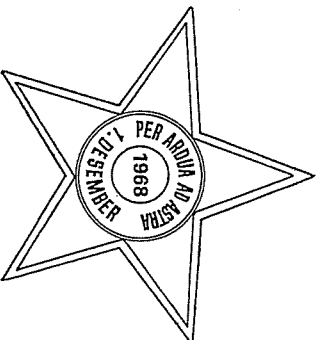


RIT STÚDENTAKADEMÍU I

EDLISFRÆÐIRANNSÓKNIR
VIÐ
HÁSKÓLA ÍSLANDS

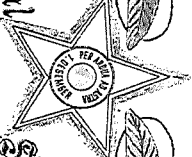
Ritið er tileinkað

ÍSLENZKUM RAUNVÍSINDAMÖNNUM



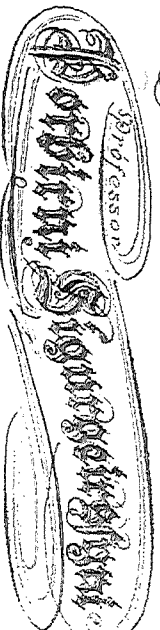


Stúdentastíjarnan, sem veitt skal aðlega, er fimmarma stjarna úr silfri. Er hún fest á séstaklega tilniðði íslenskt grágyti. Á stjórnunni er upphleypur hringflötur. Meðfram neðri brún hringhælmingsins er áletunin 1. DESEMBER; í miðju er viðkomandi áral graffíð, en meðfram efri brún hringhælmingsins er álettraður latneski orðskviðurinn PER ARDUA AD ASTRA, sem þýðir ENGINN VERÐUR OBAR-
INN BISKUP eða orðrétt Á BRATTANN TIL STJARNANNA.



Veiourskjal Stúdentakademi
1. desember 1968.

Studentastjæren 1968 av Velt



forsteðmanni & dísfræðistofu Mannvísindastofnunar í Askfeldum
fyrir framúrskarandi starf á sviði mannvísinda.

Þótt þetta skýringsefnið hafið unnið af stöðugum og umhúðastærni, þá er við ekki fróðast af söfnun höfðalíms og stæru við Mannvæðingastöfnun höfðalíms, og hafið hann í þess stöfu, sjálf framfaristómni dæmdu og umhúðastærni þess.

[illegible]

Þorgjörgu þingurinn sonn otti þatti í að roma á hefilsaðunum tveim.
Þá, og flættu, mælingum til þannsóka á grunnuðri. Þá þá nær-
sóðinn hófst hót á landi að hana þann hótast fyrir almenningum árum
og hafa síðan verið umfarir umfarir umfarir hana. Þá hafa
gefist veigumkinn grunnuðlarþingurinn um hafi þannuð.

Maakila Jyväskylä, 1. december 1968.

for ⁿQuandary for ⁱreason, held, for a
— for set —

Don't advertise, start first.

August 21. Agrostis, Stachys, etc. etc.

Santa Valdivia, Chile, June 1st 1908.

James von Kunitzsch, Advok. öffentl. Just. -Kammermann, 1838-1891.
Minim. -Kammermann, Advok. 1892-1893. Simon Stingmann, Advok. 1893-1894.

Þakkarorð Þorbjarnar Sigurgeirssonar við móttöku Stúdentsgjörnumnar, fullveldisdaginn 1. desember 1968

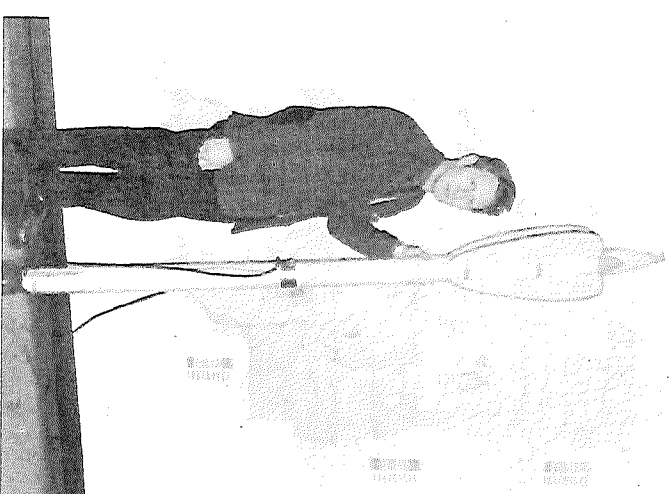


„Ég þakka stúdentum þann heiður, sem þeir hafa sýnt mér með því að veita mér Stúdentsgjörnumna.“

Ég vil þó minna á, að störf þau, sem hlotið hafa þessa viðurkenningu, eru ekki unnin af mér einum, heldur hef ég átt því láni að fagna að vinnu með dugmiklum samstarfsmönnum. Án þeirra hefði árangur allur orðið mun minni af mínu starfi. Mér er sérstök ánægja að minnast þess hér, að í þessum hópi samstarfsmanna eru einnig stúdentar, sem tekið hafa mjög virkan þátt í rannsóknastarfinu.

Ég met mikils viðurkenningu hinnar ungu Stúdentaakademíu. Hún mun verða mér og samstarfsmönnum mínum hvatning við störf okkar í framtíðinni.“

Lokaorð forseta Stúdentaakademíu eftir afhendingu Stúdentsgjörnumnar, fullveldisdaginn 1. desember 1968



Þorbjörn Sigurgeirsson með segulmælingatalekið flugmóða fyrir framan segulkort. Myndin er tekin á Rannsóknastofnun háskeólans.

„Þorbjörn Sigurgeirsson er lýsandi tákni þeirra íslensku vísindamanna, sem starfa hér á landi og ná árangri, þrátt fyrir krappari launakjör og lakari starfsaðstöðu en þeim stendur til boða víða um heim. Það er einlæg von Stúdentaakademíu, að Þorbjörn Sigurgeirsson megi Stúdentsgjörnumnar heill njóta.“

Það er og einlæg von Stúdentaakademíu, að veiting Stúdentsgjörnumnar verði aldrei ófundarefni, heldur hvetji hún ávallt íslenska vísindamenn, mentamenn og listamenn til þess að sækja Á BRATTANNTIL STJARNANNA.“

EFNISYFIRLIT

	Bls.
Formáli.....	11
I. Nokkur orð um Stúdentaakademíu	13
II. Fundur í Norrena húsinu	
A. Upphafsorð forseta Stúdentaakademíu.....	16
B. Eðlisfræðirannsóknir við Háskóla Íslands	17
C. Fyrirspurnir og svör	31
D. Lokaorð	
1. Páll Theodórsson, eðlisfræðingur	42
2. Ármann Snævarr, háskólaþekktur	43
3. Þorbjörn Sigurgeirsson	44
4. Forseti Stúdentaakademíu	44

FORMÁLI

Að frumkvæði Stúdentaakademíu 1968 flutti prófessor Þorbjörn Sigurgeirsson, forstöðumaður Eðlisfræðistofu Raunvísindastofnunar háskólans, erindi á fundi í Norrena húsinu fimmtudaginn 5. desember 1968, og nefndi hann það „Eðlisfræðirannsóknir við Háskóla Íslands“. Síðan svaraði hann fyrirspurnum fundargesta, sem voru fjölmargir.

Eitindið var flutt af því tilefni, að Þorbjörn Sigurgeirsson hlaut Stúdentsstjórnuna 1968 fyrir frammúrskarandi starf á sviði raunvísinda, en stíarman var veitt í fyrsta sinn 1. desember 1968 – á fimmtíu ára afmæli fullveldis íslensku þjóðarinnar.

Allt, sem fram fór á fundi þessum, var hljóðritað, og gat Stúdentaakademía 1968 því ráðið í að gefa út rit þetta í beinu framhaldi af fundinum og getið þannig sem flestum kost á að kynna sér nánar þeim fjölbættu vísindastörfum, er Þorbjörn Sigurgeirsson og samstarfsmenn hans hafa lagt farsæla hönd á.

Þar eð fyrsta rit Stúdentaakademíu er á ferðinni, þykir eðlilegt að rita nokkur orð um Stúdentaakademíu, bæði aðdraganda að stofnun hennar og fyrstu störf. Um ritið í heild má segja, að reynt hafi verið að gera það sem aðgengilegast aflestrar, m.a. með því að feitletra öll aðalatriði.

Þakka ber af alhug öllum þeim, sem hafa á einhvern hátt greitt fyrir útgáfu þessa rits, ýmist beint eða óbeint, m.a. Norðmanninum Ivar Eskeland, forstjóra Norrena hússins, háskólaþekktur, prófessor Ármanni Snævarr, háskólaáriði, stjórn Stúdentsfélags Háskóla Íslands og ritstjóra Stúdentablaðs, Stefáni Skarphéðinssyni, stud. jur.

Stúdentaakademía 1968 telur líklegt og æskilegt, að Stúdentaakademía leitist á ókomnum árum við að efnu til funda og gefa út rit í því skyni að vekja nána og verðskuldaða athygli á frammúrskarandi starfi íslenskra vísindamanna, mentamanna og listamanna.

Íslenskir háskólastúdentar vilja auðga sitt land og þjóð og hinn smækkandi umheim á sem margbreytilegastan hátt, m.a. með því að stuðla að frangangi vísinda, mennta og lista.

I. NOKKUR ORD UM STÚDENTAOKADEMÍU

Á fimmtú ára afmæli fullveldis íslensku þjóðarinnar 1. desember 1968 veitti Stúdentakademía íslenskum manni í fyrsta sinn sérstakt heiðurstakn, Stúdentastjórnuna, en hana skal veita 1. desember ár hvert fyrir frámúrskarandi starf á sviði vísinda, mennta eða lista.

Aðdragandi þessarar nýbreytni er í stuttu máli sá, að stjórn Stúdentafélags Háskóla Íslands samþykkti í nóvember árið 1967 að hrinda í framkvæmd nýlega tilkominni hugmynd um að koma á lagginnar Stúdentakademíu. Fyrsta skrefið var skipun fjölmennrar undirbúningsnefndar til að kanna málið og semja haldgóða reglugerð, er væntanleg Stúdentakademía gæti starfað eftir. Í nefndinni áttu sæti Einar Sigurbjörnsson, stud. theol., Garðar Valdimarsson, stud. jur., Hjörtur Pálsson, stud. mag., Jóhanna Ottosen, stud. oecon., Katrín Fjeldsted, stud. med., Ólafur Bjarnason, stud. polyt., Sigmundur Sigfússon, stud. med., Tryggvi Gíslason, stud. mag., og Þorleifur Hauksson, stud. mag.

Undirbúningsnefnd þessi hélt marga langa fundi í desember og janúar, og tók þáverandi formaður Stúdentafélags Háskóla Íslands, Jón Ögmundur Þormóðsson, stud. jur., þátt í störfum hennar. Árangurinn varð sá, að samín var reglugerð í fimm köflum, samtals 31 grein. Stjórn stúdentafélagsins staðfesti hana síðan á fundi sínum fimmtudaginn 8. febrúar 1968, og telst Stúdentakademía formlega stofnuð þann dag.

Rétt er að draga upp heildarmynd af hinni nýstofnuðu Stúdentakademíu, og verður í því skyni dregið á helztu þætti reglugerðarinnar.

Í fyrsta kafla reglugerðarinnar, sem geymir almenn ákvæði, segir m.a., að Stúdentastjórnin skuli veitt íslenskum manni fyrir frámúrskarandi starf á sviði vísinda, mennta eða lista, svo sem nánar sé greint frá á heiðurstskjali. Undantekningu má gera og veita fleiri mönnum Stúdentastjórnuna sameiginlega, ef þeir hafa leyst af hendi í félagi viðurkenningarvert verkefni. Starfið skal unnið einhvern tíma á næstu fimm árum fyrir veitingardag, en heimilt er að taka tillit til

verka, sem unnin eru utan þessara tímamarka. Við hátíðlega athöfn á **fullveldisdaginn** gerir forseti akademíunnar grein fyrir ákvörðun hennar og afhendir stjórnuna og skjalið.

Í öðrum kafla um skipan Stúdentaakademíu er m.a. greint frá því, að **þrettán stúdentar** skuli eiga sæti í henni. Á hver hinna sex háskóla-deilda þar tvo fulltrúa, en forseti akademíunnar er tilnefndur af stjórn stúdentafélagsins. Skipun fer fram árlega, og situr hver Stúdentaakademía allt að einu ári eða til og með 1. desember.)

Ákvæði eru um verkaskiptingu embættismanna akademíunnar í þriðja kafla reglugerðarinnar. Þar stendur m.a., að ritari skuli varðveita gögn og greinargerð um hvern mann, sem fjallað er um í akademíunni. Skuli þau sett saman í eitt hefti. Hefnunum skal síðan raðað í stafrófsröð og þannig mynduð heimildaskrá. Aðgang að henni eiga akademíumenn einir.

Íratleg ákvæði eru sett í fjórða kafla reglugerðarinnar til þess að tryggja **sem vönduðust vinnubrögð**. Akademíumenn **safna gögnum** um þá menn, sem geta komið til greina við veitingu Stúdentastjórnnunar. Heimilt er þeim að leita til **ráðgjafa** á sviði vísinda, mennta og lista, bæði innan og utan háskólans. Skrifleg greinargerð um framúrskarandi starf skal fylgja **tillögu** hverri. Er tillagan síðan könnuð af **tveggja manna nefnd**, er skilar álit. Þá eru greidd atkvæði um það, hvort starfið sé svo framúrskarandi, að **þriggja manna nefnd** skuli fjalla nánar um það. Þar tillögur, sem teknar eru til meðferðar í þriggja manna nefndum, eru svo bornar undir atkvæði haust hvert, jafnaðarlega fyrir **15. nóvember**. Ákvæðnar reglur gilda um þá **atkvæðagreiðslu**. Stigahæsta tillagan er síðan borin ein undir atkvæði. Við útslitaatkvæðagreiðsluna verða **nú akademíumenn af þrettán** hið fæsta að greiða tillögunni atkvæði sitt, til þess að Stúdentastjarnan verði veitt fyrir það starf, sem í tillögunni er lýst. Hjóti tillagan ekki tilskilinn atkvæðafjöldi, skal **endurtaka atkvæðagreiðslur**, en fæst ekki fullnaðarsliti, er **engin viðurkenning** veitt það árið. Er með þessu reynt að tryggja, að enginn hljóti Stúdentastjórnuna, nema hann hafi **að dómi yfirgnæfandi meirihluta** akademíumanna unnið það starf á sviði vísinda, mennta eða lista, er tvímælaust geti talið vert þessarar viðurkenningar. Í þessu sambandi má taka fram, að akademíumenn eru bundnir **ávarandi þagnarskyldu** um stöf akademíunnar, og þarfnast slíkt ekki nánari skýringar.

Í fimmta kafla reglugerðarinnar eru ákvæði um breytingar á reglugerðinni og gildistöku hennar.

Stjórn Stúdentafélags Háskóla Íslands skipaði í fyrsta sinn menn í **Stúdentaakademíu 14. marz 1968**, en framvegis skal skipa í akademíuna í desemberþryjun. Í Stúdentaakademíu 1968 áttu sæti Ágúst H. Bjarnason, stud. polyt., Birgir Ásgeirsson, stud. theol., Garðar Valdimarsson, stud. jur., ritari, Ingvi Jón Einarsson, stud. odont., Jón Ögmundur Þornóðsson, stud. jur., forseti, Jósef Skafason, stud. med., Kristinn Jóhannesson, stud. mag., varforseti, Kristján Már Sigurjónsson, stud. polyt., Páll Skúlason, stud. jur., Sigurður H. Guðmundsson, stud. theol., Sigurgeir Steingrímsson, stud. mag., gjaldkeri, Stefán Reynir Kristinsson, stud. oecón, og Þorsteinn Ólafsson, stud. oecón.

Framangreiindir menn, sem áttu sæti í Stúdentaakademíu 1968, unnu lærðomsríkt og ánægjulegt **starf** vetur, sumar, vor og haust. M.a. voru haldnir fjölmargir fundir og lögð þar fram gögn um fjölda íslenskra manna. Um marga þeirra voru gögnin mjög viðamikil. Nattu akademíumenn við margvísleg störf sín mjög þakkarverðar aðstoðar ýmissa goðra manna. Afreksmannahringurinn var þrengdur stig af stigi, en loks var ákvæðið að veita prófessor **Þorbirni Sigurgeirssyni**, forstöðumanni Eðlisfræðisíofu Raunvísindastofnunar háskólans, Stúdentastjórnuna 1968 fyrir framúrskarandi **starf á sviði raunvísinda**, en frá því er nánar greint á heiðurskjali.

Stúdentastjórnuna 1968 teiknaði Halldór Pétursson, listmálari. Kjartan Ásmundsson, gullsmíður, sá um gerð hennar. Stjarnan er fest á sérstaklega tilsmíðað íslenskt grágrýti, og annaðist Steiniðjan stein-smíðina. Heiðurskjál Stúdentaakademíu 1. desember 1968 skrautritaði Steindór Björnsson frá Gröf.

Stúdentastjarnan, sem veitt skal árlega, er fimmmanna stjarna úr silfri, og er á henni upphleypur hringfloður. Meðfram neðri brún hringhelmingins er áleturinn **1. DESEMBER**; í miðu er viðkomandi ártal grafið, en meðfram efri brún hringhelmingins er áleturður lateski orðskviðurinn **PER ARDUA AD ASTRA**, sem þýðir **ENGINN VERÐUR ÓBARINN BISKUP** eða orðrét Á BRATT-ANN TIL STJARNANNA.

Það er einlæg von Stúdentaakademíu, að veiting Stúdentastjórnunnar verði aldrei öfundarefni, heldur hvetji hún ávallt íslenska vísindamenn, menntamenn og listamenn til þess að sækja **Á BRATTANN TIL STJARNANNA**.

II. FUNDUR Í NORRÆNA HÚSINU

A. UPPHAFSORD FORSETA STUDENTATAKADÉMÍU

Góðir fundarmenn.

Fyrir hönd Stúdentaakademíu vil ég setja þennan fund og bjóða ykkur alla velkomna.

Gestur okkar í kvöld er prófessor Þorbjörn Sigurgeirsson, forstöðumaður Eðlisfræðistofu Raunvísindastofnunar háskólans, og langstær mig til þess að kynna hann nokkrum orðum.

Þorbjörn er 51 árs að aldri, fæddur árið 1917 í Austur-Húnavatnssýslu. Þegar hann var tvítugur, lauk hann stúdentsprófi frá Menntaskólanum á Akureyri. Síðan stundaði hann eðlisfræðináám við Hafnarháskóla um sex ára skeið og lauk þaðan magistersprófi. Að því búnu var hann við framhaldsnám, fyrst eitt ár í Svþjóð, en síðan tvö ár í Bandaríjunum. Þá kom hann heim til Íslands árið 1947 og hefur síðan unnið hér mjög fjölbætt störf.

Þorbjörn hefur starfað mikið í tengslum við háskólann, var aukakennari um tíu ára skeið eða frá 1947–1957, en síðan hefur hann verið prófessor. Árið 1958 varð hann forstjóri Eðlisfræðistofnunar háskólans og gegndi því starfi til 1966, þegar hún var formlega lögð niður, en eðlisfræðistofnunin gekk sem kunnugt er inn í Raunvísindastofnun háskólans, er þá var stofnuð, og hefur Þorbjörn verið forstöðumaður rannsóknastofu í eðlisfræði við þá stofnun frá upphafi. Þorbjörn var framkvæmdastjóri Rannsóknaráðs ríkisins frá 1949–1957 og formaður Kjarnfræðanefndar Íslands frá stofnun hennar 1956 fram til ársins 1964. Auk þess hefur Þorbjörn ritað mikið um vísindaleg efni, bæði í innlend og erlend tímarit.

Þorbjörn er kvæntur Þórdísi Aðalbjörgu Þorvarðsdóttur frá Stað í Súgandafirði, og eiga þau fimm syni.

Þorbjörn hlaut sem kunnugt er Stúdentalistjörnnuna 1968 fyrir framúrskarandi starf á sviði raunvísinda. Og nú mun hann m.a. tala um hina einstöku þætti þess framúrskarandi starfs, sem hann hlaut viðurkenningu fyrir, og svara síðan fyrirtspurnum, sem við vonum, að verði fjölmargar.

Nú vil ég gefa Þorbirni orðið.

B. EÐLISFRÆÐIRANNSÓKNIR VIÐ HÁSKÓLA ÍSLANDS

Ég mun hér leitast við að gera grein fyrir eðlisfræðirannsóknunum þeim, sem hafa farið fram á vegum Háskóla Íslands, fyrst við Eðlisfræðistofnun Háskóla Íslands og síðan við Raunvísindastofnun Háskóla Íslands. Þar sem prófessor Magnús Magnússon hefur gert grein fyrir skipulagsmálum þessara stofnana í grein sinni í bókinni „Mennt er mátur“, sem kom út á vegum Stúdentalistafélags Háskóla Íslands í tilefni fullveldisafmælisins, mun ég aðeins lýsa víðfangsefnum og vinnubrögðum, eins og þau hafa þróað þann rúma áratug, sem liðinn er, síðan starfsemi þessi hófst.

Eðlisfræðistofnunin hóf starfsemi sína í ársbyrjun 1958, en þá hafði verið stofnað við verkfræðideild prófessorsembætti í eðlisfræði, og skyldi prófessorinn jafnframt veita forstöðu rannsóknastofu til mælinga á geislavirkum efnum. Ákveðin ábending um nauðsyn slíkrar rannsóknastofu hafði komið frá Kjarnfræðanefnd Íslands, en að henni stöðu framámenn raforkumála og fulltrúar rannsóknastofnana. Þegar ég var skipaður prófessor og fluttist frá Rannsóknaráði ríkisins, þar sem ég hafði áður unnið, fluttust með mér tvö rannsóknaverkefni: Rekstur segulmælingastöðvar, sem Rannsóknaráð hafði reist við Leirvog í Mosfellssveit á árinu 1957, og bergsegulmælingar, sem stundaðar höfðu verið af okkur prófessor Trausti Elínarsyni um margra ára skeið á vegum Rannsóknaráðs.

Þessi starfsemi varð svo upphafið að því, sem fljótlega var kallað Eðlisfræðistofnun háskólans. Í byrjun var allt kapp lagt á að koma af stað Mælingum á Geislavirkum Efnunum, en mælitæki vantaði, og fé var ekki fyrir hendi til þess að kaupa þau, svo að um annað var ekki að ræða en að byrja á því að smíða tækin.

Nú vildi svo vel til, að úti í Kaupmannahöfn var Íslendingur, sem nýlega hafði lokið eðlisfræðiprófi og starfaði einmitt að mælingum á geislavirkum efnum við dönsku kjarnorkustöðina í Risó. Meira að segja gerði hann mælingarnar með mælitækjunum, sem smíðuð höfðu

verioð eftir hans eigin fyrir sögn, og stóðu þau frammar þeim mælitækjum, sem voru til á markaðinum á þessum tíma.

Þetta var Páll Theodórsson, eðlisfræðingur, en hann var ráðinn að háskólanum hér snemma á árinu 1958. Áður en hann yfirgaf Danmörku, hafði hann undirbúið **smíði mælitækja** fyrir eðlisfræðisíðf-unina, og einnig fengust lánuð mælitæki hjá dönsku kjarnorkustofn-uninni, þannig að mælingar gátu hafiz hér von þráðar.

Í upphafi var einkum talið aðkallandi að mæla geislavirk efni, sem dreifast út frá kjarnorkusprengringum og menga bæði loft og vatn um alla jörðina. **Reglubundnar mælingar** á geislavirkum efnunum í lofti og úrkomu hófust strax á árinu 1958 og hefur verið haldið áfram alla tíð síðan. Einnig komu til mælingar á geislavirkum efnunum í matvælum.

Fylgt var af athygli með niðurstöðum þessara mælinga, þar sem **mengunin** óx stig af stigi, allt frá því að mælingarnar hófust og fram til ársins 1963. Hver tilraun með kjarnorkusprengringur sendi nýja gusu af geislavirkum efnunum út í gúfuhvolfið og upp í heiðhvolfið, en þar dreifðust þessi efni um alla jörðina. Síðast var svo komið, að geisla-virk mengun vissra matvæla var farin að nálgast það, sem læknar köll-ðu **hættumarkið**, og menn fóru að verða hugsandi út af heilbrigðis-ástandi mannkynsins í framtíðinni. Sem betur fór komust á **samningar** um að hætta tilraunum með kjarnorkusprengringar í andrúmsloftinu, og fer að draga út menguninni upp úr 1963. Nú orðið gætit geislavirkra efna **sátaltið** í lofti eða úrkomu, og mælingarnar eru framkvæmdar meira af gömlum vana en af nauðsyn. Mengunat gætit þó enn þá í mat-vælum.

Mælingar þessar – og aðrar, sem gerðar hafa verið erlendis – benda okkur á eina athyglisverða staðreynd, en hún er sú, að okkur **Íslend-ingum** er mun meiri hættu búin af geislaryki en þjóðum, sem **byggja fjösamari lönd**. Það virðist svo sem strjáll gróður á ófrjóu landi, einkum til fjalla, sjúgi til sín sum hinna geislavirku efna, sem á jörðina falla, þannig að mengun þessa gróðurs verði miklu meiri en þar sem þéttur gróður þekur jörðina.

Jafnframt mælingunum var einnig unnið að því að bera tækjakost-inn, en í því starfi voru stúdentar sérstaklega líðtækir og unnu okkur mikið gagn, um leið og þeir öðluðust sjálfir æfingu í rafagnatækni (elektroník).

Strax og tóm vannst til, var **starfsvið geislamælinganna útvikl-að** og tekið að kanna aðferðir til að mæla rennsli, bæði í vatnsrörum og ám, með íblöndun geislavirkra efna. Aðferð þessi reyndist nothaf, jafnt

fyrir rennsli í mjóum vatnsleiðslum sem í stórárn landsins. Nákvæm-in er sambærileg við ýmsar aðrar aðferðir, en íblöndunaraðferðin leyfir **RENNSLISMÆLINGAR** við aðstræður, þar sem aðrar að-ferðir bregðast. Þannig er hún einkar hentug í straumhórðum ám í þröngum farvegi, en afur á móti nær ónothæf í ám, sem breiða mjög út sét.

Nú síðari árin hefur **eitt aðalviðfangsefni geislamælinganna** – en það orð notum við sem samheiti yfir allar mælingar á geislavirkum efnunum – verið **ÞRÍVETNISMÆLINGAR**. Mælingar þessar, eins og allar aðrar geislamælingar, hefur Páll Theodórsson annað ásamt að-stöðarmönnum sínum, einum eða fleiri eftir atvikum. Einnig hefur hann **smíað tæki** þau, sem þrívetnið er mælt með. **Þrívetni** er geisla-virkur vetnisísótopur (geislavirk vetnissamsætja), þrefalt þyngri en venjulegt vetni. Helmingunartíminn er allangur eða rúm tólf ár. Þetta efni kemur fyrir í mjög litlu magni í öllu vatni í gúfuhvolfinu. Það myndast eftir í lofthjúpi jarðar fyrir áhrif geimgeislanna, en aðalfram-leiðslan hefur þó verið í vetnissprengringum upp á síðkastið.

Hér er um að ræða **mælingar** á þrívetni í úrkomu og uppsprettu-vatni. Mælingarnar eru mjög vandasamar, vegna þess hve lítið er af þrívetninu. Þvíjað er á því að auðga vatnið með rafgreiningu. Þá er t.d. tekin einn lítri af vatni og rafgreindur, þar til aðeins einn rúm-sentimetri af vatni er eftir, en við rafgreininguna fer tiltölulega lítið burt af þrívetninu, og nú er allt vetnið úr vatni því, sem er eftir, sent inn í mjög næman geislanema, þar sem geislaverkun þrívetnisins er mæld.

Tilgangur þessara mælinga er einkum sá að finna, **hversu lengi** vatn, sem kemur upp í heitum eða köldum uppsprettum, hefur dvalizt **neðanjarðar**. Haustið 1962 gerðu Rússar sína síðustu kjarnorkutil-raun, þar sem sprengdar voru mjög stórar vetnissprengringur. Sumarið eftir varð þrívetnismagn úrkommunar langtum herra en það hafði áður orðið. Hvað þrívetnismagn snertir, sker þetta vatn, sem féll sumarið 1963, sig úr öllu öðru vatni, og má þekja það, þar sem það fer um jarð-vegin og þar sem það kemur upp í uppsprettum. Mælingar á drykkjar-vatni Reykjavínga sýna t.d., að um hálfis árs bið er á því, að regnvatns fari að gæta í Gvendarbrunnunum, og jafnvel þá er megnið af vatninu miklu eldra. Í vatnsbóli Hafnfirðinga er vatnið enn eldra en í Gvendar-brunnunum. Á báðum þessum stöðum hlýtur að vera um mikinn neðan-jarðarvatnsgeymi að ræða.

Í **heitum uppsprettum**, einkum djúpum borholum, gætit þrívetnis

yfirleitt mjög lítið enn þá, enda þótt nú sé líðinn hálfur annar áratugur, síðan veruleg aukning varð á þrívetnismagni úrkomunnar. Þetta bendir til þess, að heita jarðvatnið sé yfirleitt a.m.k. margra áratuga gamalt. Öðru máli gegnir um heitar uppsprettur, þar sem heita vatnið hefur blandast yfirborðsvatni ofarlega í jarðlögum. Í slíkum uppsprettum er áberandi mikið af þrívetni, og þrívetnismælingin er því mjög næmur mælikvarði á, hvort slík blöndun hefur átt sér stað.

Skemmtileg viðbót við fyrri mælingar fékkst, þegar mæld voru borkjarnasýnishorn, sem tekin voru á Bárðarbungu í VATNAJÖKLI síðastliðið vor. Niðurstöður mælinganna sýna, að sáráttil blöndun á sér þarna stað. Snjólögin leggjast hvert ofan á annað og pressast saman, þar til þau eru orðin að samfelldum is á 30–40 metra dýpi, en snjólinn virðist aldrei ná að blotna sem neinu nemur. Þarna liggur því úr-koma undanfarinna ára og áratuga óhreyfð, og þangað er hægt að sækja hana til að mæla í heimi allar þær sveiflur, sem orðið hafa í þrívetnismagni, í stað þess að safna úrkomunni, um leið og hún fellur, eins og við höfum gert.

Sem stendur er Páll að fast við rannsóknir á rennsli heita vatnsins hér undir höfuðborginni. Geislavirku jöði er blandað í allmikið vatnsmagn og dælt niður í borholu, þar sem það rennur út í jarðlögina um sömu vatnsæðarnar og annars flytja heit vatn inn í holuna. Jöðið helzt uppleyst í vatninu og fylgir því, hvar sem það fer, svo að auðvelt er að þekja þetta sérstaka vatn. Það má meira að segja sjá, hve mikill hluti þess vatns, sem dælt er niður, kemur upp úr ákveðinni borholu. Þetta er að vísu mjög seinnunin rannsókn, vegna þess hve neðan-jarðarrennslið er hægfara, en tilraunir undanfarinna ára benda til þess, að nota meggi þessa aðferð til þess að fá upplýsingar um renniss-tefnu, renniss hraða, vatnsmagn í jarðlögum og áhrif útstreymis úr borholu á neðanjarðarrennslið.

Jafnvel áður en eðlisfræðistofnunin tók til starfa, var farið að ræða um nauðsyn þess að taka upp ísótópamælingar hér á landi, og var dr. Gunnar Böðvarsson helzti hvatamaður þess máls í upphafi. Við TVÍVETNISMÆLINGAR er um að ræða mjög nákvæma mælingu á hlutfallinu milli fjölda tvívetnisatóma og venjulegra léttu vetnisatóma í vatni. Þetta er sérhæft mæliræknir, og slíkar mælingar eru aðeins framkvæmdar á tiltölulega fáum stöðum í heiminum. Mælirækið – massagreininirinn (Mass Spectrometer) – var torfunduð á

heimsmarkaðinum – og rándýr þau tæki, sem kom til greina, að gætu fullnægt þörfum okkar. Útlitið var því ekki gleslegt og líkurnar litlar um frangang málsins, þegar farið var fyrst að ræða um að taka þessar mælingar upp hér. Hér fór þó sem oftar, að lánið lék við okkur, en það var tvennt, sem varð til þess að gera ísótópamælingar hér að veruleika. Í fyrsta lagi tókst okkur að velja áhuga hjá Alþjóðakjarnorkumála-stofnuninni á fyrirhuguðum grunnavatnirannsóknunum hér á landi, og varð það til þess, að árið 1960 veitti sú stofnun eðlisfræðistofnuninni styrk að upphæð 25.000 bandaríkjadali til kaupa á massagreini ásamt fleiru. Í öðru lagi baðst bandarískur maður, dr. Friedman, til þess að sjá um smíði á massagreini fyrir okkur, en dr. Friedman vann þá í Washington við sams konar mælingar og hér voru fyrirhugaðar og hafði áður smíðað massagreini handa sjálfum sér. Dr. Friedman hafði komið hingað til lands sumarið 1957 og safnað vatni úr heitum og köldum uppsprettum vegna mælinga sinna, og sumarið 1963 kom hann og setti saman massagreinin fyrir okkur. Mikið af tafagnatræki-um þeim, sem til þurfti, var þó smíðað hér af Erni Garðarssyni, verkfræðingi.

Þar með höfðum við eignast massagreini, sérstaklega smíðin fyrir okkar þurftir, og það fyrir verð, sem var aðeins brot af markaðsverðinu á tilsvaramandi tæki. Tæki þetta hefur reynzt ótrúlega vel, og má heita, að því hafi aldrei orðið misdægurt þau fimm ár, sem það hefur verið í notkun.

Mælingin er í því fölgín, að vatn er leitt yfir heitan úraníummál, þar sem það breytist í vetni. Vetrinu er safnað í glerhylki, en síðan leitt inn í massagreinin, þar sem þungt og létt vetni er skilið að í segulsviði og hlutfallið mælt á milli fjölda þungra og léttu vetnisatóma.

Allt frá byrjun hafa mælingar þessar verið gerðar af Braga Annasyni, efnatræðingi, ásamt einni aðstoðarstulku. Sýnishorn eru einkum tekin af úrkomu og úr heitum og köldum uppsprettum. Tilgangurinn er að rannsaka uppruna uppsprettuvatnsins, einkum heita vatnsins.

Þrívetni er vetnisísótópur, sem er helmingi þyngrri en venjulegasta gerðin af vetni. Hann fyrirfinnst í öllu náttúrulegu vatni, en þó í dálítið mismunandi magni. Þannig hefur vatnsgufa t.d. yfirleitt nokkru minna tvívetnismagn en vatnið, sem hún kemur úr. Þegar gufa þétist, t.d. í skýjum, verður tvívetnismagnið hins vegar meira í vatnsdropunum en í gufunni, sem þeir myndast úr. Úrcoma, sem fellur hér á landi, er yfirleitt uppgufun úr hafinu í hring, en tvívetnissinnihald

þessarar útkomu er 5–10% lægra en í hafinu. Hæst er tívætnishlutfallið í útkomunni **út við ströndina**, en **lægst um miðbik landsins**, en það stafar af aðgreiningu þeirri, sem verður á vætnisórópunum samfara drepamyndun í regnskýjum.

Bragi er nú langt kominn með að **kortleggja tívætnismagn útkomu fyrir allt landið**. Tívætnismagn útkomunnar, sem fellur við suðurströndina, er 5% lægra en í sjó, og í útkomu, sem fellur um miðbik landsins, er tívætnismagnið 10% lægra en í sjávarvatni.

Rannar eru bein útkomusýnishorn ekki mikið notuð við þessar mælingar, þar sem miklar sveiflur eru á tívætnismagni útkomunnar og nauðsynlegt er að safna henni í mjög langan tíma til þess að fá **not hæft meðalsýnishorn**. Vain til þessara rannsókna er einkum sótt í kaldar uppsprettur, þar sem vanta má, að mikil blöndun hafi farið fram, þannig að eitt sýnishorn gefi meðalgildi margra mánaða eða jafnvel margra ára. Þess þarf þó að geta, að útkomusvæði uppsprettunnar sé í nágreinni hennar, svo að vafi leiki ekki á, hvar vatnið hefur fallið sem útkoma. **Tívætniskortid sýnir mjög reglubundnar breytingar** í tívætnismagni útkomunnar, en það minnkar jafnt og þétt utan frá ströndum landsins og inn að miðhálendinu. Á stökum stað veldur þó landslagið smávægis óreglu.

Með því að hafa hliðsjón af kortinu má nú nota **tívætnismælingar** á vatni úr uppsprettum af óþekktum uppruna til þess að **gefa vísbendingu um, hvar útkomusvæði uppsprettunnar liggur**. Þannig sést t.d., að Bratará fær vatn ofan úr Langjökli, enda þótt enginn farvegur sé sjáanlegur. Mælingar á **heitu jarðvatti hér í Reykjavík** benda til, að það eigi **upptök sín** á svæðinu **frá Súlum inn að Langjökli**. Væntanlega mætti víða bora niður á það á leiðinni frá þessu svæði.

Tívætnismagn í heitu jarðvatni er yfirleitt minna en í útkomu á uppsprettusvæðinu, og bendir þetta til þess, að **heita vatnið komi frá miðhálendinu**.

Það virðist svo sem nokkur hluti útkomunnar, sem fellur á hálendið, sigi þar niður á mikið dýpi og hitni, um leið og vatnið berst langar leiðir frá upphafsstaðnum. Sú heildarmynd, sem fæst þannig af neðanjarðarrennslí hins heita jarðvatts, er raunar alveg eins og sú, sem **prófessor Trausti Einarsson** setti fram fyrir heilum aldarfjórðungi í sambandi við kenningar sínar um orsakir jarðhitans.

Hvað snertir heitar uppsprettur á vestanverðu Suðurlandi, Suðvesturlandi og sunnanverðu Vesturlandi, virðast böndin **yfirleitt** berast að **Langjökulssvæðinu** sem útkomusvæði fyrir þessar upp-

sprettur. Undantekning er Krýsuvíkursvæðið, sem virðist fá vatn sitt af Reykjanessinu sjálfu, og jarðhitasvæðið við Reykjanesvíta, en þar kemur upp sjór. Tívætnismælingarnar hafa þegar gefið hina stóru drætti í neðanjarðarrennslí **heita jarðvattsins um suðvestanvert landið**, og með áframhaldandi mælingum fæst væntanlega tilsvarendi mynd fyrir aðra landshluta.

Þar sem **LANGJÖKULLSSVÆÐID** reyndist eins konar miðstöð fyrir heita jarðvatnið á suðvesturhluta landsins, var séstök ástæða til að geta **ítarlega rannsókna** á tívætnismagni í útkomu á þessu svæði, og þá ekki sízt á jöklinum sjálfum. Þessi rannsókn krefst þó **yrtustu varúðar**, vegna þess að það er engan veginn gefið, að ísinn í jöklinum sé eins samsettur og útkoman, og það má meira að segja búast við því, að vatnið, sem sigur niður úr jöklinum, hafi annað tívætnismagn en ísinn. Þetta stafar af því, að ísótöpuhlutfall vatnsins breytist við frýstingu, engu síður en við uppuftun.

Nokkrir leiðangrar hafa verið gerðir út á Langjökul til að safna sýnishornum, bæði af þurrum snjó frá vetrinum, teknum áður en leysing hófst, blautum yfirborðssnjó, teknum að sumri til, og einnig voru tekin sýnishorn af eldri snjó og ís, sem sótt voru niður í jökulinn með bor, sem bræðir sig niður í ísinn.

Það kom í ljós, að snjórinn á jöklinum fær auknið tívætnisinnihald við það að gegnblotna og bráðna að nokkru yfir sumarið, og jökulhiarnið verður því auðugra af tívætni en útkoman. Hins vegar verður tívætnismagn leysingavattsins minna en útkomunnar.

Að þessum mælingum loknum, og eftir að hafa gett nokkrar tívætnismælingar á snjó, sem bræddur var í rannsóknastofunni, tá li þó Bragi og fleiri, að **breytingar** þær, sem verða á **tívætnismagninu** í **snjónum**, mundu fylgja það föstum reglun, að unnt væri að reikna þær út í aðaldráttum, og gætu breytingarnar jafnvel gett það kleift að nota tívætnismælingarnar til að veita veigamiklar upplýsingar um háttalag jökulsins, svo sem hversu mikill hluti ársútkomunnar sezt að jöklinum og hvernig hreyfingum hans er háttað. Ýmsir erlendir starfsbræður Braga hafa þó ekki viljað fallast á hina nýju **kenningu**, en framtíðin og fleiri mælingar munu skera úr um, hver hefur á réttu að standa.

Þegar **SURTSEYJARGOSIÐ** stóð sem hæst, tók Bragi að venja þangað komur sínar og vann að því ásamt fleiri að safna vatni og gasi, sem kemur upp með hraunkvikunni. **Gassöfnun** þessi var bæði erfið og áhettusöm, en tókst þó með miklum ágætum, því að gasið

náðist ómengað af andrúmslofti, og er það í fyrsta sinn, sem ómengað **gas hefur náðst frá eldgosi**, svo að vitað sé. Tilgangurinn með gas-söfnuninni var að mæla í því hlutföll vetnissótópanna. Niðurstaðan varð sú, að vetni það, sem fylgir hinni bráðnu hraunkviku langt niðri í jörðinni, innihaldi mun minna af tvívetni en sjórinn eða álka og úr-koman hér við suðurströndina.

Í beinu áframhaldi af þessum **GASMÆLINGUM** tók svo Bragi að mæla tvívetnismagníð í vetni því, sem kemur víða upp með hveragasi. Þetta tilteki virðist nú ætla að bera ríkulagan ávöxt, því að allt bendir til þess, að þarna sé fundin aðferð til að ákveða hitastig jarðhitasvæða án þess að bora.

Vetnigas, sem er uppleyst í heitu jarðvatni, kemst smátt og smátt í eins konar ísótópajafnvægi við vatnið, en tvívetnishlutfall vetnissins er þó háð hitastiginu. Það tekur langan tíma, að jafnvægi þetta komist á. En þegar því er einu sinni náð, getur vetnið hæglega stigið með vatninu upp til yfirborðsins, losnað úr því með öðru hveralofti og kólnað, án þess að merkanleg breyting verði á tvívetnishlutfalli þess. **Mæling á vetnigasinu getur því til kynna tvívetnishlutfallið, eins og það var niðri í jörðinni, og út frá því má reikna hitastigið.**

Hvort þetta gengur raunverulega fyrir sig eins og hér var lýst, verður aðeins ráðið af mælingum á vetnigasí frá jarðhitasvæðum og sammanburði við hitastig, mæld í borholum á sömu svæðum. Bragi hefur þegar gert vetnismælingar á allmörgum jarðhitasvæðum, og er samsvörun útreiknaðs og mælds hitastigs yfirleitt góð, þar sem sammanburði verður við komið, en víða er örugg hitastigsmæling ekki fyrir hendi. Samkvæmt vetnismælingunum ætti jarðhitasvæðið við **Reykjanesvitann** að vera heitast allra þeirra jarðhitasvæða, sem mæld hafa verið, en Námaskarð næstheitast.

SEGULMÆLINGAR hafa verið veigamikill þáttur rannsóknastarfsins allt frá upphafi. Í segulmælingastöðinni, sem er staðsett við Leirvog í Mosfellsveit, fer fram stöðug mæling á segulsviði jarðar með sjálfvirkum mælirækjum. Stöð þessi er einn hlekkur í keðju af segulmælingastöðvum, dreifðum um alla jörðina, sem hafa því hlutverki að gegna að fylgjast með öllum **BREYTINGUM**, sem verða **Á SEGULSVIÐI JARÐAR**. Breytingar þessar eru af tvennum toga spunnar. Annars vegar eru **örar** breytingar, sem stafa frá rafstraumum uppi í rafhvolfinu og standa oft í sambandi við breytingar á sólinni. Þessar breytingar sjást skýrt á línuvitum úr hinum sjálfritandi

tækjum. Hins vegar eru svo mjög **hæglæra** breytingar, sem eiga upp-tök sín í iðrum jarðar og verða ekki greindar nema með því að reikna út meðaltöl yfir langan tíma og geta sammanurð á segulsviðinu frá ári til árs. Allmikil úrvinnsla og útreikningar eru því samfara starfinu við segulmælingastöðina.

Fyrst í stað hafði ég umsjón með stöðinni, en um daglega vörzlu var samið við einhvern, sem átti heima í nágrenninu. Lítið tóm gaðst mér þó til úrvinnslu, og var því **aðallega** um að ræða **hreina gagnasöfnun**. Árið 1963 tók dr. Þorsteinn Sæmundsson við segulmælingastöðinni og hefur haft allan veg og vanda af rekstri hennar síðan. Úrvinnsluna hefur hann annað með einni aðstoðarútlku og einnig nokkurt hjálp frá stúdendum, en allir útreikningar hafa verið gerðir í tölvu háskólans. **Úrvinnslu er nú lokið allt fram til síðustu áramóta**, og er öll sú vinna hin vandaðasta. Má á næstunni vænta skýrslu um segulmælingar í Leirvogi, sem ná yfir tíu ára tímabil. Þar kemur m.a. í ljós, að misvísun áttavítans hefur aðeins minnkað um tæpar fimmtu bogamínútur á þessum tíu árum, en áður var talið, að misvísunin minnkaði tvöfalt hraðar hér á landi. Slíkar **upplýsingar hafa gildi fyrir siglingar, bæði í lofti og á legi.**

Frá 1965 hafa á segulmælingastöðinni farið fram mælingar á úrvapshvölgjum eða rafsegulsvellum utan úr geimnum í því skyni að **KANNA ÁSTAND RAFHVOLFSINS**. Mælingar þessar eru gerðar fyrir bandaríska aðila, og nýttur segulmælingastöðin styrks fyrir, en hann auðveldar reksturinn, svo að nú er dagleg varzla stöðvarinnar í höndum starfsmanna raunvísindastofnunarinnar.

Af öðrum rannsóknum, tengdum segulsviðsmælingum, má nefna **NORDURLJÓSARANNSÓKNIR**, sem Þorsteinn hefur stundað **allt frá 1963, m.a. með myndatökum frá tveim stöðum á landinu**, þar sem myndir eru teknar af öllum himninum á mínútu fresti hverja heiðskíra nótt, meðan dímmt er.

Þá skal lítilllega drepjið á **BERGSEGULMÆLINGAR**, en við prófessor Trausti Einarsson höfðum unnið að þeim allengí, áður en eðlisfræðistofnunin tók til starfa, eins og áður er sagt. Ljóst var orðið, að öll **basaltbellan**, sem Ísland er myndað úr, var samsett úr hraunlögum, sem skiptust í flokka eftir því, hvort segulmagnun þeirra fylgdi stefnu segulsviðs jarðar eða var mósett henni. Fyrri gerðin hafði myndazt á vissum skeiðum jarðsögunnar, þegar segulsvið jarðar hafði svipaða stefnu og nú, en hin gerðin á tímum, þegar segulsviðið snéri öfugt við það, sem það gerir nú. Af athugunum okkar Trausta mátti

sjá, að segulsvið jarðar hafði snúizt við meira en þriðju sinnum, á meðan berggrunnur Íslands var að myndast.

Sumrin 1965 og 1966 fór fram mikil sýnishornataka til bergsegulmælinga í samvinnu við vísindamenn frá Lundúnaháskóla. Úrvinslu þeirra gagna er ekki enn að fullu lokið, en sú niðurstaða liggur þó fyrir, að jarðsviðið muni hafa snúizt við a.m.k. sextu sinnum, á meðan landið var að myndast, en það hefur ventanlega tekið 10–20 milljón ár.

Árið 1959 var hafin smíði á **TÆKI TIL MÆLINGA Á SEGULSVIÐI** í bortholum, og hafði Vísindasjóður veitt styrk til þessarar framkvæmdar, en mælingarnar áttu að veita upplýsingar um segulmögnun bergsins, sem holan lá í gegnum. Ákveðið var að reyna að smíða mæliræki af mjög nýstárlegri gerð, sem fundið hafði verið upp í Bandaríkjunum aðeins fáu árum áður. **Tæki þetta byggist á sérstöku eiginleikum vetnisjárnans** — eða róteindarnnar — og hegðun hans í segulsviði.

Róteindir (prótónur) eru smáseglat, sem snúast um sinn eigin ás, en í segulsviði kemur að þeim möndulsnúningur, svipaðs eðlis og hjá skopparakringlu, þegar ásin fer að hallast. Hraði möndulsnúningins er í réttu hlutfalli við styrkleika segulsviðsins.

Mælingin fer þannig fram, að vatn er sett í flösku og komið fyrir inni í spólu, sem undin er úr koparþræði. Fyrst er allstærkum rafstraumi hleypt í gegnum þráðinn, en hann skapar segulsvið í spólunni, sem leitast við að beina smásegulunum eða róteindunum í ákveðna stefnu. Síðan er straumurinn rofinn og möndulsnúningur róteindanna hefst í segulsviði því, sem er nú í flöskunni. Við hinn sameiginlega möndulsnúning smásegulanna spanast ríðstraumur í spólunni, og tíðni hans gefur til kynna hraðann í möndulsnúningnum. Áð vísu er spennan, sem spanast í spólunni, mjög lítil, aðeins um einn milljónasti úr volt, en hana má magna og síðan mæla tíðnina. Þar með er styrkleiki segulsviðsins fenginn, því að milli hans og tíðninnar er ákveðið hlutfall, sem mælt hefur verið í eitt skipti fyrir öll.

Hér hefur mikið mál verið skýrt í fám orðum. En jafnvel þótt ljóst væri, hvað þyrfti að gerast í mælingatækinu, þá var þó engan veginn eins ljóst, hvernig ætti að fá það til að gerast. Til þess þurfti **sérhæfða rafagnatæki** og manna, sem hefði hana á valdi sínu. Mér varð það til láns, að um þessar mundir kom heim frá námi fyrirverandi nemandi minn úr verkfræðideild, Örn Garðarsson, og hafði hann lokið prófi í rafmagnsverkfræði í Kaupmannahöfn. Mér var Örn að góðu kunnur,

enda tókst hann ótrauður á við verkefnið og hafði smíðað tækið að ári loknu. Bortholumælingin gerði að vísu mjög strangar kröfur til mælisins, vegna þess hve ójafnt segulsviðið er í bortholum hér á landi og ekki var mælt segulsvið nema í einni bortholu, en við komumst brátt að því, að **mæliræki þetta var ómissandi** við margs konar segulmælingar, bæði segulkortagerð og mælingar á segulmælingastöðinni. Frá 1963 hefur það, tengt sjálfvirkum tækjum, sem smíðuð voru af Birni Kristinssyni, verkfræðingi, verið í **stöðugri notkun** í segulmælingastöðinni, þar sem það mælir styrkleika segulsviðsins á tíu mínútna fresti. Sumarið 1965 var það ásamt hinum sjálfvirkra búnaði sett upp í **þyrtu**, þar sem það gerði segulsviðsmælingu á þriggja sekúndna fresti. Þannig var það t.d. notað til að gera **segulkort af Surtsey**.

Á ensku máli kallast svona tæki „Proton Precession Magnetometer“. En þar sem tæki þetta bar oft á góma á eðlisfræðistofnuninni, þurftum við á þjálu nafni að halda, og var það skírt **MAGNI**.

Þegar smíði magna var lokið, fór ég að hugleíða möguleika á því að **endurbæta þetta ágæta mæliræki**. Heyrzt hafði um aðferð til að viðhalda hinum sameiginlega möndulsnúningi róteindanna í flöskunni, þannig að tækið gæfi frá sér stöðugan ríðstraum, en í magna hvefurfur ríðstraumsmerkið á nokkrum sekúndum, og verður að endurvekja það með því að senda að nýju rafstraum í gegnum spóluna.

Fleiri en ein aðferð kom til greina til að viðhalda möndulsnúningnum, en sú, sem mér leizt best á, er í stuttu máli á þá leið, að vatn (eða annar vetnisauðugur vökv) er látid renna í gegnum sterkt segulsvið, þar sem ásar róteindanna beinast í vissa stefnu. Síðan rennur vatnið eftir mjöu röri inn í flösku þá, sem var áður nefnd, en þar taka róteindirnar að dansa um segulsviðið, eins og áður var lýst. Áð vísu þreystast þær og helast úr lestinni, eins og í hinu tækinu, en hét koma stöðugt nýjar í staðinn, svo að dansinn heldur áfram. Áð vísu þarf að ýta smávægis við róteindunum, áður en þær fara inn í flöskuna, en við sleppum því hér.

Aðferð þessi hefur augljósa mæliræknilega kosti fram yfir hina aðferðina. Ríðstraumsmerkið frá spólunni er hér sterkt og stöðugt, svo að rafagnatækin verður barnaleikur miðað við magna, og **mælingin verður samfelld, en ekki sundurslitin**.

Aðalvandkvæðin eru þau, að vatnið þarf að berast á mjög skömum um tíma frá seglinum inn í flöskuna. Segullinn verður því að vera nálagð flöskunni, og er þá hætt við, að hann truflí segulsviðið, sem mæla á.

Það, sem reið baggamuninn, að okkur tókst að smíða nothæft mæliræki, var það, að aðferð fannst til að flýta fyrir segulmögnum vatnsins eða niðurtöðun róteindanna í sterka segulsviðinu. Yfirleitt þarf vatnið að vera nokkrar sekúndur í sterka sviðinu til að óðlast fulla segulmögnum, en með því að koma fyrir **stálull** í bilinu á milli póla segulsins má fá þetta til að gerast margfalt hraðar og draga þá úr stærð segulsins að sama skapi og komast þannig hjá truflunum af hans völdum.

Smíðin tók að vísu langan tíma. Það munu hafa verið **um fjögur ár**, frá því að byrjað var og þar til tækið var orðið nothæft til mælinga. Ég vann að þessu í Ígripum, en aðalvinnan var framkvæmd af stúdendum. Það má sérstaklega nefna Þorstein Halldórsson, sem er nú við nám í Þýskalandi, og einnig vann Björn Kristinsson, verkfræðingur, nokkuð að þessu viðfangsefni. En nú hefur tæki þetta, sem orðhagur maður við raunvísindastofnunina, Þorstein Sæmundsson, hefur **skírt** móða (samkvæmt goðafræðinni var **MÓÐI**, sonur Þórs, cinnmitt bróðir Magna, svo að nafngiftin á vel við), verið í **notkun í segulmælingastöðinni í tvö ár**. Þar er það tengt vissum mælirækjum, sem gefa frá sér upplýsingar í formi, sem hægt er að seija beint inn í tölvu, þannig að úrvinnslan er mun auðveldari af þeim sökum.

Eftir að tæki þetta var komið í gang, var farið að huga að enn nýrri notkun, nefnilega að nota slíkt tæki til **mælinga og segulkortagerðar úr flugvél**, og nýtt tæki var smíðað, sem kallast **FLUGMÓÐL**. Tæki þetta var smíðað á síðasta ári og tilraunir með það gerðar síðastliðinn vetur. Í sumar hefur það verið notað allmikið við segulkortagerð, og nú hefur svæðið utan frá Reykjanesi og allt inn að jöklum verið kortlagt með þessu tæki.

Mælingin fer þannig fram, að flugmóði hangir neðan í flugvélinni, og riðstraumsmerkið frá honum, sem er heyrnlegur tónn með tíðni í kringum 2.000 sveiflur á sekúndu, er sent inn á segulbandstræki, sem er í flugvélinni. Þar er þessi tónn tekin upp, og einnig eru tíma-merki frá kristalhlutluku tekin upp á sama segulband. Síðan er unnið úr þessum mælingum eftir flugið. Þá er mæld tíðnin af segulbandinu í nokkurn veginn sjálfvirkum tækjum, sem gefa niðurstöðurnar á gata-rænu, þannig að hér verður um að ræða **úrvinnslu**, sem fer fram svo að segja algjörlega með reiknivél.

Að síðustu ætti ég e.t.v. að minnast aðeins á annað **TÆKI**, sem við höfum nú í smíðum og ætlað er **TIL STAÐSETNINGAR FLUG-VÉLAR** þeirrar, sem notuð er við segulmælingarnar.

Smíði þessa tækis er mjög skammt á veg komin, og það verður raunar ekkert sagt með vissu um það enn þá, hvort hún tekst, en **hugmyndin** er sú, að **móttökutæki og sendi** er komið fyrir á **jörðu** niðri, og sömuleiðis er móttökutæki og sendi í **flugvélinni**. Þessar stöðvar senda svo stöðugt á milli sín merki, þannig að móttökutækið á jörðinni tekur við því, sem kemur úr flugvélinni, og sendir það strax aftur gegnum sendistöðina. Það berst til flugvélarinnar. Svona heldur merkið áfram hringjinn. Í útrarpsbylgjum þeim, sem fara þarna fram og aftur, á svo að skapast tónn, og svarar tíðni hans til tímans, sem það tekur útrarpsbylgjurnar að fara fram og aftur. Þennan tón á svo að seija inn á segulbandið, en tíðni hans gefur fjarlægðina á milli flugvélar og jarðstöðvar.

Með þessu móti getur öll úrvinnsla mælinganna orðið algjörlega sjálfvirk, en **aðalerfíðleikarnir við kortagerðina hafa hingað til verið staðsetningin**.

Þá hef ég **stíklað á stóru um rannsóknastartseminna**. Eins og fram hefur komið, þá er um marga menn að ræða, sem vinna að þessari starfsemi. Þó að ég hafi nefnt ákveðin nöfn og tengt þau ákveðnum mælingum og rannsóknum, þá er tæplega hægt að segja, að ákveðinn einstaklingur vinni eingöngu að ákveðnum rannsóknum, því að það er í rauninni þannig, að um **GAGNKVÆMA SAMVINNU OG AÐSTOD** er að ræða á milli þeirra, sem starta við raunvísindastofnunina, og stöðugt er skippt á skoðunum, þannig að **útkoman**, sem fæst, er að **miklu leyri sameign** þeirra, sem vinna þar.

Ég ætlaði eiginlega að minnast svolítið á **FRAMHALD** þessara **RANNSÓKNA**, en ég veit ekki, hvort ég á að draga tímann með því lengur en orðið er.

Ég vil aðeins nefna það hér, að það hafa smátt og smátt safnast saman **allveruleg gögn** frá þessum rannsóknum, gögn, sem hægt er að leggja til **grundvallar nýju rannsóknastrafi** í mörgum tilvikum. Þar má nefna t.d. mælingar **segulmælingastöðvarinnar**, þar sem **óhemjumikil** gögn hafa safnast saman, og er hægt að vinna miklu meira úr þeim en gert hefur verið.

Hingað til hefur fyrst og fremst verið unnið úr þessum gögnum á þann hátt, sem venja er á segulmælingastöðvum, en öll línurit liggja fyrir, þannig að allar breytingar, sem orðið hafa á segulsviði jarðar á

hverjum klukkutíma og hverri mínútu undanfarin tíu ár, er þarna að finna, og það er hægt að sækja þangað gífurlegan fróðleik.

Veruleg úrvinnsla kenst líklega ekki í gang, fyrir en aukin kennsla í raunvísindum kenst á hér við háskólann. Þarna eru gögn, sem upplagt er að nota við framhaldsnám, t.d. til doktorsprófs, og ég vona, að tekin verði hér upp frekari kennsla í þessum greinum innan tíðar. Annað er það, að rannsóknastarfssemiinni hefur verið mikill fengur í vinnu stúdenta, enda þótt þar hafi hingað til náðast verið um aukastörf og frístundastörf að reða. En ef seinni hluta kennsla verður tekin upp hér við háskólann í eðlisfræði og öðrum þeim greinum, sem stundaðar eru við raunvísindastofnunina, þá mundi leiða af sjálft sé, að stúdentarnir ynnu þar að rannsóknnum, og það sýnir sig, að sá starfskraftur er einhver sá alverðmetastí, sem nokkur rannsóknastofnun getur fengið. Þarna er um að reða menn á bezta æviskeiðinu, þegar starfsgeitan er mest og jafnframt starfsöngunin, og það er ótrúlegt, hverju menn afkasta á þessum aldri.

Ég vil ljúka máli mínu með því að setja fram þá ÓSK, að takast megi sem fyrst að koma hér á framhaldskennslu í raunvísindum.

C. FYRIRSPURNIR OG SVÖR

1) Fyrirspurn:

Hafa menn látið sér detta í hug nokkra skýringu á því fyrirbæri, að jurtir á Íslandi mengast meira í geislavirku lofti en jurtir erlendis?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Páll Theodorsson getur eflaust svarað þessu betur, en ég held, að hér sé einfállega um að reða, að hver jurt dregur til sín **næringarefni frá stórum fleti**, þar sem gróðurinn er strjáll, og þar með einnig geislavirk efni, sem á hann falla. Ef gróðurinn er þéttur, skiptist sama magn geislavirkra efna niður á margar jurtir.

2) Fyrirspurn:

Í hverju er hagnýtt gildi segulmælinga helzt fólgið?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Þeirri spurningu verður varla svarað í fáum orðum, svo að vel sé. Segja má, að við höfum tekið sérstöku ástföstri hér við segulmælingar, og mælingarnar, sem við gerum, eru töluvert fjölbætтар.

Hér eru stundaðar segulmælingar við segulmælingastöðina, sem beinast að því að fylgjast með breytingum í segulsviði jarðar.

Hægfara breytingar segja eitthvað til um, hvað er að gerast inni í jörðinni. Við mundum líklega ekki í daglegu tali telja það hagnýtt verkefni, þar sem það er ekki bráðakallandi fyrir okkur að vita, hvað er að gerast langt niðri í jörðinni. Þó liður okkur e.t.v. betur, ef við höfum einhverja hugmynd um það. Mælingar á hægfara stefnubreytingu segulsviðsins hafa þó vissulega hagnýtt gildi. **Stökkort** sýna áttavítastefnuna á þeim tíma, sem þau eru gerð. Til þess að geta notað þau seina, þurfa menn að vita, hve mikið segulstefnan hefur breyzt, síðan þau voru gerð, og sama máli gegnir um **loftsíðlingar**.

Hinar hröðu breytingar segulsviðsins gefa upplýsingar um nokkuð, sem liggur okkur miklu nær og gerist yfir höfðum okkar, í nokkur hundruð kílómetra hæð. Þar stafa af rafstraumum, sem eru þar, en

þeir hafa áhrif á útbreiðslu úrvarpsbylgna og standa í sambandi við átturð, sem gerast á sólinni. Þegar **spá** skal fyrir um skilyrði til fjar-skipta, koma segulmælingar þessar að miklu gagni.

Svo kemur önnur hlíð mælinganna, sem við sinnum hér líka, og það er **segulkortagerð**. Hana má nánast flokka undir jarðfræði. Segulkort gefa **upplýsingar um þær jarðmyndanir**, sem undir liggja, segulmagnun þeirra, og jarðfræðin getur vissulega verið hagnýt. Sem dæmi um huganlega hagnýtingu þessarar segulkortagerðar má nefna, að svo virðist sem **jarðhitasvæði** hafi komið fram sem lægðir á segulkortinu. Sérstaklega lágt segulsvið virðist a.m.k. á einum eða tveim stöðum standa í sambandi við jarðhita. Á segulkorti því, sem gert hefur verið, eru nokkrir staðir, þar sem segulsviðið er geysilega sterkt og miklu sterkara en við höfðum hugmynd um, að væri til hér á landi. Við vitum ekki, af hverju þetta stafar. Það er atriði, sem þarf að rannsaka nánar. Segulsviðið er þarna meira en 50% sterkara en það er viðast hvar, og er það mjög óvenjulegt frávik. Leó Kristjánsson starfar nú að því að rannsaka þessi afbrigði og komast að því, hvað þau þýða. Eitt er það enn, sem reynzt getur þýðingarmikið í sambandi við þessar segulmælingar. Þar geta veitt **upplýsingar um myndunar-sögu landsins**. Það fer eftir atvikum, hvort kalla elgi það hagnýt eða ekki. Suðvestur í hafi úti á Reykjaneshryggnum eru mjög reglubundnar segultruflanir, og sviðarar truflanir virðast líka koma fyrir hér á landi á eldgosasvæðunum. **Segulsviðstruflanir yfir úthafshryggjum** er fyrirbæri, sem þekkt er um allan heim. Menn vita ekki, hvað er þarna á ferðinni, vita ekki, af hverju þær stafar, og það er erftit um vök á rannsaka það úti á úthöfum, en ef hægt er að komast að tilsvarende fyrirbærum hér á landi, þá er aðstaða öll önnur og miklu betri til rannsókna.

Að síðustu má geta þess, að **bergsegulmælingar** eru hlíðstærðar jarðfræðirannsóknunum, hvað **hagnýtt gildi** snertir, auk þess sem þar veita vitesku um segulsvið jarðar á liðnum tímum og einnig um seguleiginleika jarðefnanna.

3) Fyrirspurn:

Það kom í ljós áðan, að **segulsviðið** hefur oft **skipt um stefnu**, meðan bergið undir landinu myndaðist. Getur verið, að við meguum búast við slíku aftur á næstunni. Er einhver regla í skiptingunni?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Já. Við getum vissulega búzt við því. Bergsegulmælingar hafa sýnt, að segulsvið jarðarinnar skiptir tiltölulega oft um stefnu. Á **síðustu fimmtán milljón árum** hefur það skipt a.m.k. sex tíu sinnum um stefnu eða að jafnaði fjórum sinnum á milljón árum. Nú er vítið, að segulsviðið hefur ekki skipt um stefnu í ein 700.000 ár, svo að segja má, að það sé tími til kominn, að eitthvað fari að gerast. Mælingar hafa verið gerðar á styrkleika segulsviðsins síðustu 2.000–3.000 árin, og þar með á ég nú ekki við beinar mælingar, því að þær hafa ekki verið framkvæmdar svo lengi, heldur mælingar, sem gerðar hafa verið á brenndum leirnumum, sem menn vita, hversu gamlir eru. Af slíkum mælingum er hægt að ráða nokkuð í, hversu sterkt segulsviðið hefur verið, en svo virðist sem **styrkleiki segulsviðsins hafi minnkað mjög mikið þessi 2.000–3.000 ár**. Við upphaf þessa tíma hefur það verið a.m.k. 50% sterkara en nú, og vítið er, að nú minnkar það hér um bil 5% á öld, en það er allör breyting á jarðfræðilegan mælikvarða. Ef einhverju á að **spá**, þá gætum við vel búzt við því, að sviðið hefði skipt um stefnu eftir **nokkur þúsund ár**.

4) Fyrirspurn:

Hafa menn getað gert sér nokkra hugmynd um, af hverju **segulsviðið breytist**?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Jú. Menn hafa gert sér hugmynd um það, en þó ekki meira en svo. Það fyrsta er nú að gera sér grein fyrir, af hverju segulsvið jarðarinnar stafar yfirleitt. Einn sinni hugsuðu menn sér jörðina sem segulmagnaðan klump, en sú skýring gildir ekki lengur. Menn vita nú, að jörðin er geysihætt að innan, og það er tæplega hægt að hugsa sér segulmagnað efni, sem er svo heitt. En það, sem vantanlega **orsakar segulsviðið**, eru **rafstraumar í hinum bráðna kjarna jarðarinnar**. Þessir rafstraumar skapa segulsvið í kringum sig, en hreyfing jarðvökvans, með hjálp segulsviðsins, sér fyrir því, að rafstraumurinn haldist við. Þetta tengist svona saman, hreyfingin, rafstraumurinn og segulsviðið, en engum hefur tekizt, svo að ég víti til, að leysa þá stærðfræði, sem þarf til að segja fyrir um, við hverju megi búast undir þessum kringumstræðum. Ástandið er áþekkt iðustreymi í vökva, þar sem streymið er ákaflega óreglulegt. Til þess að sviðsstefnan snúist við, þarf ekki annað

en að rafstraumurinn skipi um stefnu. Enginn hefur sannað, að þetta geti ekki gerzt, en það hefur heldur engum tekzt að sýna fram á, að umsnúningur sé óhjákvæmilegur undir svona kringumstæðum.

5) Fyrirspurn:

Hafa segulskautin alltaf verið nálægt heimskautunum?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Snúningur jarðar vitiðist gefa segulsviðinu vissan stöðugleika, þannig að segulpólarnir halda sig yfirleitt í námunða við heimskautin, þótt 10–12° frávik séu algeng. Á meðan sviðið er að snúast við, má vel vera, að segulpólarnir flytji sig verulega frá heimskautunum. Þó er öllu líklegra, að meginhluti segulsviðs jarðarinnar hverfi og vaxi síðan aftur í öfuga stefnu.

6) Fyrirspurn:

Notið þið nokkurt mekanískt kerfi til þess að prófa staðsetningar-tækið?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Þar sem við höfum ekki enn þá senditæki til að prófa þessa aðferð við fjarlægðarmælingar, þá höfum við leikið okkur að því að prófa aðferðina á ýmsan annan hátt. T.d. höfum við notað segulbandstæki. Við höfum sent sveifur inn á segulbandið, svona á svipaðan hátt og útvarpsbylgjur mundu berast til móttökutækisins. Svo verður viss seinkun á segulbandinu við útsplun, sem svarar til tímans, sem bylgjurnar eru að berast. Þannig er hægt í þessu móðelformi að fá þetta til að ganga á þann veg, sem við höfum hugsað okkur, en það eru auðvitað margir effiðleikar eftir. **Að öllum líkindum er aðferðin í lagi í grundvallaratriðum**, en það eru radíótæknilegir erfiðleikar, sem er eftir að yfirsíga, og er ekki að vita, hvernig gengur að sigrast á þeim.

7) Fyrirspurn:

En ef það tekst nú að koma þessu tæki í lag, getur það þá ekki valdið byltingu í staðsetningartækjagerð?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Að vissu leyti. Það vantar tilfinnanlega handhægt mælitæki, staðsetningartæki, einmitt til svona mælinga, sem gerðar eru úr flugvél.

Það eru **margar jarðeðlisfræðilegar mælingar**, sem gerðar eru úr flugvél, og allir eru í vandræðum með staðsetninguna. Þau staðsetningartæki, sem almennt eru notuð fyrir flugvélar, eru ekki nógu nákvæm. Það skipir flugvél á flugi ekki miklu máli, hvort hún er einum kílómetra sunnar eða norðar, en í svona mælingum viljum við helst fá staðsetninguna með **nokkurra tuga metra nákvæmni**.

En fyrir flugvélar almennt býst ég sem sé ekki við, að þetta hafi neina sérstaka þýðingu, því að þær þurfa annars vegar ekki á svona mikilli nákvæmni að halda, og hins vegar verður stöðin á jörðinni þannig, að það getur ekki nema ein flugvél notað hana í einu.

8) Fyrirspurn:

Hefur hitastig og þrýstingur nokkur áhrif á hlutfallið milli vetnisísótópanna í vatninu?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

EKKI í vatninu einu saman. Ef við hugsum okkur hins vegar, að vetni sé uppleyst í vatninu, þá verður annað ísótópahlutfall í vetninu en vatninu. Ef vetnismagnið er lítið miðað við vatnið, þá hefur ísótópahlutfallið óbreytt í vatninu, en það breytist í **vetninu með hitastiginu**. Hins vegar er varla við því að búast, að þrýstingur hafi áhrif á ísótópahlutfallið. Það, sem veldur því, að svona **vetnishitamælir** getur komið til greina, er sú staðreynd, að þetta ísótópahlutfall — jafnvægis hlutfallið — er breytilegt með hitastiginu. En til þess að þetta geti orðið nothæfur hitamælir, þurfa einnig viss skilyrði að vera uppfyllt varðandi tímann, sem það tekur, að jafnvægi komist á. Í fyrsta lagi þarf að skapast jafnvægi á milli ísótópahlutfallsins í vetni og vatni niðri í jörðinni. Í öðru lagi má ísótópahlutfallið ekki breytast teijandi á leiðinni upp, enda þótt hitastigið kunnist að leikka við það, að vatnið streymir upp í gegnum kaldari jarðlög.

9) Fyrirspurn:

Hvernig er búið að Raunvísindastofnun háskólans, að því er varðar mannafla og húsnæði og um leið fé?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Þetta er nú mikil spurning og nægilegt efni í nýtt erindi.

Ef ég svarta þessu aðeins í fáum orðum, þá get ég sagt, að **fjárhagurinn var í upphafi mjög af skornum skammti**, og við urðum að

fara hægt af stað. Þetta skapaði sérstök vinnubrögð. Við gerðum t.d. mun meira af því að smíða tæki en við höfðum annars gert. Hins vegar gekk það auðvitað hægar að koma mælingunum sjálfum af stað.

Upp úr 1960 batnaði fjárhagurinn verulega, einmitt í sambandi við styrkin, sem við fengum frá Alþjóðakjarnorkumálastofnuninni. Við fengum ekki aðeins styrk þaðan, heldur fengum við líka aukid fé á fjárlögum til þess að standa straum af kostnaðinum innanlands. Þetta varð til þess, að starfsemið víkkaði töluvert út einmitt á árunum eftir 1960.

Starfsemið er borin uppi af fjárveitingum úr ríkissjóði, en auk þess höfum við notið aðstoðar frá ýmsum aðilum, sem hefur komið sér mjög vel. Þar get ég sérstaklega nefnt Vísindasjóð. Sú aðstoð, sem við höfum fengið þaðan, hefur haft mikla þýðingu fyrir starfsemið, í rauninni miklu meiri en upphæðirnar segja til um. Hún hefur í mörgum tilvikum gert okkur kleift að byrja á verkefni, sem við höfum ekki getað varið að byrja á að öðrum kosti án fjárveitingar. Þegar verkefnið var eitthvað komið áleiðis, var auðveldara að fá fjárveitingu í það en það hefði verið frá byrjun. Úr því að þessi mál eru komin á dagskrá, vil ég einnig nefna, að einstaklingar hafa einnig veitt okkur mjög kærkomna hjálp. Þar vil ég sérstaklega nefna Eggert V. Briem, Vestur-Íslending, sem hefur getið okkur árlega riflegar upphæðir til tækjakaupa.

Þróun rannsóknamála hafa þú pokast í áttina. E.t.v. hefur hún ekki gengið mjög hratt. En eins og vinnubrögðin hafa verið, þá hefur fjárhagurinn ekki orðið okkur verulegur fjötur um fót. Nú er ástandið hins vegar að verða alvarlegt, því að sú kreppt, sem gengur nú yfir landið, hefur óhjákvæmilega komið niður á fjárhag raunvísindastofnunarinnar, eins og annarra stofnana. Nú væri eðlilegt að auka starfsemið töluvert og í rauninni allt möguleikar á því, ef fé er fyrir hendi, en hætta er á, að þröngur fjárhagur hefði þróunina í bili.

Húsnæðismál raunvísindastofnunarinnar eru í bezta lagi, þannig að þeirra vegna getur töluvert aukning á starfsemið átt sér stað. Hins vegar má ekki gleyma því, að hugsa þarf fyrir auknu húsrými, til þess að eðlilegur vöxtur starfseminnar gei haldið áfram í framtíðinni.

Það er ekki auðvelt að svara spurningunni, hvernig búið sé að stofnuninni varðandi mannafla. Í fyrsta lagi er það matsatriði, hversu stór stofnunin á að vera, og í öðru lagi er það matsatriði, hvernig skipta eigi fjárveitingu á milli sérfræðingslauna, aðstoðarmanna og

annarrar aðstöðu. Nú starfa um tju sérfræðingar við raunvísindastofnunina og álka margt aðstoðarfólk. Að minnu viti er aðstaða sérfræðinga hér mjög samleg til starfa við þau verkefni, sem unnið er að.

10) Fyrirspurn:

Vorud þið jafnvel einna fyrstir í heimi til þess að koma á kerfisbundnum tivætnis- og privetnismælingum?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Tivætnis- og privetnismælingar í jarðeðlisfræðilegu augnamiði hefjast upp úr 1950, og má nefna prófessor Urey og prófessor Libby í Chicago sem frumkvöðla á því sviði. Nokkuð hefur verið gert af mælingum, hliðstræðum okkar, á grunnvatnsrensli, en ég býst við, að mælingar okkar séu þær víðtækustu, sem gerðar hafa verið á þessu sviði. Ýmsir munu geta lært af reynslu okkar, og mér er kunnugt um, að Alþjóðakjarnorkumálastofnunin er mjög ánægð með árangur þann, sem orðið hefur af styrkveitingu stofnunarinnar til þessara rannsókna.

11) Fyrirspurn:

Hvaða afskipti hefur raunvísindastofnunin af íslenskum stúdendum erlendis í þeim greinum, sem snerta stofnunina sérstaklega, og er nokkuð sérstakt gert til þess að laða þessa menn að stofnuninni til vinnu síðar, þegar þeir koma heim frá námi?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Nei. Ég get nú ekki sagt, að neitt sérstakt hafi verið gert. Ég býst við, að flestir stúdentar, sem eru við eðlisfræðinám erlendis, viti af þessari stofnun, og margir þeirra hafa unnið hjá okkur, enda könnunast við sjálfst sagt við allan þorra þeirra. Við höfum stundum reynt að tryggja okkur menn, áður en þeir hafa lokið námi, en aðalreglan er sú að ráða menn ekki, fyrir en þeir hafa lokið námi. Nú orðið gengur þetta fyrir sig á mjög fornlegan hátt. Það er auglýst á hverju ári eftir starfsmönnum, og við væntum þess, að þeir, sem hafa áhuga á starfi við stofnunina, saki um.

12) Fyrirspurn:

En hver er aðstaða stofnunarinnar til þess að taka við starfskröftum?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Raunvísindastofnuninni er ætlað að veita aðstöðu til rannsóknastarfa, en fjárveiting og aðrar aðstæður takmarka þann fjölda vísindamanna, sem hægt er að veita þessa aðstöðu. Ráðningar eru sumar fastar, aðrar til takmarkaðs tíma, 1–3 ára. Sem stendur eru fimm stöður, sem ráðið er í til takmarkaðs tíma, og takmarkast fjöldi þeirra af fjárraðunum stofnunarinnar. Á meðan fjárveitingin hækkar ekki, er því aðeins um að ræða ráðningu í þær stöður, sem losna.

Eins og ég minnst á áðan, tel ég eðlilega þróun þá, að starfsemin yrði nú aukin töluvert og starfsmönnum fjölgað.

13) Fyrirspurn:

Í fréttum útravspins í kvöld var sagt frá því, að komið hefði upp um 280° heitt vatn úr borholu héra suður á Reykjanesi. Var þetta eitthvað í samræmi við ylkjar mælingar á jarðgasi?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Mig langar til að biðja Braga Árnason að svara þessu.

Svar Braga Árnasonar, efnaræðings, starfsmanns á Raunvísindastofnun haskólans:

Ég vil taka það fram, að sú aðferð að nota vetnissamsætur í hveralöfti og hveravatni sem djúphitamæli er enn á frumstigi. Það er alls ekki fullvíst, hvort aðferðin er almennt nothæf. Ég vil þó skýra frá í grófum dráttum, hverjar niðurstöður hafa þegar fengizt.

Tvö jarðhitasvæði á suðvesturhluta landsins eru þegar allvel könnuð með borunum, og þar er vítað með vissu um hita djúpvatnsins. Þessi svæði eru Hengjilssvæðið og Krýsuvíkursvæðið. Það var því eðlilegt að athuga fyrst, hvort hitamælingar með aðstöð vetnissamsætna væru í einhverju samræmi við beinar hitamælingar á djúpvatninu á þessum svæðum.

Í Krýsuvík er hiti djúpvatnsins vel þekktur eða 226°C. Sýnishorn af hveralöfti, er tekin voru úr alls fjórum hverum á þessu svæði, benda til þess, að hiti djúpvatnsins sé um 200–215°C eða eitthvað lægri en það, sem vítað er.

Allmar garð borholur í Hveragerði og þar inn af benda til, að hiti djúpvatnsins sé um 210–220°C. Sýnishorn af hveralöfti, er tekin voru úr sex heitum uppsprettum á svæðinu innan við Hveragerði og upp í

Kýrgili, sem er í sunnanverðum Hengli, benda til þess, að djúphitinn sé tepar 200°C.

Á Nesjavöllum hefur mælt 260°C hiti í 1.000 metra djúpri borholu. Sýnishorn af hveralöfti, er tekið var úr 200 metra djúpri holu á sama stað, benda til þess, að djúphitinn sé um 220°C.

Þannig virðist sem hitastig, mælt með því að ákveða vetnissamsætur í hveralöfti og hveravatni, sé nokkru lægra en raunverulegt mesta hitastig djúpvatnsins.

Önnur jarðhitasvæði, þar sem minna er vítað um djúphitann, eru svo t.d. Námaskarð og Reykjanes. Í 1.100 metra djúpri holu í Námaskarði hefur hitinn mælt 280°C og fer vaxandi í næstu metrum holunnar. Sýnishorn úr 680 metra djúpri holu á sama stað bendir hins vegar til, að hitinn sé um 280°C. Samkvæmt reynslu okkar af Hengjilssvæðinu og Krýsuvíkursvæðinu gæti verið hér um eitthvað hærri hitastig að ræða og þá væntanlega á meira dýpi.

Á Reykjanesi hefur verið mældur 285°C hiti í 1.100 metra djúpri borholu. Sýnishorn af hveralöfti úr hver rétt hjá holunni benda hins vegar til, að hitinn þarna undir sé 360°C.

Ef við eigum að trúa þeim niðurstöðum, sem við höfum fengið á Krýsuvík- og Hengjilssvæðinu, þá ætti hiti djúpvatnsins í Námaskarði og á Reykjanesi að vera nokkru hærri en okkar mælingar gefa til kynna, en samkvæmt því er Reykjanes heitasta og Námaskarð næstheita jarðhitasvæði, sem enn er vítað um á Íslandi.

14) Fyrirspurn:

Er verið að bora á Reykjanesi?

Svar Braga Árnasonar:

Nýlega er lokið við að bora 1.100 metra djúpu holuna, sem ég gat um áðan. Eftir því sem ég bezt veit, er ætlunin að bora a.m.k. aðra holu, en ég veit ekki, hvort hún verður dýpri.

15) Fyrirspurn:

Hvað er að segja um jafnvægi á milli vatns og vetnis, og hver er ósók hins háa hita hér á Reykjanesi?

Svar Braga Árnasonar:

Tívetni er stöðugt að flytjast úr vetninu yfir í vatnið og öfugt.

Þegar tvívetnisfrum eindirnar, sem flytjast úr vetninu yfir í vatnið, eru jafnmargar og þær, sem flytjast úr vatninu yfir í vetnið á hverjum tíma, ríkir jafnvægi milli þessara tveggja efna. Það hefur komið í ljós, að tvívetnisagnið er nokkru minna í vetninu en vatninu við jafnvægisstillirði, hversu miklu minna fer eftir hitastiginu. Þessi skipti tvívetnissins milli vatnssins og vetnissins eru þó mjög hæg, þannig að jafnvægi næst aðeins á löngum tíma. Séu nú aðstæður þannig, að vetni sé uppleyst í vatni um langan tíma — svo sem ætla má, hvað djúpvatnið snertir — má reikna með, að jafnvægi náist. Sá tími, sem djúpvatnið er að streyma upp til yfirborðsins, gæti hins vegar verið það stuttur, að lítil eða engin breyting á tvívetnisinnihaldi hinna tveggja efna eigi sér stað, enda þótt hitastigið lækki á uppleiðinni. Tvívetnisinnihald vetnissins og vatnssins, sem kemur upp á yfirborðið, ætti þannig að gefa til kynna það hitastig, er ríkir í djúpvatninu. Sú staðreynd, að við fáum of lágt hitastig, bendir þó til, að einhver röskun á jafnvæginu eigi sér stað, þegar vatnið streymir upp og kólnar. Okkar mælingar þýða þá, að það er a.m.k. eins heitt djúpvatn til staðar og tvívetnisinnihaldið gefur til kynna og vantanlega eitthvað heitara.

Hver orsök er fyrir þessum háa hita á Reykjanesi, veit ég ekki.

16) Fyrirspurn:

Nú hafa Bandaríkjamenn og Kanadamennt gert segulmælingar yfir Íslandi hér áður fyrir. Að hvaða leyti eru segulmælingar ykkar með flugmóðanum fullkomnari en þeirra?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Kanadamennt hafa gert segulmælingar yfir öllu Íslandi. Þær eru að sumu leyti fullkomnari en þær, sem við höfum gert. Þeir hafa ekki aðeins mælt styrkleika sviðsins, eins og við mælum, heldur líka stefnuna, en mælingarnar eru gerðar í **mikilli hæð**, um 3.000 metrum, **og mjög strjált**. Það eru 30–40 kílómetrar á milli fluglína hjá þeim, þannig að þær sýna **eingöngu grófu drættina** í segulsviðinu, en missa smáatriðið.

Bandaríkjamenn hafa gert nákvæmar mælingar yfir vissum hlutum landsins. Þeir hafa gert sæmlega þéttar mælingar yfir Surtseyjarsvæðinu og þar nokkuð upp á land, svo að það má teljast vel mælt.

Mælingar okkar eru gerðar aðallega í 900 metra hæð, með fjórum kílómetrum á milli fluglína. Það er tæplega nógu þétt til þess að fá fram öll smáatriði sviðsins, sem við sjáum votta fyrir á kortum okkar,

svo að ástæða er til að mæla mun þéttar, a.m.k. á vissum svæðum, eins og t.d. eldgosabeltinu.

17) Fyrirspurn:

Er grundvöllur fyrir því að framléiða t.d. móða eða flugmóða og flytja síðan út, þangað sem not væru fyrir tækin?

Svar Þorbjarnar Sigurgeirssonar:

Jú. Ég býst alveg við því, að það geti komið til greina. Þetta er að öllum líkindum handhægasta mælikæði til segulmælinga úr litlum flugvélum, sem til er, og ég tel víst, að þessi tæki munu ná útbreiðslu, þegar fleiri kynnast þeim. Það getur auðvitað líka komið til greina að stofna beinlínis til segulmælinga í öðrum löndum með því að nota þau.

D. LOKAORÐ

1. PÁLL THEODÓRSSON, EDLISFRÆDINGUR

Ég vil koma með eina fyrirspurn, en mig langar til að fá að svara henni sjálfur.

Begar Þorbjörn var að rekja þær rannsóknir, sem fram hafa farið á Edlisfræðisstofnun háskólans og seinna á Rannvísindastofnun háskólans, finnst mér sennilegt, að sú **spurning** hafi **vaknað** hjá **ýmsum**, hvort Þorbjörn hafi ekki gert eitthvað sjálfur. Begar hann var kominn langt fram í erindi sitt, sagði hann þó: „Begar smíði magna var lokið, fór ég að hugleiða möguleika á því að endurbæta þetta ágæta mælitæki.“ Síðan rakti hann nokkuð þessa viðleitni. Aðeins þarna kom í ljós, að hann hefði sjálfur unnið eitthvað að tæði að þeim rannsóknum, sem hann greindi frá í erindi sínu.

Ég hef átt því láni að fagna að starfa með honum og fylgjast með störfum hans stöðustu tíu árin, Ég get því sagt með nokkrum þunga, að ég veit ekki betra dæmi um það, sem Bretar eru frægir fyrir og þeir kalla „**understatement**“.

Í erindi sínu sagði Þorbjörn frá því í sambandi við endurbætur á segulmælingatækinu, að **stállull** hefði verið **lykillinn að lausn vandans**. Þetta kann að hafa farið fram hjá sumnu, svo látaust sem frá því var sagt, rétt eins og um gamalt húsráð hefði verið að ræða. Ég get þó fullvissað ykkur um, að það þarf mikið teoretískt innsci til að sjá, að stállullin hafi þá verkun, sem raun er á. Og það þarf mikið hugmyndaflug til að láta sér detta svona einfalda lausn í hug, en hún er einn megin-grundvöllur hins nýja segulmælingatækis, móða.

Þorbjörn drap á það, að hann hefði unnið nokkuð að uppsetningu segulmælingastöðvarinnar í Leirvogi og rekstri hennar. Ég minntist þess þá, að hann þurfti að fara þangað einu sinni í viku, begar hann annaðst rekstur hennar, og oftar, ef eitthvað fór þar úr skordum, sem var eðlilega alloft á bernskudögum stöðvarinnar. Það getur nú stundum farið svo hjá mönnum, sem vantar stærri þak yfir vaxandi fjölskyldu, að þeir verði að sjá á eftir bifreiðum sínum í hendur þeirra, sem betur mega sín, og þannig atvikaðist það, að Þorbjörn varð að vera án bifreiðar. Þá var fjárhagur eðlisfræðisstofnunarinnar mjög þröngur. Þetta

truflaði þó á engan hátt rekstur segulmælingastöðvarinnar. Þá var bara farið með Mosfellsuveitarritunni upp að atleggjaranum til Þingvalla og gengið þaðan niður á eyrarnar við Leirvog, þar sem stöðin er. Eftir að störfunum var lokið þar, og þá var oft komið langt fram á kvöld, var farið á þumalfringinum í bæin.

Ég vil drepa á þessi tvö atriði til þess að minna á þá tvo eiginleika Þorbjörns, sem eru forsenda þess, að hann hefur hlotið svo mállega viðurkenningu Stúdentaakademíunnar: **einstætt hugmyndaflug og ótrúlega þrautseigju**.

2. ÁRMANN SNÆVARR, HÁSKÓLAREKTOR

Herra fundarstjórn. Góðir fundarmenn.

Mig langar hér í lok þessa fundar að láta í ljós **ánægju** mína yfir því, að **Stúdentaakademían** hefur verið **stofnuð**. Það hefur vissulega verið góðu heilli gert, og hún gegnir mikilvægu hlutverki.

Enn fremur langar mig hér í heyranda hljóði að fá að **áræta** hjartanlegar **hamingjuóskir** mínar til prófessors Þorbjarnar fyrir þá smá, sem honum hefur verið sýnd. Vissulega er hún verðskuldubú. Ég get ekki hugsað mér **hyggilegra og heppilegra** val hjá akademíunni á fyrsta verðlaunamanni sínum heldur en það val, sem hefur farið hér fram.

Mér þótti vænt um að heyra það, sem Páll sagði um prófessor Þorbjörn. Það var allt rétt. Við vitum það öll, sem erum hér, og allir við háskólann, með hvílkri atorku og hvílkum dugnaði hann hefur gengið að sínum rannsóknum við oft og einatt mjög erfiðar aðstæður. **Fordæmi hans er til fyrirmyndar** fyrir okkur öll, sem viljum gengi háskólans og viljum efla hann og stuðla að reisn hans og smá hans.

Ég hef þessi orð ekki lengri. Ég þakka fyrir þann ágæta fyrirlestur, sem við höfum hlýtt á hér öll. Vissulega eru þau lög, sem ég fjalla um í minni fræðigreini, fjarskalega ólík þeim lögum og lögmálum, sem prófessor Þorbjörn fjallar um, en ég fer héðan **margs** vísari. Mér hefur þótt mikil **ánægja** að vera hér í kvöld, og ég lýk þessum orðum með því að árna Stúdentaakademíunni allra heilla í framtíðarstörfum.

3. ÞORBJÖRN SIGURGEIRSSON

Mig langar til þess að þakka fyrir þau hlýju orð, sem beint hefur verið til mín hér, og sérstaklega vil ég nú þakka samstarfsmönnum á eðlisfræðistofnuninni og raunvísindastofnuninni fyrir ágætt samstarf alla tíð. Það hefur verið mér mikil ánægja að vinna með því fólki.

4. FORSETI STÚDENTAÁKADEMÍU

Ég vil þakka ykkur öllum komuna, ekki sízt ágætum háskóla-
rektor, Ármanni Snævart, og ýmsum samstarfsmönnum Þorbjarnar,
t.d. Braga Árnasyri, sem fræddi okkur um tívætnismælingarnar, og
Páli Theodórssyni, sem lét okkur vita allan sanntíðann. Og nú geta
þeir, sem vilja, fengið sér kaffi hér frammi í kaffistofu, en síðan geta
þeir, sem vilja, fengið að horka á nokkrar litkugamyndir, en ég mundi
þá formlega slíta þessum fundi núna. Ég þakka.

Að lokinni kaffidrykkju voru sýndar litkugamyndir, sem
Þorbjörn Sigurgeirsson útskýrði með aðstoð samstarfsmanna sína.
M.a. voru sýndar og útskýrðar myndir af segulmælunum þremur,
magna, móða og flugmóða, auk mynda af segulkortum og tekjum til
tívætnismælinga. Bárust fjölmargar fyrirspurnir frá ýmsum fundar-
gesta, svo sem um notagildi segulmælinga til leitarað málnum og olfu
í jörðu niðri.