum eins og Bretlandseyjum, Íslandi og Noregi, sem í dag eru háð hita sem berst norður til okkar með Golfstraumnum.

Hvernig bregst færibaldið við breytingum á loftslagi? Flestar niðurstöður líkanareikninga benda til að hlýnandi loftslag muni draga úr styrk færibandsins og hringrás Norður-Atlantshafsins, sem gæti leitt til minni hlýnunar á hafsvæðum í grennd við Ísland - jafnvel kólnunar til að byrja með. Sum hermílíkön sýna aðrar niðurstöður og það er töluverð óvissa um þetta mikilvæga atriði, vegna óvissu um samspil hafstrauma og lofthjúpsins. Hins vegar sýna rannsóknir á ískjörnum frá Grænlandi að miklar og snöggar veðurfarssveiflur hafa átt sér stað á síðasta jökulskeiði. Þessar sveiflur sýna röskun á færibandinu, þannig að á köldum skeiðum hafi færibaldið veikst eða jafnvel stöðvast, og orsakað mikið kuldakast, t.d. fyrir um átta þúsund árum. Slík röskun á færibandinu í framtíðinni gæti samkvæmt kenningum vísindamanna valdið miklum loftslagsbreytingum í grennd við Ísland.

Hita-seltuhringrás heimshafanna er mjög viðkvæm fyrir breytingum sem verða vegna sívaxandi gróðurhúsaáhrifa í lofthjúpi jarðar og hlýnunar andrúmsloftsins. Þannig getur aukin bráðnun jökla og hafíss lækkað seltu yfirborðssjávar og dregið úr eða stöðvað djúpsjávarmyndun, og þar með minnkað hlýsjávarflæði norður á bóginn og leitt til kaldara veðurfars á svæðinu umhverfis Ísland. Þegar miðað er við sennilega framtíðaraukningu á styrk koltvíoxíðs í lofti benda niðurstöður margra hermílkana til þess að undir lok þessarar aldar muni velta færibandsins hafa minnkað um 20-30%. Vísbendingar eru um það frá beinum mælingum í hafinu að nú þegar hafi dregið nokkuð úr flæði djúpsjávar til suðurs um skarðið milli Færeyja og Skotlands og skarðið milli Íslands og Grænlands (Biastrich et al. 2003; Dickson et al. 2003; Hakkinen og Rhines 2004; Macrader og Kaase 2004). Meiri og ítarlegri mælingar eru þó nauðsynlegar til að staðfesta þetta og til þess þarf að fylgjast vel með djúpsjávarflæðinu úr Norðurhöfum.





Myndin fyrir ofan sýnir hafstrauma úr norðurhöfum sem streyma suður í Norður-Atlantshaf.

Veðurfarsbreytingum kunna að fylgja breytingar á hafstraumum í Norður-Atlantshafi. Þó að meðalhitinn hækki á jörðinni sem heild kunna sum svæði að kólna og breytingar veðurfarsins gætu komið okkur að óvörum með ýmsum hætti. Straumur djúpsjár um Grænlandssund (milli Íslands og Grænlands) er mikilvægur þáttur í flæði djúpsjár úr Norðurhöfum og suður í Norður-Atlantshaf. Nýjustu mælingar sýna að flæðið hefur minnkað á síðustu áratugum (Macrander og Kase 2004). Þessar niðurstöður eru vísbending um að færíbandið sé byrjað að hægja á sér.

## Fjölþjóðaverkefni um norðurslóðir

Íslendingar láta sig málefni loftslagsbreytinga varða og hafa tekið þátt í ýmsum fjölþjóðaverkefnum á sviði loftslagsbreytinga, sérstaklega er varða norðurslóðir. Undir formennsku Íslands í Norðurskautsráðinu 2002-2004 var unnin skýrsla er varðar mannlíf á norðurslóðum í tengslum við loftslagsbreytingar „*Arctic Human Development Report*“ með framlagi frá um 90 vísindamönnum frá öllum aðildarlöndum Norðurskautsráðsins. Þar kom fram að samfélög manna á nyrstu byggðum slóðum eiga undir högg að sækja sem aldrei fyrr sökum umhverfisáhrifa loftslagsbreytinga og efnahags- og félagslegs þrýstings vegna alþjóðavæðingar.

Í mars árið 2005 kom svo út ágríp mikilvægrar skýrslu sem gefin var út af Norðurskautsráðinu og Alþjóðlegu Norðurslóða vísindanefndinni (IASC), „*Arctic Climate Impact Assessment*“ (ACIA-skýrslan), en sú skýrsla snertir málefni Íslands á sviði loftslagsbreytinga og afleiðinga þeirra mikið<sup>2</sup>. Í ágrípi skýrslunnar er greint frá niðurstöðum hundraða vísindamanna yfir fjögurra ára tímabil og í henni er einnig vísað til sérþekkingar frumbyggja á norðurskautssvæðinu. Íslenskir vísindamenn frá Hafrannsóknastofnun, Háskóla Íslands, Umhverfisstofnun og Náttúrufræðistofnun tóku fullan þátt í samantekt skýrslunnar.

*Arctic Monitoring and Assessment Programme* (AMAP)<sup>3</sup> er á vegum Norðurskautsráðsins og veitir aðildarlöndum ráðgjöf í tengslum við mengun og skyld málefni. Geta má þess að framkvæmdaskrifstofur tveggja starfshópa innan AMAP eru á Íslandi (Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) og Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF)). Í nóvember 2005 var haldin ráðstefna - *International Conference on Arctic Research Planning* (ICARP II) - með það að markmiði að undirbúa rannsóknaráætlanir og leiða samvinnu næstu 10-15 árin. Og framundan er *Heimsskautaárið 2007-2008* (International Polar Year)<sup>4</sup>, en þá verða m.a. sett á fót alþjóðleg samvinnuverkefni margra þjóða um heimsskautarannsóknir. Undirbúningur að þátttöku Íslands er hafinn en utanríkisráðuneytið stýrir starfshópi viðkomandi ráðuneyta og stofnana, sem helgar sig því verkefni. Í viðauka eru tillögur um verkefni sem Íslendingar hafa sent inn til IPY (International Polar Year).

<sup>2</sup> Ágríp af skýrslunni var fyrst kynnt á málstofu í Svartsengi í nóvember 2004 en vísindaskýrslan kemur út í heild sinni í þessum mánuði (nóvember 2005).

<sup>3</sup> <http://www.amap.no/>

<sup>4</sup> <http://www.ipy.org/>

## Helstu niðurstöður ACIA-skýrslunnar:

1. Miklar loftslagsbreytingar eru nú hafnar og hlýnunin mun aukast.
2. Áhrifa hlýnunarinnar mun gæta verulega, ekki bara í norðri heldur um heim allan.
3. Miklar breytingar verða á gróðri sem hefur víðtækar afleiðingar.
4. Fjölbreytni dýrategunda og heimkynni þeirra mun breytast.
5. Mörgum búsvæðum við strendur verður ógnað sökum óveðra.
6. Minnkun hafíss mun auka sjóflutninga og aðgang að auðlindum.
7. Þiðnandi jörð mun trufla samgöngur og hafa áhrif á önnur mannvirki.
8. Frumbyggjar gjalda nú þegar vegna efnahags- og menningalegra áhrifa.
9. Aukin útfjólublá geislun muni hafa áhrif á fólk, plöntutegundir og dýralíf.
10. Samverkandi áhrif munu hafa í för með sér afdrifaríkar afleiðingar fyrir fólk og vistkerfi.

## Loftslagsrannsóknir á Íslandi

Íslenskir vísindamenn hafa lagt ýmislegt af mörkum til rannsókna sem tengjast loftslagsbreytingum auk þess hafa stjórnvöld landsins beitt sér með ýmsum hætti. Hér er fjallað um atriði er varða Ísland sérstaklega:

Í október árið 2000 kom út í skýrsla vísindanefndar á vegum umhverfisráðuneytisins um „*Veðurfarsbreytingar og afleiðingar þeirra*“. Í þeirri skýrslu er greint frá niðurstöðum úr skýrslu IPCC en jafnframt er fjallað um veður hér á landi og hugsanlega þróun þess á næstu áratugum, hugsanlegum áhrifum veðurfarsbreytinga á lífríki sjávar og nytjastofna, áhrif á gróður og landbúnað og áhrif á þjóðfélagslega þætti og hönnun mannvirkja.

Í febrúar 2005 var haldin ráðstefna í Reykjavík undir forystu utanríkisráðuneytisins „*Ísland og Norðurslóðir - Tækifæri í breytilegu umhverfi alþjóðasamstarfs og náttúrufars*“, þar sem var m.a. fjallað um áhrif loftslagsbreytinga á vatnsforða, fiskistofna, orkubúskap og lífríki, auk þess sem kastljósinu var beint að sóknarfærum á sviði rannsókna, ferðaþjónustu og samgangna. Starfshópur á vegum ráðuneytisins hefur einnig tekið saman skýrslu um *siglingar á norðurslóðum*, en þar kom m.a. fram að fyrirsjáanlegar stórauknar siglingar meðfram Íslandsströndum kunni að hafa afdrifarík áhrif bæði fyrir náttúrufar og atvinnulíf á norðurslóðum.

Vísindanefnd og tækninefnd í samráði við umhverfisráðuneyti eru um þessar mundir að taka saman skýrslu um framkvæmd hér á landi á *Kyoto-bókun* við Rammasamning Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar, og um færni, þekkingu og rannsóknir sem unnið er að svo og þeim möguleikum sem í því felast fyrir íslenskt þekkingarsamfélag og atvinnulíf.

Landvernd, landgræðslu- og umhverfisverndarsamtök Íslands, hefur nýlega kynnt *loftslagsverkefni* samtakanna en það er afrakstur tveggja ára starfs þar sem m.a. er bent á leiðir til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi.

Auk ofangreinds má benda á að mikill hluti rannsókna á náttúrufari og umhverfi Íslands sem unnar hafa verið á 20. öldinni hafa beinst að, eðli og áhrifum veðurfars- og umhverfisbreytinga. Íslenskir vísindamenn hafa þegar unnið mikið starf í þessu



sambandi og sem dæmi má nefna að langtímarannsóknir og vöktun Íslendinga á ástandi sjávar (seltu, straumum og hitafari) og framleiðni í N-Atlantshafi gegna lykilhlutverki. Sama má segja um mælingar á jöklum, gróðurkortagerð og útbreiðslu plantna, rannsóknir á fornveðurfari og áhrif veðurfarsbreytinga á hegðun jökla og gróðurfar á jökulskeiðum og hlýskeiðum og frá lokum ísaldar svo og sögulegum heimildum um afkomu þjóðarinnar frá landnámi.

Þá má geta þess að einn megingrunnur hugmynda manna um veðurfarsbreytingar og hugsanlegar náttúrfarslegar orsakir þeirra kemur úr borkjörnum úr Grænlandsjökli þar sem Íslendingar hafa verið virkir þátttakendur og hönnuður borsins er Íslendingurinn Sigfús Johnsen.

## Efling rannsókna á Íslandi

Landfræðileg lega Íslands og vægi auðlindanýtingar í efnahagskerfinu gera það að verkum að Íslendingar eiga mikilla hagsmuna að gæta varðandi loftslagsbreytingar. Þeim kunna að fylgja breytingar á hafstraumum í Norður-Atlantshafi og þær gætu einnig haft veruleg áhrif á sjávaraflla. Það er því afar mikilvægt, eins og Vísinda- og tækniráð ályktaði á vorkundi 2005, að efla þekkingu á loftslagsbreytingum hér á landi.

Ljóst er að áttak í rannsóknum á loftslagsbreytingum gerist aðeins með auknu alþjóðlegu samstarfi enda er viðfangsefnið alþjóðlegt í eðli sínu. Í ályktun Vísinda- og tækniráðs kom fram að efla þurfi þátttöku Íslands í rannsóknasamstarfi á norðurslóðum og meðal aðildarríkja Norðurskautsráðsins er áhugi á auknu vísindasamstarfi sem verið er að fylgja eftir á vettvangi Norrænu Ráðherranefndarinnar, Alþjóðlegu norðurslóða vísindanefndarinnar (IASC) og á vettvangi Norðurskautsráðsins sjálfs. Ef auka á vægi í rannsóknum á sviði loftslagsbreytinga verður að huga vandlega að því hvernig nýta megi krafta sem best og með hvaða hætti lítið land eins og Ísland geti lagt sem mest af mörkum.

Nokkrar stofnanir á Íslandi, rannsóknastofnanir og háskólar, hafa komið að rannsóknum á loftslagsbreytingum, en aðaláherslur þeirra eru þó aðrar og engin ein stofnun á Íslandi hefur þetta afmarkaða sérsvið. Fram að þessu hafa stofnanirnar átt fullt í fangi með að sinna lögbundnum verkefnum og afgreiðslu reglubundinna mála. Rannsóknir á loftslagsbreytingum sem byggja á samhæfðum langtíma rannsóknáætlunum eru ekki settar í forgang og vilja því verða útundan þótt vissulega sé þekking á þessum málum fyrir hendi innan veggja margra stofnana.

Eins og sakir standa er þekkingin dreifð meðal fjölmargra stofnana hér á landi og það vantar vettvang fyrir samhæfingu þar sem unnið yrði eftir langtíma rannsóknaráætlunum. Rannsóknir á Íslandi þurfa að tengjast alþjóðlegu vísindastarfi á sviði loftslagsbreytinga með markvissum hætti, ekki síst til að hafa áhrif á rannsóknastefnu og verkefnaval. Jafnframt þarf að freista þess að beina sem mestu erlendu rannsóknafjármagni til Íslands og laða að erlenda sérfræðinga, ekki síst til þess að efla íslenskt þekkingarsamfélag.

Það er mikilvægt að finna rannsóknum á loftslagsbreytingum rétta umgjörð héraendis. Ein leiðin gæti verið að nota einhverja núverandi stofnun til að sinna þessu hlutverki.

Því fylgja bæði kostir og gallar. Önnur leið gæti verið að koma á fót algerlega nýrri stofnun, eins konar regnhlífarstofnun, sem hefði alþjóðlegt yfirbragð og væri frábrugðin hefðbundnum ríkisstofnunum hvað varðar starfsgrundvöll og fjármögnun. Nýlegar hugmyndir vísindamanna um að líta á jarðríkið sem eitt kerfi og þróun nýrra vísindagreina á sviði *jarðkerfisfræða* kallar á nýjar áherslur og opnar nýja möguleika í rannsóknum.

## Jarðkerfisfræði

Jarðríkið er flókið og samtvinnað kerfi, þar sem hinir ýmsu þættir jarðar, hafsins, andrúmsloftsins og lífríkisins hafa áhrif hver á annan. Þannig hafa hafstraumar bein áhrif á lífríkið og einnig á loftslag. Einnig valda skorpuhreyfingar landsflekanna eldvirkni, og síðan valda ryk og agnir frá eldgosum loftslagsbreytingum (Haraldur Sigurðsson 1990).

Hefðbundnar vísindagreinar í háskólum og rannsóknastofnunum, eins og jarðfræði, haffræði, loftslagsfræði og líffræði, hafa þróast að nokkru leyti einangraðar hver frá annarri og þar af leiðandi hefur heildarmynd jarðríkisins ekki komið fram. Í lok tuttugustu aldarinnar var vísindamönnum víða um heim orðið ljóst að líta verður á jarðríkið sem eitt *kerfi*, og af þeim sökum hefur þróast ný vísindagrein sem nefna má *Jarðkerfisfræði* (e. Earth System Sciences). Með jarðkerfisfræði eru tengslin milli hinna ýmsu vísindagreina könnuð og þessi nálgun hefur valdið byltingu á skilningi okkar á tengslum milli hinna ýmsu þátta jarðríkisins. Þannig fæst sú breiða yfirsýn sem nauðsynleg er til að átta sig á jarðkerfinu í heild og gera sér grein fyrir heildarsamhenginu.

Jarðkerfisfræði er þverfagleg, og kannar tengingar og samspil milli höfuðþátta í jarðríkinu, eins og samspilinu milli hafstrauma og loftslags. Eitt höfuð keppikefli þeirra sem fást við jarðkerfisfræðina er að kanna breytingar: þær breytingar á jarðríkinu sem nú eru að gerast, munu gerast í framtíðinni og þær breytingar sem hafa áður gerst, eins og fram kemur í jarðsögunni.

Vegna hinnar hefðbundnu skiptingar vísindagreina hjá æðri menntastofnunum og vegna þess að tengslin milli þeirra hafa ekki verið fyrir hendi, hafa vísindamenn ekki haft nægilega yfirsýn yfir þær breytingar á loftslagi sem voru að eiga sér stað. Það má segja

að hafræðin hafi gengið einna lengst í því að reyna að brúa bilið milli þessara vísindagreina og kanna kerfið, enda hafa mestar framfarir orðið á þessu sviði við hafrannsóknastofnanir erlendis nú á liðnum áratug.

Í Bandaríkjunum og víðar er nú verið að stofna háskóladeildir sem helgaðar eru jarðkerfisfræði, til dæmis við University of California-Irvine, Penn State, en einnig í Japan: Hiroshima University, Kyushu University, og í Hollandi: ITC.

Á Íslandi hefur rannsóknum í jarðkerfisfræði ekki verið sinnt á skipulegan hátt en íslenskir áhrifamenn, sem stýra vísindarannsóknum hér á landi, hafa verið þess meðvit- aðir að jarðkerfisfræði þurfi að efla á Íslandi. Hér fylgir til dæmis lýsing á stöðu Íslands í tengslum við undirbúning 7. rannsóknaráætlunar Evrópusambandsins (Position of Iceland on the Preparation for the 7<sup>th</sup> Framework Programme in EEA):

*„Iceland is of the opinion that a strong systems approach is needed in dealing with the (Arctic Climate Impact Assessment) issues here and therefore suggests that consideration might be given to renaming this theme in view of its broader context of **Understanding and adapting to Earth Systems**. Building upon existing observation networks and a strong earth science tradition and experience with the impacts of natural variability, Iceland could provide elements into Networks of Excellence in this area. Iceland particularly emphasises the importance of marine and climate research in the context of the framework programme and supports the proposal of Ireland, Norway and Portugal for a European Marine Area theme referred to as the Galway Declaration.“*

Galway yfirlýsingin, sem vísað er til hér að ofan, var gefin út í maí 2004 þegar fulltrúar Evrópulandanna (EU+25) komu saman á Írlandi. Með henni er bent á mikilvægi hafs og loftslags fyrir velferð lífs á jörðu, og nauðsyn þess að styrkja vísindastarfsemi á þessu sviði.

## Ný alþjóðleg rannsóknarstofnun

Ýmis rök benda til að heppilegt væri að stofna hér á landi nýja sjálfstæða rannsóknastofnun um loftslagsverkefni undir merkjum jarðkerfisfræðinnar. Þessi þverfaglega fræðigreinin er vel til þess fallin að sameina krafta íslenskra vísindamanna og þekkingu sem þeir hafa aflað í fyrri verkefnum sínum í loftslagsmálum. Með slíkri stofnun væru loftslagsrannsóknir færðar í brennipunkt á einum stað. Þær yrðu megin-verkefni sömu stofnunar, en ekki aukaverkefni eins og í nokkrum núverandi rannsókn- og háskólastofnunum. Um leið gæti ný stofnun stutt við starf að þessum efnum í þeim stofnunum sem fyrir eru.

Meginmarkmið flestra íslenskra rannsóknarstofnana er að þjóna íslenskum hagsmunadílum (í flestum tilfellum tilteknum atvinnugreinum), sumar hafa ráðgjafahlutverk gagnvart stjórnvöldum og aðrar fást við rannsóknir á afmörkuðum þáttum jarðkerfisfræðinnar. Ný alþjóðleg rannsóknastofnun sem helguð yrði jarðkerfisfræði gæti orðið tengiliður og mikill hvati til að efla samvinnu og sameina framlag þessara aðila. Það má til dæmis nefna Hafrannsóknastofnun, en Sjó- og vistfræðisvið stofnunarinnar hefur um árabil gert reglubundnar mælingar á hafinu umhverfis Ísland sem verða auknar til norðurs og vesturs (Íslandshaf og Grænlandssund) á næsta ári.<sup>5</sup> Einnig má nefna Sjávarútvegsstofnun Háskóla Íslands, þar sem rannsóknir á efnafræði hafsins eru kannaðar. Aðrir mikilvægir aðilar á þessu sviði eru m.a. Veðurstofa Íslands, Auðlindadeild Háskólans á Akureyri – Sjávarútvegs- og fiskeldisbraut; Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, þar sem rannsóknir í kvarterjarðfræði og jöklafræði eiga sér langa sögu; Orkustofnun; Íslenskar orkurannsóknir (jöklaóktun, vatnamælingar); Umhverfisstofnun; Landbúnaðarháskólinn; Náttúrufræðistofnun; Stofnun Vilhjálms Stefánssonar; og Stofnun Sæmundar fróða um sjálfbæra þróun við Háskóla Íslands.

Mikilvægt er í litlu samfélagi að ná bæði góðu samstarfi og skýrri verkaskiptingu. Hugsanlega gæti hin nýja stofnun í jarðkerfisfræði starfað með þeim hætti að stofnunin keypti vinnu frá samstarfsstofnunum, a.m.k. fyrstu árin. Heildarrannsóknir á þessum málum yrðu auknar, stofnanirnar ættu áfram aðild að þeim, fjármagn til rannsókna kæmu þá í gegnum ESSI. Stofnunin yrði þannig hrein viðbót við núverandi rannsóknarstarf á Íslandi og myndi styrkja það á ýmsa vegu. Stofnunin hefði sem meginmarkmið að þjóna bæði íslenskum heildarhagsmunum og alþjóðlegum rannsóknarmarkmiðum til lengri tíma.

<sup>5</sup> Tvö skip Hafrannsóknarstofnunar eru gerð út ca. 180 daga á ári sem stendur og er því svigrúm til að nýta þau betur til rannsókna.

Ætla má að greiðara yrði fyrir innlenda sem erlenda vísindamenn úr hinum ýmsu faggreinum að tengjast skipulagsheild sem hefur skýrt afmarkaðan tilgang og jafnframt má ætla að slík heild eigi auðveldara með að laða til sín erlent rannsóknafjármagn. Vísindastarfsmenn ESSI munu geta sótt um styrki til íslenskra samkeppnissjóða í einstök rannsóknaverkefni og um erlenda vísindastyrki í samráði og samvinnu við starfsfélaga sína, t.d. í Bandaríkjunum og Evrópu. Þó ber að hafa í huga að áherslur ESSI tengjast spurningunni um fjármögnun. Fjármögnun frá Brussel þarf t.d. að mæta markmiðum ESB en NSF (National Science Foundation) miðar við markmið Bandaríkjamanna.

ESSI þarf að lúta styrkri forystu og hér þarf virtur einstaklingur með vísindamenntun að koma til. Vönduð rannsóknaráætlunarvinna fyrir stofnunina þarf að fara fram og markmið og stefna þurfa að vera skýr. Mælt er með að forstöðumaður hafi sér til aðstoðar 5-7 manna ráðgjafahóp sem í væru erlendir og íslenskir vísindamenn, auk einstaklinga utan vísindageirans.

Stofnunin þarf að hafa á að skipa ákveðnum lámarksfjölda starfsmanna með vísindamenntun til að vera starfhæf og geta vaxið og eflst. Álitid er að *átta sérmenntaðir vísindamenn* sé hæfilegur fjöldi í upphafi til að ná því markmiði, auk aðstoðarfólks svo sem nemenda frá innlendum og erlendum háskólum með möguleikum til masters- og doktorsverkefna, og einum rekstraraðila/bókhaldara/ritara.

Gert er ráð fyrir að stofnunin verði staðsett við Grænlandssund í nálægð við rannsóknaveitvang á Norðurslóðum, og hafi skýrar alþjóðlegar tengingar. Talið er að æskileg stærð húsnæðis til að byrja með væri um 1000 fm. Nýstofnað Háskólasetur Vestfjarða á Ísafirði hefur fengið aðstöðu í svokölluðu Vestrahúsi við Suðurgötu neðarlega á Eyrinni þar sem Þróunarsetur Vestfjarða og fleiri stofnanir hafa verið til húsa. Jafnframt mun Fræðslumiðstöð Vestfjarða fá aðstöðu í húsinu. Æskilegt væri að rannsóknarstofnunin fengi aðstöðu í Vestrahúsinu til að byrja með. Þar væri því kominn góður grunnur að væntanlegum háskóla og þekkingarþorpi sem nýtt skipulag gerir ráð fyrir að rísi neðar á Eyrinni.

Þá er gert ráð fyrir að stofnunin geti aukið umsvif sín í framtíðinni eftir því sem efni og aðstæður leyfa, og nýtt þannig sóknarfæri á ört vaxandi rannsóknarsviði. Þetta á við bæði um þróun í jarðkerfisfræðum, stærð húsnæðis og fjölda stöðugilda, en gæta þarf þess að takmarka ekki svigrúm til framtíðarvaxtar í lifandi rannsóknarumhverfi.

Jarðkerfisfræði eru þverfagleg nálgun við vísindin eins og áður sagði en sérhæfð miðstöð á þessu sviði myndi skapa nýtt sjónarhorn, greiða fyrir alþjóðlegu samstarfi á rannsóknarsviðum jarðkerfisfræða og undirstrika áherslu Íslendinga á málefnið. Hér er því tækifæri til að koma á fót nýrri stofnun sem yrði einstök á Íslandi með megináherslu á samspil loftslagsbreytinga og hafstrauma, alþjóðlegri rannsóknastofnun sem einbeittir sér að *Jarðkerfisfræði Norðursins*.

## Áherslur nýrrar stofnunar

Lagt er til að stofnun í jarðkerfisfræði á Ísafirði helgi sig rannsóknum í norðri, eða nyrsta hluta Norður-Atlantshafssvæðisins og nærliggjandi heimskautssvæðum. Í stórum dráttum yrði starfssvið stofnunarinnar *rannsóknir á loftslagsbreytingum, orsökum og áhrifum þeirra*. Rannsóknaverkefni stofnunarinnar verður óhjákvæmilega fjölbætt, sem er einkenni jarðkerfisfræða, en hér fylgja nokkur dæmi um helstu viðfangsefni á því sviði rannsókna sem hægt væri að einbeita sér að:

- **Myndun djúpsjávar í norðurhöfum.** Mikilvægur þáttur í myndun djúpsjávar í norðurhöfum er bráðnun Grænlandsjökuls, sem hefur áhrif á hita og seltumagn. Innan stofnunarinnar ætti að vera hópur sem beitir fjarkönnunartækni (e. remote sensing) til að mæla og kanna jöklabreytingar og bráðnun á Grænlandi, og er þetta verkefni fyrir jöklafræðinga og haffræðinga.
- **Flæði ferskvatns frá ám.** Einnig er mikilvægt verkefni að kanna flæði ferskvatns inn í norðanvert Norður-Atlantshafið. Starfshópurinn myndi kanna hver væru áhrif ferskvatns, bráðunar jökla og breytingar á sífrera á myndun djúpsjávar.
- **Myndun hafíss.** Annað skylt verkefni er myndun hafíss og áhrif hans á sjávarseltu og orkubúskap í norðurhöfum.

Í tengslum við loftslagsrannsóknir þyrfti að gera viðeigandi mælingar og hefja langtíma gagnasöfnun sem gæti með tímanum gefið til kynna hverskonar breytingar eru á ferðinni bæði á loftslagi og sjávarareinkennum. Veðurstofa Íslands stendur nú þegar að hefðbundnum veðurmælingum, og getur fylgst með breytingum á loftslagi. Veðurstofan gerir hins vegar lítið af mælingum sem gefa upplýsingar um orsakir loftslagsbreytinga. Slíkar mælingar ætti að hugleiða í tengslum við þessa nýju stofnun. Mest óvissa í orsakabáttum loftslagsbreytinga er tengd skýja- og mengunarþáttum, sem ákvarða

stig endurvarps sólargeisla í andrúmsloftinu (extinction og absorption). Mælingastöð sem tileinkaðist að einhverju leiti þessum þáttum gæti verið mjög gagnleg í heimsmyndinni.

Í samvinnu við Veðurstofu Íslands gætu samtíma veðurmælingar farið fram, og í samvinnu við efnafræðinga í Háskóla Íslands mætti safna mengunarögnum til efnagreiningar (e. composition). Þessi gögn myndu gefa allgóða mynd af því hvernig orsakir loftslagsbreytinga haga sér á Norðurslóðum, og myndu falla vel að alþjóðlegri starfsemi á þessum sviðum. Sjávarþættir tengdir þessum mælingum yrðu mældir frá baujum á hafi úti, ef hægt er að leggja þær til langs tíma undan ströndinni, og þá í samvinnu við Hafrannsóknastofnun sem eins og áður sagði áformar auknar rannsóknir á þessu sviði á næstu árum.

Hér á eftir fylgja hugmyndir um hugsanleg starfssvið ESSI:

**Jöklafræði:** jöklabreytingar á norðurslóðum, tengsl við loftslagsbreytingar og áhrif jöklabreytinga á hafstrauma og djúpsjávarmyndun.

**Vatnafræði:** flæði straumvatna inn í norðurhöf og tengsl ferskvatns frá jökulbráð og straumvötnum við djúpsjávarmyndun og hafís.

**Loftslagsfræði:** Einkenni loftslags á norðurslóðum og mælingar á ýmsum þáttum veðurholfs á svæðinu, eins og ryki og ögnum (condensation nuclei).

**Fornveðurfræði:** Saga loftslagsbreytinga á norðurslóðum, sem skráð er í seti á hafsbotni, í jöklum og á landi.

**Haffræði:** eðli hafsins, hafstraumar og tengsl þeirra við loftslag.

**Efnafræði hafsins:** Könnun á uppruna sjávarmassa með efnagreiningum og með því að fylgja ferli snefilefna í hafstraumum. Könnun á framleiðni næringarefna í hafinu.

Ljóst er að hér er einungis um hugmyndir af starfseminni að ræða. Það þarf að halda vali sérhæfðra rannsóknasviða opnu og ákveða nánar hvaða þættir verða hafðir í huga við val á rannsóknasviðum, t.d. með því að setja upp ráðgjafahóp. Þættir sem hafa ætti í huga í þessu sambandi eru m.a. mikilvægi fyrir Ísland, alþjóðlegar áherslur (sem IGBP, WCRP og fleiri hafa þegar skilgreint), og líkur á árangri. Einnig þarf að huga að þeim spurningum sem vaknað hafa nýlega, m.a. í ACIA skýrslunni.



## Hvers vegna hlýnar hraðar við Norðurskaut en á suðlægari breiddargráðum?

Í fyrsta lagi, vegna þess að eftir því sem heimsskautasnjór og ís bráðnar koma dekkri þurrlendi og haffletir í ljós sem draga í sig meira af orku sólarinnar, sem aftur eykur hlýnun við norðurskaut. Í öðru lagi fer hærra hlutfall aukaorku sem myndast við yfirborðið af völdum þéttingar gróðurhúsalofttegunda beint í að hita andrúmsloftið en í hitabeltinu fer hærra hlutfall í uppgufun. Í þriðja lagi er það lag andrúmsloftsins sem þarf að hitna til að valda hlýnun yfirborðslofts mun þynnra við norðurskaut en í hitabeltinu sem leiðir til meiri hlýnunar við norðurskaut. Í fjórða lagi, eftir því sem hlýnun leiðir til bráðunar hafíss losar hafið meira af þeim sólarhita sem það dregur í sig á sumrin aftur út í andrúmsloftið á veturna, sem leiðir til hærri lofthita en annars hefði orðið. Að lokum, þar sem hiti færast til norðurskauts með andrúmsloftinu og hafinu getur breyting á flæði hafstrauma einnig aukið hlýnun við Norðurskaut.<sup>6</sup>

## Alþjóðleg samvinna um jarðkerfisfræði

Vísindarannsóknir eru í eðli sínu alþjóðlegar og þekkja engin landamæri. Til að alþjóðleg rannsóknastofnun geti þrífist á Ísafirði þarf hún að hafa traust sambönd við aðrar rannsóknarstofnanir og vísindamenn jafnt innanlands sem erlendis, og þá helst á Norður-slóðum. Er hér gerð stuttlega grein fyrir hugsanlegum samstarfsaðilum:

**International Geosphere-Biosphere Program (IGBP)** er eitt umfangsmesta samstarfsverkefnið á sviði rannsókna á loftslagsbreytingum, staðsett í Stokkhólmi. Markmið IGBP er að skilgreina rannsóknarþörf á sviði hnatrænna umhverfisbreytinga með áherslu á lífríkið, andrúmsloftið og hafið. Forstöðumaður IGBP er *Kevin J. Noone*, en hann hefur sýnt hugmyndum um stofnun rannsóknastöðvar á sviði jarðkerfisfræða á Ísafirði mikinn áhuga og hvetur til samvinnu. Önnur samskonar samstarfsverkefni á þessu sviði eru t.a.m. **WCRP**, **IHDP** og **Diversitas**, sem ásamt IGBP mynda **Earth System Science Partnership**.<sup>7</sup>

**Ny-Ålesund rannsóknarstöðin, (Ny-Ålesund International Arctic Environmental Research and Monitoring Facility)**<sup>8</sup> á Svalbarða sinnir umhverfisrannsóknum og vöktun. Samvinna við Ny-Ålesund rannsóknarstöðina væri mjög heppileg fyrir rannsóknar-

<sup>6</sup> ACIA-skýrslan - Arctic Climate Impact Assessment

<sup>7</sup> (<http://www.essp.org/>)

<sup>8</sup> <http://www.npolar.no/nyaa-lsf/>

stöðina á Ísafirði, en sú stofnun hefur sérhæft sig í mælingum á ýmsum einkennum loftslagsins á heimskautasvæðunum. Þessar stofnanir gætu skipt með sér verkum, þannig að Ísafjörður helgi sig meir rannsóknum á hafi og landi, en Svalbarði frekar á sviði loftslagsins. Með slíkri samvinnu væri í reynd komin á laggirnar sterk eining milli Svalbarða og Ísafjarðar um rannsóknir á jarðkerfisfræði heimskautssvæðanna: Arctic (Polar) Earth System Science Institute.



Mynd sem sýnir hafstrauma við Ísland. Örvarnar sýna aðal yfirborðs-hafstraumana (Blindheim, 2004; Stefánsson 1999).

Bjerknes Centre for Climate Research (BCCR) í Noregi, er sameiginleg stofnun University of Bergen (UoB), Institute of Marine Research (IMR) og Nansen Environmental and Remote Sensing Center (NERSC). Þetta er stærsta rannsóknastöð Norðmanna á sviði loftslagsbreytinga.<sup>9</sup>

Grænlenka Náttúrurannsóknastöðin (Greenland Institute of Natural Resources - GINR) er staðsett í Nuuk á Vestur-Grænlandi, en hún var stofnuð árið 1995. Þar starfa nú 40 vísinda- og tæknimenn.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> <http://www.bjerknes.uib.no/>

<sup>10</sup> <http://www.dpc.dk/Res&Log/ProjectPlanner/Platforms/Natur.html>

**Thule Institute** er við Oulu University í Oulu í Finnlandi<sup>11</sup> en þar fara fram þverfaglegar vísindarannsóknir sem snerta norðurslóðir.

Í Bandaríkjunum má til dæmis nefna *dr. Igor Belkin*, (**Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island**), sem hefur unnið mikið verk bæði í Bandaríkjunum og Rússlandi í sambandi við rannsóknir á hafinu og loftslagi á norðurslóðum. Hann er mikill hafsjór af upplýsingum um loftslagsbreytingar og hafið í norðri og hefur mikinn áhuga á samvinnu á þessu sviði. Einnig má nefna rannsóknarverkefni *dr. Hafliða H. Jónssonar* í loftslagsfræðum, en hann starfar við **Center for Interdisciplinary Remotely Piloted Aircraft Studies, Naval Postgraduate School, Monterey, Kaliforníu**.

Samstarf við þessa og aðra erlenda aðila þarf að kanna í tengslum við ákvarðanir um áherslur og stefnumörkun ESSI.

## Kostnaður og fjármögnun

Gert er ráð fyrir að ESSI verði fjármögnuð með þeim hætti að rannsóknarstyrkir hafi þar lykilhlutverk. Er hér gerð grein fyrir helstu kostnaðarþáttum við að hefja starfsemina og hvernig árlegur rekstrarkostnaður gæti litið út.

**Undirbúnings- og stofnkostnaður.** Það er ljóst að til að koma á fót alþjóðlegri rannsóknarstofnun sem hér um ræðir þarf að efna til ákveðins undirbúnings- og stofnkostnaðar en í honum fælist kostnaður við útfærslu hugmyndavinnu og skýrslugerð, ferðakostnaður, kaup á skrifstofutækjum og húsgögnum, hugsanlegar lagfæringar á húsnæði og annar tilfallandi kostnaður. Gera má ráð fyrir að þessi kostnaður verði á bilinu kr. 30-40 milljónir og reiknað er með að hann verði greiddur af opinberum aðilum eða sjóðum.

**Rekstrarkostnaður.** Miðað við átta vísindamenn, nemendur og einn rekstraraðila má ætla að árlegur rekstrarkostnaður yrði á bilinu kr. 100-120 milljónir á núverandi gengi (u.þ.b. USD 1.6 -1.9 milljón) allt eftir umfangi rannsóknarvinnu og kostnaði við tæki.

<sup>11</sup> <http://thule.oulu.fi/>

Inni í þessum tölum væru eftirfarandi liðir:

- Launakostnaður
- Leigukostnaður 1000 fm húsnæðis
- Ferðakostnaður
- Tækjakostnaður
- Áskriftir, bókasafn, fjarskipti
- Annar tilfallandi kostnaður

Rekstraráætlun yrði viðfangsefni sérstakrar viðskiptaáætlunar en til hliðsjónar er árlegur rekstrarkostnaður nokkurra íslenskra stofnana sýndur í eftirfarandi töflu (heimild: Fjárlög 2005):

<i>Stofnun</i>	<i>Gjöld samtals</i>	<i>Sértekjur</i>	<i>Gjöld umfram tekjur</i>
Hafrannsóknarstofnun	1.465 m.kr.	459 m.kr.	1.006 m.kr.
Veðurstofa Íslands	718 m.kr.	221 m.kr.	497 m.kr.
Iðntæknistofnun	499 m.kr.	311 m.kr.	188 m.kr.
Tækniþróunarsjóður	340 m.kr.	0	340 m.kr.
Raunvísindastofnun H.Í.	399 m.kr.	169 m.kr.	220 m.kr.
Náttúrufræðistofnun	321 m.kr.	127 m.kr.	194 m.kr.

Stærsti óvissuþátturinn í rekstrarkostnaði ESSI er kostnaður við tæki en fjármögnun þeirra kæmi væntanlega að hluta til í gegnum rannsóknarstyrki og gera má ráð fyrir að heildarvelta ESSI verði hærri sem því nemur. Í viðauka er yfirlit yfir innlenda og erlenda rannsóknarstyrki sem hægt væri að sækja um.

**Fjármögnun verkefna.** Stefnt yrði að því að nýta erlendan stuðning til að vinna að loftslagsrannsóknnum. Slíkur stuðningur hefur ekki alltaf verið nýttur þótt hann hafi staðið til boða og dæmi eru um að menn hafi orðið af slíkum stuðningi vegna þess að menn hafa ekki verið tilbúnir með verkefni. Vinna þarf markvisst að því að beina slíku rannsóknarfjármagni til ESSI. Langur undirbúningur er að langtímaverkefnum sem unnin eru í samstarfi stofnana og landa. Því gerist það ekki snögglega að alþjóðlegt rannsóknafé komi inn í rekstur ESSI. Það gæti gerst að 2-3 árum liðnum. Stofnunin sjálf þarf að einhverju leyti að sanna getu sína áður en aðrir aðilar vildu vinna með henni að

mikilvægum verkefnum. Þó er von til þess að hægt væri að gerast aðili að einhverjum verkefnum sem eru í gangi, kannski sem undirverktaki, til skemmri tíma.

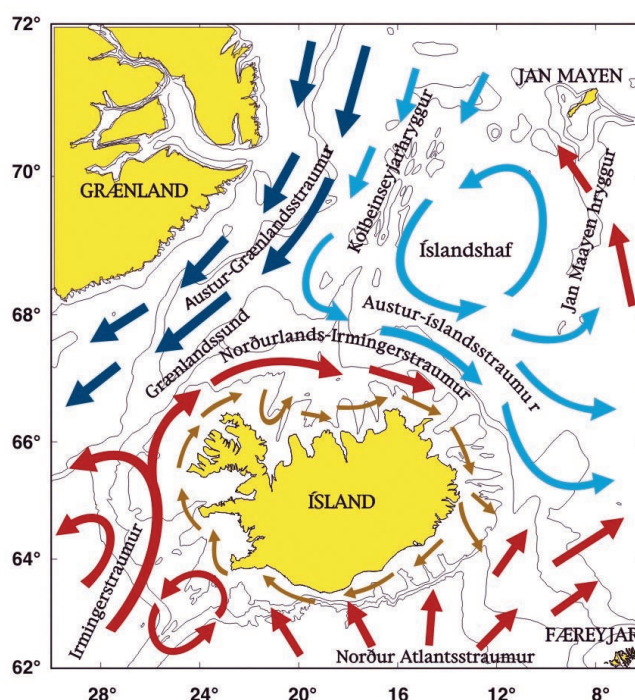
Af þessu má vera ljóst að fjármagna þarf fastan kostnað rannsóknarstarfs ESSI með ríkisframlögum fyrst um sinn. Samhlíða þessu yrði leitast við að tryggja verkefnatengdar tekjur og fá styrki úr alþjóðlegum sjóðum til rannsókna eftir því sem kostur er.

## Staðsetning á Ísafirði

Með nútíma fjarskiptum og góðum samgöngum skiptir staðsetning minna máli en áður. Það er þó að mörgu leyti heppilegt að ESSI verði á Ísafirði með tilliti til landfræðilegrar legu en auk þess hefur bærinn innviði og allar forsendur til að slík stofnun megi dafna.

### Með tilliti til rannsókna:

Eins og bent hefur verið á er myndun djúpsjárvar í norðurhöfum einn mikilvægasti þátturinn í virkni færribands heimshafanna, en þetta fer m.a. fram í hafinu norðvestan Íslands, í grennd við Ísafjörð. Staðsetning rannsóknarstöðvar á Ísafirði er því hagstæð með tilliti til tveggja mikilvægra rannsóknasviða hafsins: myndun djúpsjárvar í norðurhöfum og flæði djúpsjárvar um Grænlandssund, yfir hrygginn milli Íslands og Grænlands. Eftirfarandi mynd sýnir helstu hafstrauma í grennd við Ísland:



Mynd: Vilhjálmsson, H. (2002). Capelin (*Mallotus villosus*) in the Iceland-East Greenland-Jan Mayen ecosystem. ICES Journal of Marine Science, 59, 870-883.



Ísafjörður er þjónustumiðstöð fjórðungsins og landfræðileg lega í nálægð við straumamót auðveldar sýnatökur. Á Grænlandssundi flæðir djúpsjór frá norðurhöfum yfir hrygginn á milli Íslands og Grænlands og saltur hlýsjór (Golfstraumurinn) flæðir norður eftir Norður-Atlantshafi. Þannig yrði rannsóknarstöðin í nálægð við mót ýmissa mikilvægra hafstrauma sem myndi auðvelda sýnatökur og rannsóknir. Aðstæður á Ísafirði henta því vel til reksturs alþjóðlegrar rannsóknarstöðvar á sviði loftslagsbreytinga hvað þetta varðar enda eru menn þar „nálægt vígvellinum“ ef svo má að orði komast.

### Með tilliti til innviða:

Á Ísafirði er góð höfn með öflugra þjónustu. Eyrin skýlir höfninni fyrir haföldunni, þar er góð aðstaða fyrir allar stærðir skipa og löng hefð fyrir móttöku þeirra. Bærinn er umfangsmesta miðstöð sjóflutninga á Vestfjörðum og góð aðstaða er til að taka á móti alþjóðlegum rannsóknarskipum sem geta þar sótt sér vistir eða tengst starfsemi alþjóðlegrar rannsóknarstöðvar með beinum eða óbeinum hætti.

Á Ísafirði er stærsti flugvöllur landsfjórðungsins og þar eru flugsamgöngur umsvifamestar á Vestfjörðum. Flogið er til og frá Reykjavík tvisvar sinnum á dag. Ísafjarðarflugvöllur liggur vel við flugi til Grænlands og fer Flugfélag Íslands margar leiguflugferðir þar á milli á hverju sumri. Oftast er um að ræða vísindaleiðangra til Grænlands sem gjarnan nota flugvöllinn sem birgðastöð. Þá hefur bresk ferðaskrifstofa (Tom Watson) skipulagt ferðir til Gunnbjörnsfjalla á Grænlandi og þá er flogið frá Ísafirði. Ferðirnar eru mikið nýttar af klúbbum innan breskra háskóla. Einnig hafa forsvarsmenn Ísafjarðarbæjar lýst áhuga á að auka stjórnsýsluleg tengsl við austurhluta Grænlands og veita svæðinu ýmsa þjónustu. Með stækkun Þingeyrarflugvallar mun flugöryggi og þjónusta aukast verulega.



*Ljósmynd: Hrafn Snorrason. Ísafjörður, Eyri við Skutulsfjörð. Náttúruleg og góð hafnarástaða. Flugbrautin liggur meðfram fjallinu Erni, handan fjarðarins – undir Naustahvilft. Neðst á Eyrinni er landrými sem ætlað er m.a. fyrir háskólastarfsemi.*

Mikill áhugi er meðal heimamanna á hugmyndum um stofnun alþjóðlegrar rannsóknarstofnunar á sviði jarðkerfisfræða og við endurskoðun á skipulagi í neðsta hluta Ísafjarðarkaupstaðar gera bæjaryfirvöld ráð fyrir svæði fyrir háskóla með tilheyrandi þjónustu og íbúðasvæði. Þar er gert ráð fyrir að rannsóknarstofnunin geti verið til húsa í framtíðinni sem hluti af þekkingarþorpi.

Segja má að á Ísafirði mætist náttúra og menning með óvenju skörpum hætti. Þar hefur byggst upp þéttbýlissamfélag á grunni náttúrunýtingar sem er jafnframt staðsett úti í náttúrunni, enda er nágrenni bæjarins að mestu ósnortið. Þó svæðið teljist fámennt í alþjóðlegum samanburði gildir um Ísafjörð eins og höfuðborgarsvæðið að þar er í boði margfalt öflugri þjónusta en í flestum byggðakjörnum af sömu stærð annars staðar í heiminum.

Á Ísafirði er unnið að því að byggja upp öflugan þjónustukjarna í anda samþykktar Alþingis um þrjá byggðakjarna á landsbyggðinni, Ísafjörð, Akureyri og Egilsstaði. Þar horfa menn ekki síst til aukinnar þekkingarstarfsemi. Áherslur í byggðamálum hafa breyst mjög á skömmum tíma og eru menntun og þekking nú lykilorð sem áður heyrðust varla. Alþjóleg rannsóknarstofnun á Ísafirði yrði öflug stoð í uppbyggingu þekkingarsamfélags og myndi hafa jákvæð samfélags áhrif sem slík, en ekki síður sem hvatning til annarra um frekari uppbyggingu á staðnum.

Sá skilningur að allir landsmenn eigi að taka þátt í þekkingarsamfélaginu verður sífellt útbreiddari. Meðal stjórnámálanna og almennings á Vestfjörðum hefur orðið mjög örviðhorfsbreyting og er uppi sterk krafa um að stutt verði við þekkingarstarfsuppbyggingu á svæðinu. Segja má að mikil eftirspurn sé eftir raunhæfum tillögum í þá veru og nú sé lag að nýta þann meðbyr sem uppbygging á svæðinu myndi fela í sér.

### **Með tilliti til mannauðs:**

Á Ísafirði er fjölmenningsamfélag og þar er rekin öflug þjónusta við innflytjendur og fjölskyldur þeirra. Mikil reynsla er af slíku starfi sem myndi einnig nýtast erlendum fræðimönnum og fjölskyldum þeirra. Samskipti við íbúa af erlendum uppruna eru mikil og byggja á áratuga reynslu, en á Ísafirði búa innflytjendur frá yfir 30 þjóðlöndum.

Talið er að u.þ.b 360 manns á Vestfjörðum hafi lokið háskólagráðu eða hafi meiri mennt-

un.<sup>12</sup> Á Ísafirði eru ýmsar rannsóknastofnanir með útibú, svo sem Hafrannsóknastofnun (3 stöðugildi)<sup>13</sup>, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (2 stöðugildi), Veðurstofa Íslands (2 stöðugildi). Einnig er rannsóknarstarfsemi á sviði veiðafærarannsóknna á Ísafirði og AGAR ehf. sem er rannsóknarstofa fyrir örveirurannsóknir. Í Bolungarvík er Náttúrustofa Vestfjarða þar sem starfa 6 manns að rannsóknum á sviði náttúruvísinda.

Auk ofangreindrar starfsemi er háskólamenntað fólk og vísindamenn starfandi á Fjórðungssjúkrahúsinu á Ísafirði og ýmis fyrirtæki stunda rannsókn- og þróunarstarfsemi. Má í því sambandi nefna Pólstækni<sup>14</sup> sem var frumkvöðull í hagnýtingu upplýsingatækni á sviði veiða og fiskvinnslu. Þá eru starfrækt ýmis ráðgjafafyrirtæki á Vestfjörðum. Loks má nefna Menntaskólann á Ísafirði, en þar starfa ýmsir aðilar sem stunda rannsóknir.

Á Vestfjörðum er því til staðar háskólamenntað fólk og rannsóknasamfélag sem getur tekið þátt í uppbyggingu rannsóknastofnunar á sviði loftslagsbreytinga. Hugmyndin er að stofnunin hafi átta stöðugildi auk aðstoðarfólks þegar á fyrsta árinu. Hún hefur því „krítískan massa“ og þegar svo er skiptir staðsetning ekki öllu máli. Öðru máli myndi gegna ef um væri að ræða litla einingu með 2-3 stöðugildum en segja má að stofnun af þessari stærðargráðu skapi sitt eigið rannsóknarumhverfi þar sem vísindamenn eru í nálægð við aðra vísindamenn.

## Um Ísafjörð og Vestfirði:

Á Vestfjörðum búa um 9.000 íbúar á 9.520 ferkílómetra svæði. Ísafjörður, höfuðstaður Vestfjarða er stærsti þéttbýliskjarninn með um 3.500 íbúa. Næstfjölmennastir eru Bolungarvík og Patreksfjörður á sunnanverðum Vestfjörðum.

Ísafjörður var áður einn af aðal verslunarstöðum landsins og hlaut fyrst kaupstaðarréttindi árið 1786. Bærinn byggðist upp á sínum tíma sem þjónustumiðstöð með miklum tengslum við útlönd. Sumar af elstu og best varðveittu byggingum landsins frá 18. öld eru staðsettar á Ísafirði, neðst á Skutulsfjarðareyri, þar sem kaupstaðurinn stendur. Þar er nú lifandi safnasvæði sem laðar að sér fólk, einkum yfir sumartímenn. Í dag er Ísafjörður miðstöð stjórnarsýslu, menningar og þjónustu á norðanverðum Vestfjörðum, auk þess að vera stærsta útgerðar- og vöruhöfn fjórðungsins. Einnig er starfræktur ýmiss konar iðnaður tengdur fiskveiðum og fiskvinnslu.

<sup>12</sup> Sjá Starfshópur um stofnun Þekkingarseturs (2005) Viðskiptaáætlun Háskólaáætlun Vestfjarða 5 ára áætlun: Menntamálaráðuneytið

<sup>13</sup> Gert er ráð fyrir að þessum stöðugildum fjölgi í framtíðinni með eflingu veiðarfærarannsóknna

<sup>14</sup> Marel hefur nú keypt Pólstækni



Eyrin þar sem þéttbýliskjarninn stendur er umlukinn háum fjöllum á þrjár hliðar og lögun Eyrarinnar lokar þröngum Skutulsfirðinum og myndar Pollinn. Þessar náttúrufarslegu aðstæður mynda góða höfn í öllum veðrum. Samgöngur á landi eru greiðar og Vestfjarðargöng milli Skutulsfjarðar og Öfundarfjarðar tengja þéttbýliskjarna Ísafjarðarbæjar vel saman þannig að svæðið er eitt atvinnusvæði. Vegurinn um Djúp yfir Steingrímsfjarðarheiði er opinn allt árið og flutningabílar eru í daglegum ferðum milli Reykjavíkur og Ísafjarðar. Flugvöllur er í Skutulsfirði og þaðan er daglegt áætlunarflug til og frá Reykjavík.

Á Ísafirði eru öflugar matvöruverslanir og öll þjónusta sem nútímasamfélag þarfnast. Þar er hótél, gistiheimili, veitingastaðir, söfn, sundlaug og íþróttahús, líkamsræktarstöð, listagallerí, stjórnsýsluhús, kvikmyndahús og fjórðungssjúkrahús. Þar eru líka fótboltavellir, golfvöllur, og þrjár skíðalyftur. Vaxandi áhugi er fyrir siglingaíþróttum, einkum kajaksiglingum og verið er að byggja upp aðstöðu fyrir þær íþróttir. Auk þessa er ýmis þjónusta í hinum þéttbýliskjörnum Ísafjarðarbæjar, Þingeyri, Flateyri, Suðureyri og Hnífsdal. Ísafjörður er mikill skólabær, þar eru m.a. leikskólar, grunnskóli, menntaskóli, tónlistarskólar, listaskóli, háskólasetur, þróunarsetur, og sí- og endurmenntunarstofnun. Mikið og öflugt menningarlíf blómstrar í bænum.

Allt frá árinu 1960 hefur nyrsti hluti kjálkans verið í eyði, frá Snæfjallaströnd í vestri að Norðurfirði í austri. Stór hluti svæðisins var gerður að náttúru- verndarsvæði árið 1975 og er friðlandið á Hornströndum eftirsótt náttúrupsdís fyrir útivistar- og göngufólk. Þar er eitt stærsta fuglabjarg Evrópu, Hornbjarg, með fjölda sjófugla.

Refur er algengur á svæðinu og selir og hvalir sjást oft undan ströndinni. Ísbirnir hafa nokkrum sinnum komið á land með hafís frá Grænlandi. Svæðið laðar til sín fólk alls staðar að úr heiminum og flestir þeirra fara um Ísafjörð. Daglegar ferðir eru frá Ísafirði í þessar náttúruperlur og er það vaxandi þáttur í atvinnuuppbyggingu á svæðinu. Einnig eru daglegar ferðir í eyjuna Vigur í Ísafjarðardjúpi. Þar eru merkar menningarminjar, fjölskrúðugt fuglalíf og einstök náttúrufegurð. Garðurinn Skrúður á Núpi í Dýrafirði er einstakur skrúðgarður frá upphafi síðustu aldar og er þar að finna einstakt safn jurta og trjáa.

## Samfélagsleg og efnahagsleg áhrif

Líkt og háskólar hafa rannsóknarstofnanir mikil áhrif á þá byggð sem þær eru staðsettar í.<sup>15</sup> Þessi áhrif eru bæði samfélagsleg og efnahagsleg. Vinnumarkaður verður fjölbreyttari, fleiri hálaunastörf skapast, ný sprotafyrirtæki og „spin-off“ fyrirtæki eru stofnuð, þekking helst á svæðinu, þróast hraðar og skapar svæðinu sérstöðu. Aðgengi atvinnulífsins að þekkingu verður greiðari og möguleikar á stofnun og þróun hátæknifyrirtækja glæðast.

Rannsóknir í Svíþjóð benda til þess að margföldunaráhrif háskóla séu meira en margföldunarstuðullinn 1,5 miðað við veltu skólanna sem er hærra en t.d. margföldunaráhrif af stóriðju. Margföldunarstuðullinn yrði hrein viðbót þannig að fyrir hverja krónu sem velt væri á Ísafirði myndi heildarveltan verða 2,5 krónur. Auk margföldunaráhrifa á veltu á svæðinu, fjölgun íbúa og ýmis konar þjónustu sem af henni leiðir, má nefna önnur jákvæð áhrif:

### Kynning

Rannsóknarstofnun rennir stoðum undir kynningu á Ísafirði og Vestfjörðum. Það gerist með tvennum hætti. Í fyrsta lagi kynnast starfsmenn hennar svæðinu. Í öðru lagi á sér stað kynning í hvert skipti sem rannsóknarstofnunarinnar er getið í fjölmiðlum.

### Alþjóðleiki

Starfsemin rennir stoðum undir alþjóðleika atvinnu- og mannlífs. Í kjölfar hennar koma erlendir vísindamenn og nemar árlega auk þess sem nemendur og starfsfólk stofnunarinnar fara utan til starfa, svo eitthvað sé nefnt. Sérfræðingar stofnunarinnar eru hluti af alþjóðlegu háskólastarfi með þátttöku sinni í alþjóðlegum rannsóknarverkefnum og geta miðlað nýjustu þekkingu og tækni á sínu sviði inn í fyrirtæki og mannlíf byggðarlagsins.

### Ímynd Ísafjarðar og Vestfjarða

Starfsemin bætir ímynd Ísafjarðar og Vestfjarða sem fjölbreytts vinnumarkaðar. Slíkt laðar gjarnan að einstaklinga með fjölbreytta þekkingu sem eru annað hvort í atvinnuleit eða í leit að staðsetningu fyrir fyrirtæki sitt.

<sup>15</sup> Sjá Ívar Jónsson og Vífill Karlsson (2002) *Borgarbyggð og Bifröst - Sambúd háskóla og byggðarlags*. Skýrsla unnin fyrir Borgarbyggð og Viðskiptaháskólann á Bifröst. Útg. Bifröst/Borgarbyggð.

## Lokaorð

Ekki eru menn á einu máli um orsakir loftslagsbreytinga eða hversu mikinn þátt atferli manna á og hvað má telja til eðlilegra breytinga á náttúrunni sjálfri. En ljóst er að miklum fjármunum verður varið til rannsókna á þessu sviði á komandi misserum. Afleiðingar loftslagsbreytinga gætu verið mjög alvarlegar og margt bendir til að áhrifanna muni gæta meira á norðurhveli jarðar en annars staðar. Er því hér um að ræða öryggismál í vissum skilningi og það er ekki óeðlilegt að Íslendingar leggi sitt af mörkum til alþjóðlegs þekkingargrunns sem nauðsynlegur er til að þróa tæknilegar lausnir – ekki síst til að bregðast við áhrifum sem loftslagsbreytingar kunna að hafa á íslenskt samfélag og nýtingu auðlinda.

Alþjóðleg rannsóknarstofnun á sviði jarðkerfisfræða á Íslandi yrði hlekkur í alþjóðavísindasamfélaginu með náð samstarf við erlenda háskóla og aðrar vísindastofnanir. Jafnframt er gert ráð fyrir víðtæku samstarfi við innlendar stofnanir sem stunda rannsóknir á ýmsum sérhæfðum þáttum innan jarðkerfisfræðinnar eins og komið hefur fram. Hér er um að ræða tækifæri til að víkka þekkingarsamfélagið og taka þátt í möguleikum á sviði rannsókna sem skapast með nýjungum á sviði jarðkerfisfræði þar sem sjónum er beint að vistkerfinu í heild og innbyrðis tengslum milli mismunandi þátta þess og áhrifum þess á umhverfið. Rannsóknir þessar myndu jafnframt dýpka skilning okkar á lífríki hafsins þar sem hagsmunir Íslendinga eru augljósir.

Eitt mikilvægasta rannsóknarsvið innan jarðkerfisfræðinnar á næstunni er samspil hafstrauma og loftslags en vísbendingar um áhrif hlýnunar andrúmsloftsins á Golfstrauminn og hugsanlegar afleiðingar þess kalla á stöðugt eftirlit og rannsóknir. Sérstaða Íslands, lega þess, alþjóðleiki og öflugt vísindasamfélag opna margvíslega möguleika í alþjóðasamstarfi um rannsóknir. Meðal aðildarríkja Norðurskautsráðsins er áhugi á auknu vísindasamstarfi og Vísinda- og tækniráð Rannís hefur kallað eftir aukinni þátttöku Íslands í rannsóknasamstarfi á norðurslóðum. Alþjóðleg rannsóknastöð á sviði jarðkerfisfræða á Ísafirði myndi falla vel að þessum áherslum, efla íslenskt vísindasamfélag og þekkingariðnað í alþjóðlegu samhengi og jafnframt renna styrkari stoðum undir byggð á Vestfjörðum.

Framundan er Heimsskautaárið 2007-2008 (International Polar Year). Stofnun alþjóðlegrar rannsóknarstofnunar á sviði jarðkerfisfræða á Ísafirði yrði hugsanlega besta framlag Íslendinga í þeim efnum. Með slíkri stofnun gæti Ísland skipað verðugan sess á sviði loftslagsrannsókna meðal þjóða heimsins og styrkt íslenskt vísindasamfélag og

þær rannsóknir sem þegar fara fram. Óumdeilt er að vísindarannsóknir efla þekkingar- samfélagið með margvíslegum hætti og renna styrkari stoðum undir íslenskt efnahags- líf. Með staðsetningu á Ísafirði myndi stofnunin jafnframt styðja við þá uppbyggingu sem þegar er hafin á sviði menntunar á háskólastigi á Vestfjörðum og styrkja byggð á Vestfjörðum í samræmi við stefnumörkun ríkisstjórnarinnar um eflingu atvinnumögu- leika og lífsskilyrða á landsbyggðinni.

Um þessar mundir er mikið rætt um fækkun ríkisstofnana. ESSI yrði ekki ný ríkisstofnun í hefðbundnum skilningi heldur alþjóðleg rannsóknarstöð sem tækist á við hnattrænt viðfangsefni. Niðurstaða þessa vinnuhóps er að nýta beri þau tækifæri sem felast í auknum rannsóknum á sviði jarðkerfisfræða með stofnun ESSI og að leitast verði við að beina störfum og rannsóknafjármagni tengdum loftslagsfræðum til Íslands til hags- bóta fyrir íslenskt og vestfirskt samfélag.

## Heimildir

Ágúst H. Bjarnason: <http://www.rt.is/ahb/sol/>

Arctic Climate Impact Assessment, 2005. The Arctic Council and the International Arctic Science Committee (IASC).

Belkin, I.M., et al. 1998: Great salinity anomalies in the North Atlantic. *Progress in Oceanography*, 41, 1-68.

Bjastoch, Arne, Käse, Rolf H., Stammer, Detlef B.. 2003: The Sensitivity of the Greenland-Scotland Ridge Overflow to Forcing Changes. *Journal of Physical Oceanography*, 33: 2307-2319.

Dickson, R.D., et al. 2003: Recent changes in the North Atlantic. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* 361, 1917-1934.

Dickson, B., I. Yashayaev, J. Meincke, B. Turrell, S. Dye and J. Holfort, 2002: Rapid freshening of the deep North Atlantic Ocean over the past four decades. *Nature*, 2002, 416, 832-837.

Häkkinen, S., P. B. Rhines, 2004: Decline of Subpolar North Atlantic Circulation During the 1990s. *Science*.

Hamilton, L.C., S. Jónsson, H. Ögmundardóttir and I.M. Belkin, 2004: Sea changes ashore: the ocean and Iceland's herring capital. *Arctic*, 57, 325-335.

Joyce, T., and L. Keigwin, 2005: Abrupt climate change. WHOI.

[http://www.whoi.edu/institutes/occi/currenttopics/abruptclimate\\_joyce\\_keigwin.html](http://www.whoi.edu/institutes/occi/currenttopics/abruptclimate_joyce_keigwin.html)

### RANNÍS:

[http://www.rannis.is/english/news.asp?ID=880&type=one&news\\_id=540&menuid=](http://www.rannis.is/english/news.asp?ID=880&type=one&news_id=540&menuid=)

*Veðurfarsbreytingar og afleiðingar þeirra*. Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar, 2000. Umhverfissráðuneytið.

Koldíoxíð: <http://umhverfissraduneyti.is/utgefid-efni/nr/285>

### CLIMATE CHANGE:

[http://www.whoi.edu/institutes/occi/currenttopics/climatechange\\_wef.html#n3](http://www.whoi.edu/institutes/occi/currenttopics/climatechange_wef.html#n3)

<http://www.ess-p.org/>

<http://www.wested.org/werc/earthsystems/>

### NEWS SOURCES:

<http://environmental.scinews.com/>

2016: The [Next] Year without a Summer

# VIÐAUKAR

## Tillögur um verkefni send inn vegna Heimskautaársins 2007–2008

Verkefnisstjóri	Heiti verkefnis
422 Áslaug Geirsdóttir	Warm times in Iceland and the North Atlantic Arctic: providing a context for 20th century warming
424 Halldór Björnsson	The impact of the extent of the sea ice on the development of mesoscale and synoptic scale weather systems
423 Haraldur Ólafsson	Predictability of weather in polar regions and impact of atmospheric observations in the polar regions for mid-latitude weather forecasting
425 Ingibjörg Jónsdóttir	The effect of sea-ice on peoples lives in past and future: a study on climate impacts, adaptation and mitigation methods using geographical information systems
420 Ingibjörg Jónsdóttir	The use of an AUV to measure ice thickness distribution and oceanic structures in the Greenland Sea
Níels Einarsson	Human Dimensions of Arctic Environments ( <a href="http://www.thearctic.is">www.thearctic.is</a> )
541 Orri Vésteinsson	Marine Resource Exploitation in the North Atlantic (MARENA)
421 Steingrímur Jónsson	A study of the freshwater fluxes in the East Icelandic Current
417 Þorsteinn Þorsteinsson	Temperate ice caps in changing climates
418 Þorsteinn Þorsteinsson	Exploration of subglacial lake environments of Vatnajökull, Iceland
419 Tómas Jóhannesson	Climate and glacier mass balance in the Icelandic highland

## Tillögur um verkefni send inn með íslenskri þátttöku

Verkefnisstjóri	Heiti verkefnis
488 IASC-WGAG (Helgi Björnsson, H.Í.)	Dynamic Response of Arctic Glaciers to Global Warming
128 Ola M. Johannessen (Hafrannsóknastofnun)	Climate of the Arctic and its role for Europe (CARE).
(Hafrannsóknastofnun)	Ecosystem studies of Sub-Arctic Seas (ESSAS).
Valery Vuglinsky (Árni Snorrason, Orkustofnun)	Arctic HYCOS, an Arctic component of the WMO World Hydrological Cycle Observing System (WHYCOS) (Arctic HYCOS)
Paula Kankaanpää (Ólafur Ingólfsson, H.Í.)	Change and variability of the Arctic Systems - Nord-austlandet, Svalbard.
Charles Harris (Ólafur Ingólfsson, H.Í.)	Permafrost and Climate in the European North Atlantic Sector

## Rannsóknarstyrkir

### Innlendir rannsóknarstyrkir:

Helstu samkeppnissjóðir, sem Rannsóknamiðstöð Íslands - Rannís heldur utan um er:

1. Rannsóknasjóður - Hlutverk Rannsóknasjóðs er að styrkja vísindarannsóknir á Íslandi.
2. Tækniþróunarsjóður - Hlutverk sjóðsins er að styðja þróunarstarf og rannsóknir á sviði tækniþróunar sem miða að nýsköpun í íslensku atvinnulífi.
3. Tækjasjóður - Hlutverk Tækjasjóðs er að veita rannsóknastofnunum styrki til kaupa á dýrum tækjum og búnaði til rannsókna.
4. Rannsóknánámssjóður - Hlutverk Rannsóknarnámssjóðs er að veita styrki til rannsóknatengds framhaldsnáms. Sjóðurinn veitir efnilegum nemendum sem lokið hafa tilskyldu grunnnámi í háskóla styrki til meistara- eða doktorsnáms.
5. Markáætlun á sviði erfðafræði í þágu heilbrigðis og örtækni - Með markáætlun í rannsóknum og tækniþróun er átt við tímabundna ráðstöfun fjár á skilgreindum sviðum með skýrum markmiðum.

Heildarráðstöfunarfé þessara sjóða 2005 var um 1,2 milljarðar króna.

### Erlendir rannsóknarstyrkir:

Af helstu samkeppnissjóðum erlendis má nefna:

1. Rannsóknaráætlun Evrópusambandsins - Áætlunin felur í sér samvinnu um rannsóknir og tækniþróun og litið er á áætlunina sem lið í að byggja upp Evrópu sem eitt vísindasvæði. Samvinnan tekur til aðildarlanda Evrópusambandsins, þeirra ríkja sem sótt hafa um aðild að Evrópusambandinu, EES/EFTA ríkjanna og þeirra ríkja sem gera tvíhliða samninga um aðild, s.s. Ísrael og Sviss.
2. Norrænir rannsóknasjóðir (NordForsk, NICE, o.fl.)
3. Evrópskir sjóðir (ESF, COST, EUREKA o.fl.)
4. Rannsóknasjóðir í Bandaríkjunum (NSF og NIH)
5. Rannsóknasjóðir einstakra landa

(NordForsk: Nordisk Forskningsråd; NICE: Nordisk Innovation Center; ESF: European Science Foundation; COST: Cooperation in Science and Technology; EUREKA: A Network for Market Oriented R&D; NSF: National Science Foundation; NIH: National Institute for Health)