

STJARNVÍSINDI Á ÍSLANDI

Skýrsla stjórnar
Stjarnvísindafélags Íslands

Endurskoðuð útgáfa
Desember 1990

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1. Inngangur	2
2. Helstu niðurstöður	3
3. Tillögur stjórnarinnar	6
4. Alþjóðleg þróun á sviði stjarnvísinda	7
5. Norrænt samstarf og staðan á hinum Norðurlöndunum	9
6. Stjarnvísindi á Íslandi	12
7. Lokaorð	19

Fylgiskjöl :

1. Samþykkt aðalfundar Stjarnvísindafélags Íslands 19. október 1989
2. Könnun á vegum Stjarnvísindafélags Íslands í janúar 1990
3. Norræni sjónaukinn
4. Helstu rit á íslensku um stjarnvísindi og sögu þeirra
5. Ábendingar eðlisfræðiskorar varðandi náttúrufræðihús
6. Bréf um embætti "ríkisstjarnfræðings"
7. Samþykkt að loknu námskeiði í stjörnufræði á vegum Félags menntaskólakennara
8. Félagar í Stjarnvísindafélagi Íslands

1. Inngangur

Á undanförunum áratugum hefur fjöldi þeirra Íslendinga, sem lagt hafa stund á stjarnvísindi* í háskóla, aukist verulega og nokkrir starfa nú á því sviði með einum eða öðrum hætti, sumir hér á landi en aðrir erlendis. Verður það teljast eðlileg þróun þar eð stjörnufræði og stjarnfræði hafa verið í hvað örustum vexti allra vísindagreina á seinni hluta þessarar aldar. Það er jafnvel óhætt að fullyrða að þessi vísindi séu nú sem endranær einn helsti vaxtarbroddur mannlegrar þekkingar.

Starfsaðstaða stjarnvísindamanna hér á landi hefur til skamms tíma verið fremur ótrygg og rannsóknir á þessu sviði hafa að verulegu leyti verið stundaðar í skjóli annarra fræðigreina svo sem jarðeðlisfræði og eðlisfræði, einkum við Raunvísindastofnun Háskólans. Á síðasta ári gerðust hins vegar þau gleðilegu tíðindi að Alþingi Íslendinga ákvað að festa stjarnvísindin

* Í þessari skýrslu eru eftirfarandi fræðigreinar taldar til stjarnvísinda : Stjörnufræði (e. astronomy), stjarnfræði (e. astrophysics), geimvísindi (e. space science) og plánetufræði (e. planetary science).

formlega í sessi við Háskóla Íslands. Hér er um að ræða nýja dósentsstöðu í stjarnvísindum við eðlisfræðiskor.

Þrátt fyrir þennan merka áfanga í sögu íslenskra stjarnvísinda er ljóst að þegar til lengri tíma er litið þarf meira til en eina nýja stöðu til að leggja grundvöll að þróttmiklu starfi á sviði stjarnvísinda hér á landi. Nægir í þessu sambandi að benda á þróunina í greininni erlendis eða þróunina hér heima í skyldum greinum eins og jarðeðlisfræði, eðlisfræði og stærðfræði. Þessar þrjár síðastnefndu vísindagreinar eiga það sameiginlegt með öðrum greinum eins og til dæmis jarðfræði, efnafræði, líffræði og tölvunarfræði, sem allar eru stundaðar við raunvísindadeild Háskóla Íslands, að uppbygging þeirra, hvað alla aðstöðu og mannafla varðar, er 15 til 25 árum lengra á veg komin en tilsvarendi uppbygging á sviði stjarnvísinda. Stjarnvísindin eru í þessum skilningi yngst allra raunvísinda á Íslandi. Þetta kann að virðast furðulegt í ljósi þess að stjörnufræðin er elst allra vísindagreina, en staða mála hér á landi á sér eðlilegar skýringar, sem nánar verður vikið að síðar.

Að undanfögnu hefur farið fram talsverð umræða innan Stjarnvísindafélags Íslands um stöðu stjarnvísinda hér á landi og hvernig best verði staðið að málefnum greinarinnar í nánustu framtíð. Á síðasta aðalfundi félagsins, sem haldinn var 19. október 1989, var stjórn félagsins, en hana skipa Einar H. Guðmundsson (formaður), Einar Júlíusson (ritari) og Karl Jósafatsson (gjaldkeri), falið að vinna að úttekt á stöðu greinarinnar á Íslandi og gera tillögur um úrbætur og nýjungar á þessu fræðasviði (sjá fylgiskjal 1). Skýrsla sú, sem hér liggur fyrir, er árangur starfsins.

Skýrslan er byggð upp á eftirfarandi hátt: Í 2. kafla er skýrt frá helstu niðurstöðum úr athugun stjórnarinnar og í 3. kafla eru tillögur hennar settar fram. Til þess að skilja stöðu og væntanlega framtíðarþróun stjarnvísinda á Íslandi réttum skilningi verður að skoða málið í alþjóðlegu samhengi. 4. kafla fjallar þar af leiðandi um þróun greinarinnar á alþjóðavettvangi á undanfögnu áratugum og í 5. kafla er kastljósinu beint að nágrönnum okkar á Norðurlöndum og norrænu samstarfi á þessu sviði. 6. kafla fjallar svo um stöðu mála hér á landi. Líta má á kafla 4, 5 og 6 sem frekari greinargerð með tillögunum sem settar eru fram í 3. kafla.

Stjórnin hefur á öllum stigum starfsins haft náið samband við félagsmenn. Í upphafi var gerð könnun meðal félaga um nám þeirra og störf og jafnframt var leitað eftir hugmyndum og tillögum um frekari uppbyggingu á sviði stjarnvísinda hér á landi (sjá fylgiskjal 2). Stjórnin hefur haft þessar tillögur til hlíðsjónar við gerð skýrslunnar. Ennfremur hefur stjórnin leitað sérstaklega til ýmissa félagsmanna um upplýsingar og hugmyndir í tengslum við nokkur atriði, sem hér er fjallað um. Nokkrir valinkunnir félagar lásu jafnframt yfir frumdrög að skýrslunni og veittu holl ráð og leiðbeiningar. Stjórnin vill þakka öllum þeim er lögðu henni lið með einum eða öðrum hætti við skýrslugerðina.

2. Helstu niðurstöður

Stjarnvísindi eru ein af mikilvægustu greinum nútíma vísinda, sem allar menningarþjóðir leggja mikla áherslu á að stunda. Vilji Íslendingar telja sig í hópi slíkra þjóða ber þeim tvímælalaust að búa vel að greininni, ekki síður en öðrum mikilvægum greinum nútíma náttúruvísinda, enda þarf kostnaðurinn við iðkun stjarnvísinda hér á landi ekki að vera meiri en gengur og gerist við iðkun annarra og rötgrónari vísindagreina.

Uppbygging og þróun stjarnvísinda hér á landi lýtur nákvæmlega sömu lögmálum og tilsvarendi þróun á öðrum fræðasviðum. Til þess að vísindagrein nái að dafna verður að vera fyrir hendi ákveðinn vettvangur þar sem fram fer kennsla í greininni, þar sem rannsóknir eru stundaðar, og síðast en ekki síst þar sem ungir og ferskir vísindamenn geta haslað sér völl. Í þessu sambandi er mikilvægt að greinin sé fullgildur meðlimur í vísindasamfélaginu og hafi sjálfstæði til ákvarðana um eigin málefni til jafns við aðrar greinar.

Þrátt fyrir mjög jákvæða þróun mála á undanfögnu árum er ljóst að stjarnvísindin eru talsvert langt frá því að geta talist fullgild vísindagrein hér á landi í þeim skilningi sem að framan greinir. Til þess vantar hana bæði heilsteyptan vettvang og aukið sjálfstæði. Fyrir nokkrum áratugum var þetta ástand ekki til verulegs бага, en með sívaxandi fjölda ungra íslenskra stjarnvísindamanna á undanfögnu árum stefnir í hálfgerð neyðarástand á þessu sviði. Stjórn Stjarnvísindafélagsins

telur að íslenskt samfélag hljóti að bregðast jákvætt við nýjum straumum í verkefnavali. Ef það verður ekki gert, er hætt við því að tilraunir margra ungra vísindamanna til að tengjast og taka þátt í sumu af því besta og framsæknasta í alþjóðlegum vísindum verði að litlu gagni fyrir íslenskt samfélag og íslenska menningu.

Í úttekt stjórnarinnar á stöðu stjarnvísinda hér á landi hefur megináhersla verið lögð á að kanna þá grundvallarþætti sem óhjákvæmilega hljóta að hafa hvað mest áhrif á framtíðarþróun greinarinnar. Hér er einkum um að ræða atriði eins og fjölda hæfra vísindamanna á fræðasviðinu og aðstöðu til rannsókna og kennslu í greininni við Háskólann. Allt þetta þrennt verður að vera í góðu lagi til þess að stjarnvísindi geti þrífist á Íslandi og forsenda þess að önnur atriði eins og kennsla í skólum landsins, almenningsfræðsla og ráðgjöf við stjórnvöld um stjarn- og geimvísindi séu sambærileg við það sem gerist meðal annarra menningarþjóða.

Eins og nánar verður vikið að síðar er það einkum slæm starfsaðstaða stjarnvísindamanna, sem stendur þróun greinarinnar fyrir þrífum hér á landi. Ísland á nú þegar á að skipa hópi vísindamanna með góða menntun í stjörnufræði og stjarnæðlisfræði og sá hópur á enn eftir að stækka á næstu árum. Á þessu stigi er ekki auðvelt að sjá fyrir hversu ör fjölgunin verður, en væntanlega kemur þróun mála við Háskólann til með að hafa hvað mest áhrif. Sú ákvörðun Alþingis að stofna nýja dósentsstöðu í stjarnvísindum við Háskólann á þessu ári skiptir hér sköpum. Hún tryggir festu í kennslu greinarinnar hér á landi, ekki aðeins við Háskólann, heldur einnig á lægri skólastigum. Ætla má að þetta eitt komi til með að vekja áhuga margra ungra hæfileikamanna á stjarnvísindum og hvetja þá til frekara náms í greininni.

Hér á landi starfa nú fimm Íslendingar sem lokið hafa háskólaprófi í stjarnvísindum. Þar af er einn í föstu starfi við jarðeðlisfræðistofu Raunvísindastofnunar Háskólans, tveir eru lausráðnir til starfa við Háskóla Íslands, einn starfar við Háskólann á Akureyri og einn stundar kennslu í framhaldsskóla. Til viðbótar má svo nefna háloftafræðing, sem hefur takmarkaða starfsaðstöðu við Raunvísindastofnun, og prófessor við eðlisfræðiskor Háskólans, sem leggur stund á sögu vísinda (þar á meðal sögu stjarnvísinda) hér á landi. Stjórninni er kunnugt um að minnsta kosti einn vísindamañn af íslenskum uppruna, sem stundar rannsóknir á sviði stjarnvísinda erlendis. Þá hefur einn Íslendingur nýlokið doktorsprófi í kennilegum stjarnvísindum við háskóla í Bandaríkjunum og annar er langt kominn í svipuðu námi. Þeir munu báðir hafa áhuga á því að starfa hér á landi sé þess nokkur kostur. Stjórninni er einnig kunnugt um unga íslenska konu, er stundar fyrrihlutanám í geimvísindum í Bandaríkjunum og eðlisfræðinema við Háskóla Íslands, sem er staðráðinn í að stunda framhaldsnám í stjarnvísindum við erlendan háskóla.

Þessi upptalning gefur góða hugmynd um fjölda þeirra núlifandi Íslendinga sem leggja stund á stjarnvísindi eða hafa lokið námi í greininni. Hins vegar segir hún lítið sem ekkert um þá aðstöðu sem íslenskir stjarnvísindamenn hafa til að stunda sín fræði hér á landi. Könnunin, sem stjórn Stjarnvísindafélagsins gekkst fyrir í byrjun ársins, leiddi meðal annars í ljós að af þeim fimm stjarnvísindamönnum, sem starfa hér heima, hefur aðeins einn aðstöðu til að sinna rannsóknum á sviðinu af fullum krafti, og annar getur helgað eiginlegum stjarnvísindum um fjórðungi af vinnutíma sínum. Hinir þrír hafa litla sem enga aðstöðu til að stunda rannsóknir í stjarnvísindum. Þeir sinna þó allir kennslu í stjarnvísindum að einhverju marki. (Sjá nánari umfjöllun í 5. kafla.)

Ljóst er að nýja dósentsstaðan við eðlisfræðiskor kemur til með að bæta nokkuð hið erfiða atvinnuástand, sem nú blasir við stjarnvísindamönnum. Hins vegar liggur í augum uppi að þessi eina kennarastaða, þó mikilvæg sé, fullnægir engan veginn öllum þörfum greinarinnar í nánustu framtíð. Hér er ekki aðeins um það að ræða að skapa stjarnvísindamönnum, sem þegar eru fyrir á landinu, eðlilegan starfsgrundvöll, heldur einnig það, að veita ungum íslenskum vísindamönnum tækifæri til að koma heim og halda áfram rannsóknum sínum. Eins og nú er háttað málum gefst þeim einna helst kostur á því að keppa við eðlisfræðinga og jarðeðlisfræðinga um tímabundnar sérfræðingsstöður í eðlisfræði og jarðeðlisfræði við Raunvísindastofnun. Þegar framtíðarþróun stjarnvísinda hér á landi er höfð í huga er þetta langt frá því að geta talist viðunandi ástand. Í þessu sambandi er mikilvægt að gera sér grein fyrir því að til þess að vísindastarfsemi á ákveðnu fræðasviði nái að dafna og styrkjast þarf ákveðinn lágmarksfjölda vísindamanna, sem mynda eins konar kjarna eða rannsóknarsamfélag á sviðinu. Reynslan í öðrum raunvísindagreinum við Háskóla Íslands á undanförunum áratugum bendir eindregið til þess að þessi lágmarksfjöldi liggi einhvers staðar á bilinu fimm til tíu.

Stjórn félagsins telur að við núverandi aðstæður sé eina raunhæfa lausnin á þessum vanda sú að við Raunvísindastofnun verði stofnaðar nokkrar sérfræðingsstöður, sem ætlaðar eru stjarnvísindamönnum sérstaklega. Í því sambandi væri jafnframt æskilegt að við stofnunina yrði

sett á fót sérstök stjarnvísindadeild (t.d. innan eðlisfræðistofu eða jarðeðlisfræðistofu) eða jafnvel fullkomlega sjálfstæð stjarnvísindastofa. Með slíkri skipan mála fengju íslenskir stjarnvísindamenn eðlilegt svigrúm til að byggja upp framsækið og sjálfstætt rannsóknarsamfélag og fræðigreinin hefði sömu stöðu og aðrar mikilvægar vísindagreinar hér á landi.

Annað atriði, sem stendur þróun stjarnvísinda á Íslandi verulega fyrir þrífum er skortur á fastri aðstöðu til stjarnfræðilegra athugana og mælinga. Af skiljanlegum ástæðum er engin alvöru stjörnuathugunarstöð hér á landi, til þess eru skilyrði til stjörnuathugana of slæm. Til skamms tíma hafa þessar aðstæður væntanlega verið ein helsta ástæðan fyrir því að Íslendingar hafa fremur lagt stund á kennileg stjarnvísindi en stjarnmælingar. Í dag eru aðstæður hins vegar allt aðrar. Stórstígar framfarir í fjarskiptum og samskiptum í gegnum tölvunet hafa gert það að verkum að íslenskir stjarnvísindamenn geta, ef þeir vilja, setið við sama borð og margir starfsbræður þeirra í útlöndum, sem fram að þessu hafa haft auðveldari aðgang að athugunarstöðvum á suðrænum fjallstoppum eða í gervitunglum. Nú er hægt að panta ákveðnar mælingar á stjarnfræðilegum fyrirbærum hjá fjarlægum stjörnuathugunarstöðum og fá frumgögnin send í gegnum tölvunet til Íslands, þar sem vinna má úr þeim. Ætla má að á næstu árum eigi þessi tækni eftir að þróast enn frekar í þá veru að gera samskiptin auðveldari.

Til að hægt sé að nýta þessa nýju möguleika verða að sjálfsögðu að vera fyrir hendi einhver sambönd við þá aðila sem stjórna athugunarstöðvunum. Á meðan Íslendingar taka ekki beinan fjárhagslegan þátt í rekstri slíkra stöðva hljóta öll sambönd að byggjast á rannsóknarsamstarfi einstakra stjarnvísindamanna við erlenda starfsbræður. Við slíkar aðstæður eru Íslendingar í hlutverki gestsins og frumkvæðið hlýtur í flestum tilvikum að koma að utan. Þótt samstarf af þessu tagi geti verið mjög mikilvægt fyrir einstaklinga í hópi íslenskra vísindamanna, þá er ljóst að framtíðarþróun rannsókna á heilu vísindasviði getur ekki og má ekki grundvallast á því að Íslendingar séu sífellt í hlutverki þiggjandans. Til að tryggja sjálfstæði greinarinnar og sambengi í rannsóknum er því nauðsynlegt að Íslendingar eignist sem fyrst vísi að eigin stjörnuathugunarstöð.

Það má reyndar ljóst vera að við núverandi aðstæður hefur íslenskt samfélag eitt sér ekki bolmagn til að reisa og reka nútíma athugunarstöð á fjarlægum slóðum, hvað þá að senda upp gervitungl til stjörnumælinga. Stjórn Stjarnvísindafélagsins hefur að vandlega athuguðu máli komist að þeirri niðurstöðu að einfaldasta og jafnframt ódýrasta lausnin sé að taka þátt í norrænu samstarfi á þessu sviði. Norrænt samstarf í vísindum hefur fram að þessu skilað mjög góðum árangri og nægir í því sambandi að benda á norrænu stofnunina í kennilegri eðlisfræði í Kaupmannahöfn, NORDITA, sem hefur skipt sköpum fyrir kennilega eðlisfræði (þar á meðal kennilega stjarneðlisfræði) á Íslandi. Stjórn félagsins telur að hagsmunum íslenskra stjarnmælingamanna sé best borgið með þeim hætti að Ísland gerist fullgildur meðeigandi að nýja norræna sjónaukanum, NOT (Nordisk Optisk Teleskop), sem tekinn var í notkun í september á síðasta ári (sjá fylgiskjal 3). Danir, Svíar, Norðmenn og Finnar reistu sjónaukann á La Palma, sem er ein af Kanaríeyjunum, og reka hann í sameiningu. Stjórn Stjarnvísindafélagsins hefur áreiðanlegar heimildir fyrir því að umsókn Íslands um þátttöku yrði tekið með miklum velvilja. Með slíku samstarfi mundi Ísland eignast hlut í fullkomnum sjónauka, sem uppfyllir ströngustu kröfur nútíma stjarnvísinda, auk þess sem íslenskir stjarnvísindamenn nytu óhjákvæmilega góðs af reynslu og sérþekkingu starfsbræðra sinna frá nágrannalöndunum, þar sem stjarnvísindi hafa skipað veglegan sess frá fornu fari.

Sú mynd, sem hér hefur verið dregin upp af stöðu stjarnvísinda, bendir eindregið til þess að fræðigreinin geti átt sér framtíð hér á landi sem sjálfstæð vísindagrein. Um nokkurt skeið hafa verið framkvæmdir almanaksreikningar og stundaðar rannsóknir á tímatali við Raunvísindastofnum. Þar hafa einnig verið stundaðar rannsóknir í afstæðilegri stjarneðlisfræði í nokkur ár. Árið 1976 hófst kennsla í stjarnvísindum við Háskólann með einu námskeiði í eðlisfræðiskor. Síðan hefur átt sér stað hægfara uppbygging og nú eru þrjú mismunandi valnámskeið í greininni á kennsluskra skorarinnar. Nýja dósentsstaðan festir þessa kennslu í sessi og tryggir áframhaldandi uppbyggingu hennar við Háskólann. Hins vegar er ljóst, eins og þegar hefur verið tekið fram, að til þess að rannsóknir í stjarnvísindum nái að þróast með eðlilegum hætti hér á landi þarf verulegt átak til viðbótar. Kostnaðurinn við frekari uppbyggingu á þessu sviði þarf þó ekki að vera meiri en svo að hann sé vel á færi íslensku þjóðarinnar og í fullu samræmi við það sem almennt er veitt í ýmsa aðra vísinda- og menningarstarfsemi. Í þessu sambandi skiptir mestu að fjármagninu sé varið á skynsamlegan hátt og að það nýtist stjarnvísindunum í heild sem best.

3. Tillögur stjórnarinnar

Í beinu framhaldi af því sem þegar hefur verið sagt, og í samræmi við óskir síðasta aðalfundar, setur stjórn Stjarnvísindafélagsins fram eftirfarandi tvær tillögur um áframhaldandi uppbyggingu á sviði stjarnvísinda á Íslandi í nánustu framtíð :

1. Á næstu árum verði í áföngum stofnaðar þrjár nýjar sérfræðingsstöður við Raunvísindastofnun Háskólans. Stöðurnar verði allar ætlaðar vísindamönnum, sem stunda rannsóknir á sviði stjarnvísinda. Jafnframt verði stofnuð ný rannsóknarstofa, stjarnvísindastofa, við Raunvísindastofnun, þar sem sérfræðingunum þremur er ætlað að starfa. Stefnt verði að því að fyrsti sérfræðingurinn hefji störf innan tveggja ára.
2. Skipuð verði við fyrsta tækifæri nefnd sérfróðra manna til að hefja undirbúning að fullri aðild Íslendinga að norræna sjónaukanum. Stefnt verði að því að Ísland verði orðinn fullgildur meðlimur í þessu norræna samstarfi innan tveggja til þriggja ára.

Æskilegt væri að fastráða aðeins í eina eða tvær af stöðunum þremur og halda þannig opnum möguleikum fyrir unga íslenska stjarnvísindamenn til að koma heim að loknu námi erlendis. Í þessu sambandi má benda á, að ný stjarnvísindastofa mundi létta verulega álagið á aðrar stofur við stofnunina, einkum þó eðlisfræðistofu.

Ef þessar hugmyndir ná fram að ganga verður innan nokkurra ára komið samfélag fimm stjarnvísindamanna við Háskóla Íslands og eru þá með taldir Þorsteinn Sæmundsson stjörnufræðingur og nýji dósentinn. Eins og áður er getið telur stjórn félagsins að þetta sé sá lágmarksfjöldi sem til þarf til þess að mynda þróttmikið rannsóknarsamfélag í greininni. Auk rannsókna mundi þessi hópur að sjálfsögðu sinna öðrum störfum svo sem kennslu, alþýðufræðslu og ráðgjöf á sviði stjarnvísinda.

Til að fá nokkra hugmynd um þann kostnað sem samþykkt tillagnanna hefði í för með sér má byrja á því að líta á núverandi launa- og rekstrarkostnað Raunvísindastofnunar. Árslaun dæmigerðs sérfræðings (með yfirvinnu, persónuuppþót, orlofsuppbót og fæðisfé) eru nú um 1.5 milljón krónur. Þóknun til forstöðumanns stofu er í kringum 170 þúsund á ári. Ef gert er ráð fyrir að rekstrargjöld nemi um 40% af launakostnaði verður heildarkostnaður vegna stjarnvísindastofu með þremur sérfræðingum því í kringum 6.6 milljón krónur á ári miðað við núverandi ástand*. Árið 1989 var heildarfjárveiting ríkisins til Raunvísindastofnunar um 100 milljónir króna og að öllu öðru óbreyttu mundi nýja stofan með þremur sérfræðingum því valda 6.5 til 7% hækkun á fjárveitingum til stofnunarinnar.

Hvað norræna sjónaukann varðar mun heildarkostnaður við hönnun, smíði og uppsetningu hafa verið um 45 milljónir danskra króna og árlegur rekstrarkostnaður var áætlaður (1988) í kringum 4 til 5 milljónir sænskra króna (sjá fylgiskjal 3). Ekki er ljóst á þessu stigi hvers konar samningi Íslendingar geta gert sér vonir um að ná, þar sem rekstur sjónaukans virðist nokkuð frábrugðinn því sem gengur og gerist í öðru norrænu samstarfi. Til dæmis greiða Norðmenn og Danir hvorir um sig 20% af kostnaðinum en Finnar og Svíar hins vegar 30% hvor þjóð. Rétt er þó að reikna með því strax í upphafi að Íslendingar þurfi að greiða í kringum 1% eins og í öðru norrænu samstarfi. Auk stofnkostnaðar, sem líklega má semja sérstaklega um, jafngildir þetta 40 til 50 þúsundum sænskra króna á ári. Þegar þessar tölur eru metnar er rétt að hafa til hliðsjónar önnur svipuð norræn samstarfsverkefni. Árið 1988 var til dæmis heildarfjárveitingin til handa NORDITA um 14,2 milljónir danskra króna og 1% framlag Íslands nam því 142 þúsundum danskra króna.

* Framkvæmdastjóri Raunvísindastofnunar veitti þessar upplýsingar í apríl 1990.

4. Alþjóðleg þróun á sviði stjarnvísinda

Stjarnvísindin hafa nokkra sérstöðu meðal raunvísinda, bæði vegna þess hversu gömul fræðigreinin er og eins vegna þess hversu vítt svið hún spannar. Rannsóknarvettvangurinn er veröldin öll, samsetning hennar, gerð og þróun. Slíkt viðfangsefni vekur eðlilega margar mjög áhugaverðar og djúpar spurningar, og er það væntanlega ein helsta skýringin á því, hversu mikinn áhuga og velvilja almenningur um heim allan hefur ávallt sýnt greininni.

Frá upphafi hefur stjörnufræðin gegnt veigamiklu hlutverki meðal menningarþjóða og hún hefur haft veruleg áhrif á flestar hugmyndir um stöðu mannkynsins í tilverunni og mótun heimsmyndarinnar á hverjum tíma. Afrek Babýlóníumanna, Grikkja og Kínverja í stjörnufræði til forna eru vel þekkt og enn þann dag í dag notum við þekkingu sem þessar þjóðir öfluðu um stjarnfræðileg fyrirbæri. Á miðöldum voru Arabar í forustu á þessu sviði og það er að mestu leyti þeim að þakka að hin forna þekking varðveittist. Á endurreisnartímanum tóku Vesturlönd við forustuhlutverki í stjörnufræði, jafnt sem öðrum fræðigreinum, og fyrir tilstilli manna eins og Kópernikusar, Brahes, Keplers, Galíleós og Newtons gegndi stjörnufræðin lykilhlutverki þegar nútíma raunvísindi voru í mótun.

Allar götur síðan hafa stjarnvísindin verið í fremstu víglínu í þekkingarleit mannkynsins. Sem dæmi má nefna að fyrstu mæliniðurstöður til staðfestingar á afstæðiskenninum Einsteins voru stjarnfræðilegar. Það voru stjarnvísindamenn sem fyrstir uppgötvuðu kjarnasamruna og allar spurningar um myndun jarðar og sólar og um myndun sjálfs efnisins og uppruna lífsins tengjast óhjákvæmilega stjarnfræðilegum athugunum og kenningum. Í óravíddum geimsins er að finna aðstæður sem eru svo framandi að vísindamenn geta ekki gert sér neinar vonir um að framkalla þær í rannsóknarstofum á jörðinni. Þetta gerir það að verkum að eðlisfræðingar og ýmsir aðrir vísindamenn leita nú í æ ríkara mæli staðfestinga á kenningum sínum á vettvangi stjarnvísindanna. Í starfi sínu styðjast stjarnvísindamenn aftur á móti mjög við grundvallarkenningar í eðlisfræði og verður það oft til þess að stjarnfræðilegar uppgötvanir vekja spurningar um lögmál og niðurstöður eðlisfræðinnar. Þetta frjóa samspil stjörnufræði og eðlisfræði hefur margoft leitt til nýrra uppgötvana í báðum greinum.

Mikil og hraðskreið þróun í eðlisfræði og efnafræði á undanförunum áratugum hefur valdið stórkostlegri tæknibyltingu sem stjarnvísindin hafa notið góðs af. Fyrr á tímum voru stjarnfræðilegar athuganir bundnar við sýnilega sviðið en nú geta stjarnvísindamenn skoðað stjörnuhimininn á öllum bylgjusviðum, ýmist frá jörðu niðri eða úr gervitunglum og geimstöðvum. Þannig hafa orðið til nýjar greinar stjarnvísinda eins og til dæmis útvarpsstjörnufræði, innrauð stjörnufræði, röntgenstjörnufræði og gammastjörnufræði auk geimgeislafræða, sem eru reyndar annars eðlis. Vegna hins mikla umfangs rannsókna á öllum sviðum stjarnvísinda má í dag finna í hópi stjarnvísindamanna sérfræðinga úr ýmsum áttum, til dæmis jarðeðlisfræðinga, efnafræðinga og stærðfræðinga sem og tölvusérfræðinga og verkfræðinga auk eðlisfræðinga, stjörnufræðinga og stjarn-eðlisfræðinga.

Nýjar grundvallarkenningar í eðlisfræði hafa ásamt hinni nýju tækni valdið því að á þessari öld hefur þekking manna á alheimi vaxið með undraverðum hætti. Nú er vitað að sólin okkar er ósköp venjuleg sólstjarna í hópi þeirra 100 milljarða stjarna sem til samans mynda Vetrarbrautarkerfið. Í hinum sjáanlega hluta veraldarinnar er að finna að minnsta kosti 100 milljarða stjörnukerfa er líkjast Vetrarbrautarinni hvað stærð og fjölda stjarna varðar. Í þessum miklu stjörnuþyrpingum eru nýjar stjörnur stöðugt að fæðast úr köldum geimpökum og gamlar stjörnur að deyja, sumar í gífurlega miklum sprengingum, aðrar á mun hæglátari hátt. Veröld vetrarbrautanna er að þenjast út og bendir þensluhraðinn eindregið til þess að þenslan hafi hafist fyrir um það bil 15 þúsund milljónum ára. Sá atburður virðist í einhverjum skilningi vera upphaf eða sköpun alheimsins.

Auk hinnar miklu myndar af heimi, sem átti sér upphaf og er í stöðugri þróun, hafa rannsóknir síðustu áratuga leitt í ljós mörg furðuleg og áður óþekkt fyrirbæri. Má þar til dæmis nefna tífstjörnur og röntgenstjörnur, nifteindastjörnur og svarthol, örbylgjukliðinn, útvarpsvetrarbrautir, dulstirni og þyngdarlinsur. Jafnframt hefur þekking manna á öllum öðrum stjarnfræðilegum fyrirbærum vaxið hröðum skrefum. Í febrúar 1987 mældist til dæmis öflugur fiseindablossi frá nýrri sprengistjörnu í Stóra Magellanskýinu og má í vissum skilningi líta á þann atburð sem upphaf nýrrar greinar, fiseindastjörnufræði. Geimferðir til reikistjarnanna og tungla þeirra hafa opnað nýjar víddir í rannsóknum á sólkerfinu, og ótrúlega næmar mælingar á ljósi frá nokkrum fjarlægum sólum benda til þess að einnig þar sé reikistjörnur að finna. Rannsóknir á

svokölluðum sólskjálftum eru farnar að gefa mikilvægar upplýsingar um innri gerð sólarinnar og stöðugt er fylgst með yfirborðsvirkni hennar, sem er reyndar í hámarki um þessar mundir. Nýlegar athuganir í heimsfræði sýna að dreifing vetrarbrautanna í geimnum er mun flóknari en áður hafði verið talið og niðurstöður nákvæmra gervitunglamælinga á rófi og stefnuhneigð örbylgjukliðsins eru farnar að valda heimsfræðingum miklum heilabrotum. Svona mætti halda lengi áfram og telja upp merkilegar nýjar uppgötvanir og áhugaverð rannsóknasvið í stjarnvísindum. Hér verður þó látið staðar numið og vikið að öðrum atriðum.

Þróun rannsókna og annarrar starfsemi á sviði stjarnvísinda hefur á undanförnum áratugum að verulegu leyti ráðist af þróun greinarinnar í Bandaríkjunum. Þar hafa til skamms tíma verið staðsettir allir helstu sjónaukar veraldar og jafnframt hafa Bandaríkjamenn skarað fram úr í geimrannsóknum. Við bandaríska háskóla er stjarnvísindum gert mjög hátt undir höfði og fjöldi vísindamanna á þessu sviði er meiri en í nokkru öðru landi. Það kemur því ekki á óvart að afrekaskrá Bandaríkjmanna á þessum vettvangi er bæði löng og merkileg. Aðrar þjóðir hafa þó ekki látið sitt eftir liggja. Stjarnvísindi standa með miklum blóma í löndum eins og Englandi, Sovétríkjunum, Frakklandi, Vestur-Þýskalandi, Ítalíu, Ástralíu og Japan og þau veita Bandaríkjunum harða samkeppni, sem farið hefur vaxandi með árunum, meðal annars vegna aukinnar samvinnu um byggingu athugunarstöðva, bæði á jörðu niðri og úti í geimnum.

Stjarnvísindi eru einnig stunduð af miklu kappi í mörgum öðrum löndum í Evrópu, Asíu, Suður Ameríku og Afríku. Í þessum flokki standa þjóðir eins og Hollendingar, Danir, Svíar og Kanadamenn mjög framarlega en Suður-Afríkubúar, Norðmenn, Finnar, Spánverjar, Indverjar Kínverjar og ýmsar aðrar þjóðir fylgja fast í kjölfarið. Fullkomin aðstaða til nútíma stjörnuathugana er mjög kostnaðarsöm og í mörgum löndum veldur efnahagur landsmanna því að við háskóla í landinu sjálfu er lögð megináhersla á kennileg stjarnvísindi en aftur á móti höfð samvinna við auðugri ríki um stjarnmælingar af ýmsu tagi. Sem dæmi um það hversu víða rannsóknir og kennsla í stjarnvísindum eru stundaðar má nefna að í alþjóða stjarnvísindasambandinu, IAU (International Astronomical Union), eru nú 58 aðildarríki. Ísland gerðist fullgildur aðili að sambandinu sumarið 1988. Á sama tíma gengu í sambandið Alsír, Marokkó og Saudí Arabía en Malaysía, Perú og Sri Lanka gerðust aukaáðilar.

Nútíma stjarnmælingar eru háþrúð vísindagrein sem krefst sérhannaðs og fullkomins tækjabúnaðar. Þeir gömlu góðu dagar eru löngu liðnir, þegar einstaklingar gátu gert sér vonir um að gera mikilvægar uppgötvanir í bakgarðinum með heimasíðuðum stjörnuvörðum. Kröfur um mælinákvæmni eru einnig það miklar að nauðsynlegt er að koma mælitækjunum fyrir þar sem loft- og ljósmengun er hverfandi og áhrifa lofthjúpsins gætir á allan hátt sem minnst. Þeim er því komið fyrir úti í geimnum eða á háum og afskekknum fjallstoppum, oft í öðrum heimsálfum. Þetta hefur að sjálfsögðu verulegan kostnað í för með sér sem er mörgum þjóðum ofviða. Á síðustu áratugum hefur því þróunin orðið sú að samvinna milli ríkja hefur farið ört vaxandi á þessu sviði. Sem dæmi um þetta má nefna samvinnu Englendinga og Hollendinga að stjörnuathugunum á La Palma og á Hawaí og norræna sjónaukann á La Palma, sem Danir, Svíar, Norðmenn og Finnar eiga. Einn angi samvinnu af þessu tagi eru aukin félagsleg tengsl milli stjarnvísindamanna hinna ýmsu landa. Nú er til dæmis verið að undirbúa stofnum Stjarnvísindafélags Evrópu (European Astronomical Society), sem á að vinna að vexti og viðgangi stjarnvísinda í álfunni.

Umfangsmesta ríkjasamvinna á sviði stjarnvísinda í heiminum í dag fer fram á vegum geimferðastofnunar Evrópu, ESA (European Space Agency) og stjarnmælingastofnunar Evrópu á suðurhveli, ESO (European Southern Observatory). ESA er einskona evrópsk útgáfa af geimferðastofnun Bandaríkjanna, NASA, og var sett á fót árið 1975. Aðildarríki eru Vestur-Þýskaland, Holland, Írland, Ítalía, Spánn, England, Belgía, Frakkland, Sviss, Austurríki, Danmörk, Svíþjóð og Noregur. Finnland hefur haft aukaáðild að stofnuninni frá 1987. ESO, sem sett var á laggirnar árið 1962, hefur aðalstöðvar í Vestur-Þýskalandi og rekur nú eina bestu stjörnuathugunarstöð veraldar á fjallinu La Silla í Chile í Suður Ameríku. Þar eru um 20 mjög vandaðir stjörnusjónaukar, þúnir fullkomnustu mælitækjum. Aðildarríki ESO eru nú: Vestur-Þýskaland, Frakkland, Ítalía, Holland, Belgía, Sviss, Danmörk, Svíþjóð og Portúgal.

Sem dæmi um kostnaðinn, sem fylgir þáttöku í þessu samstarfi, má nefna að árið 1988 greiddi Danmörk 108 milljónir danskra króna til ESA (þar af voru 50 milljónir fast framlag) og 10 milljónir til ESO. Til samanburðar greiddu Danir sama ár 78 milljónir danskra króna (fast framlag: 71 milljón) til evrópsku öreinda- og kjarneðlisfræðistofnunarinnar, CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire), í Sviss. Á sama tíma greiddu Svíar 272 milljónir sænskra króna til ESA (fast framlag: 86 milljónir), 10 milljónir til ESO og 115 milljónir til CERN. Hafa ber í huga að þessar upphæðir eru dæmigerð ársframlög þessara þjóða til stofnananna!

5. Norrænt samstarf og staðan á hinum Norðurlöndunum

Stjarnvísindi hafa lengi verið í hávegum höfð á Norðurlöndum. Allt frá dögum Tycho Brahes, þegar miðstöð stjörnuathugana í heiminum var á eyjunni Hveðn á Eyrarsundi, hafa Norðurlandabúar lagt mikið kapp á að vera í fremstu röð á þessu sviði. Auk rannsókna og kennslu á heimaslóðum hafa frændþjóðir okkar skipulagt viðamikla samvinnu sín í milli og einnig tekið fullan þátt í alþjóðlegu samstarfi í stjarnvísindum. Þannig eru til dæmis Svíar og Danir fullgildir meðlimir í ESO, jafnframt því að vera, ásamt Norðmönnum og Finnum, aðilar að ESA. Einstök lönd hafa einnig margskonar samvinnu við önnur Evrópuríki og jafnvel þjóðir í öðrum heimsálfum. Verður vikið nánar að því síðar.

Á vettvangi norrænnar samvinnu á sviði stjarnvísinda ber hæst norrænu stofnunina í kennilegri eðlisfræði, NORDITA, í Kaupmannahöfn og nýja norræna sjónaukann, NOT, á La Palma. Á NORDITA fer fram mjög öflugt starf í kennilegri eðlisfræði í ýmsum greinum. Þar á meðal er kennileg stjarnedeðlisfræði, sem er í hvað mestum vexti um þessar mundir. Á undanförunum tíu til fimmtán árum hafa margir af helstu stjarnedeðlisfræðingum Norðurlanda dvalið um lengri eða skemmri tíma við stofnunina og hlotið þar dýrmæta reynslu í rannsóknum, auk þess sem þar hafa myndast persónuleg sambönd er leitt hafa til rannsóknarsamvinnu eftir að heim var komið. Stofnunin stendur einnig fyrir ráðstefnum og sumarskólum og hefur með því starfi verið mikill aflvaki í samfélagi norrænna eðlisfræðinga og stjarnvísindamanna. Íslendingar hafa tekið fullan þátt í rekstri NORDITA frá upphafi, árið 1957, og er það samdóma álit íslenskra eðlisfræðinga að sú þátttaka hafi borgað sig margfalt.

Norræni sjónaukinn á La Palma var tekinn í notkun haustið 1989. Eins og áður er getið er hann í eigu Dana, Svía, Finna og Norðmanna. Þetta er alhliða 2.5 metra spegilsjónauki, sem byggist á nýrri tækni og var hann þess vegna tiltölulega ódýr miðað við aðra sjónauka í sama gæðaflokki (sjá fylgiskjal 3). Sjónaukinn verður fyrst um sinn notaður til rannsókna á Vetrarbrautakerfinu sem og öðrum vetrarbrautum, einstökum stjörnum og efninu á milli þeirra. Þá er einnig ætlunin að nota hann til rannsókna á sólinni. Vegna þess hversu stutt er síðan sjónaukinn var vígður er ekki komin mikil reynsla á notkun hans, en norrænir stjarnvísindamenn binda við hann miklar vonir. Á Kanaríeyjum eru einnig margir aðrir mjög góðir sjónaukar í eigu annarra Evrópuþjóða og þar er smám saman að myndast vísir að samvinnu um athuganir á norðurhveli himinsins, en Bandaríkjamenn hafa "einokað" slíkar athuganir um langan aldur vegna yfirburða sinna. Með tilkomu nýja norræna sjónaukans og með aðild að ESO geta Norðurlandabúar (að minnsta kosti Svíar og Danir) nú kannað allan stjörnuhimininn frá fyrsta flokks athugunarstöðvum.

Norræn samvinna á sviði stjarnvísinda birtist í ýmsum öðrum myndum. Stjarnvísindafélögin á Norðurlöndum, nema hið íslenska, standa í sameiningu að útgáfu alþjóðlegs fræðslutímarits um stjarnvísindi, *Astronomisk Tidskrift*, sem kemur út fjórum sinnum á ári. Þá hefur Norræna vísindastefnuráðið (Nordiska forskningspolitiska rådet) kostað í nokkur ár námskeið í nútíma stjarnmælingum fyrir norræn doktorsféni í stjarnvísindum. Námskeiðin hafa tekist mjög vel og ástæða er til að ætla að framhald verði á þessu mikilvæga starfi.

Að undanförunu hafa einnig verið í gangi óformlegar viðræður milli norrænna sérfræðinga á sviði geimvísinda. Hópurinn sem kallar sig SAR (Skandinavisk arbetsgrupp för rymdforskning) hefur áhuga á því að mynduð verði norræn geimferðastofnun, einskonað vasaútgáfa af NASA eða ESA. Íslendingar eiga fulltrúa í þessum áhugaverða vinnuhópi, og munu því hafa gott tækifæri til að fylgjast með framvindu mála á þessum vettvangi.

Norrænu og evrópsku samstarfsverkefni, sem lýst hefur verið hér að framan eru mjög mikilvæg, bæði fyrir Norðurlöndin sem heild og eins fyrir hin einstöku ríki. Hins vegar eru þau aðeins hluti af því starfi sem fram fer í hinum ýmsu löndum, þar sem stjarnvísindi hafa verið stunduð um langan aldur.

Danmörk

Vitað er með vissu að árið 1536 var kennsla í stjörnufræði þegar hafin við háskólann í Kaupmannahöfn, en hann var stofnaður 1479. Frá fyrstu tíð hafa Danir lagt mikla rækt við fræðigreininna og fer ekki á milli mála að þeir hafa náð lengst allra Norðurlandabúa á þessu sviði. Nægir í því sambandi að nefna þekktu stjarnvísindamenn eins og Tycho Brahe (1546 - 1601), Ole Rømer (1644 - 1710) og Bengt Strömgren (1908 - 1987), sem allir höfðu veruleg áhrif á þróun greinarinnar á alþjóðavettvangi jafnframt því sem þeir mótuðu rannsóknir og kennslu í stjarnvísindum í heimalandi sínu. Þá má einnig nefna hinn fræga danska stjörnufræðing og efnaverkfræðing Einar Hertzsprung (1873 - 1967) sem starfaði þó lengst af erlendis. Samhliða rannsóknum og kennslu hafa Danir jafnan lagt mikla rækt við alþýðufræðslu í stjarnvísindum. Síðastliðið haust var til dæmis opnað nýtt stjörnuver í Kaupmannahöfn, Tycho Brahe Planetarium, sem er eitt fullkomnasta hús sinnar tegundar í Evrópu. Þá má einnig nefna að við háskólann í Árósum er þekkt stofnun í sögu raunvísinda og þar er lögð mikil áhersla á sögu stjörnufræðinnar.

Í Danmörku eru stjarnvísindi nú kennd til lokaprófs við háskólana í Kaupmannahöfn og Árósum. Mest af rannsóknarstarfseminni fer fram í stjörnuturnunum í Kaupmannahöfn, Brorfelde og Árósum, við Niels Bohr stofnunina í Kaupmannahöfn og í Risø og við dönsku geimrannsóknastofnunina (DRI) í Lyngby. Eins og áður er getið eru Danir þáttakendur í NOT, ESO og ESA. Þá eiga þeir jafnframt fullkominn hábaugskíki á La Palma, sem þeir reka í samvinnu við Englendinga, Svía og Spánverja. Nýlega hófst einnig samvinna milli DRI og sovésku geimferðastofnunarinnar (IKI) um rannsóknir í röntgenstjörnufræði úti í geimnum.

Gerð og þróun Vetrarbrautarkerfisins hefur um árabíl verið eitt helsta rannsóknarsvið danskra stjarnvísindamanna. Önnur áherslusvið eru rannsóknir á gerð og þróun sólstjarna og geimgeislarannsóknir. Á undanförunum árum hafa athuganir á öðrum vetrarbrautum, bæði "venjulegum" og virkum, færst mjög í vöxt og jafnframt fer rannsóknarverkefnum í röntgenstjörnufræði fjölgandi. Þá er eftirtektarvert að á alla síðustu árum hefur áhugi ungra danskra vísindamanna beinst mjög að heimsfræði og er þess að vænta að rannsóknir á því sviði komi til með að skipa veglegan sess í dönsku stjarnvísindalífi á næstu áratugum.

Svíþjóð

Eins og í Danmörku eiga stjarnvísindi í Svíþjóð sér langa og merkilega sögu. Talið er að stjörnufræði hafi verið á námsskrá Uppsalaháskóla allt frá byrjun, en háskólinn er sá elsti á Norðurlöndum og var stofnaður 1477. Fyrstu sænsku stjörnuathuganirnar, sem vitað er um með vissu, voru hins vegar gerðar við háskólann í Lundi í kringum 1670. Það er þó ekki fyrr en árið 1730, þegar Anders Celsius (1701 - 1744) var gerður að prófessor í stjörnufræði við Uppsalaháskóla, sem fræðigreinin fékk byr undir báða vængi í Svíþjóð. Celsius er nú einkum þekktur fyrir hitakvarðann, sem við hann er kenndur, en hann var á sínum tíma einn af fremstu stjörnufræðingum Norðurlanda. Af öðrum merkjum sænskum stjarnvísindamönnum gegnum tíðina eru Knut Lundmark (1889 - 1958) og Bertil Lindblad (1895 - 1965) líklega þekktastir.

Í dag eru stjarnvísindi kennd til lokaprófs við háskólana í Uppsölum, Lundi, Stokkhólmi og Gautaborg. Rannsóknir í greininni fara fram við stjörnuturna háskólanna, en einnig að hluta við eðlisfræðideildir þeirra og víðar. Aðalstöðvar sænsku geimferðastofnunarinnar (IRF) eru í Kiruna, en hún hefur einnig deildir í Umeå og Uppsölum. Í Råö er heimsþekkt rannsóknarmiðstöð í útvarpsstjörnufræði (Råö Rymdobservatorium eða Onsala Space Observatory). Stöðin er meðal annars mikilvægur hlekkur í alþjóðlegu VLBI (Very long base-line interferometer) keðjunni. Í mörg ár hefur stofnunin einnig haft náið samstarf við útvarpsstjörnufræðinga í Ástralíu. Svíar taka virkan þátt í NOT, ESO og ESA eins og áður er getið. Þeir reka einnig sjónauka í Ástralíu í samvinnu við þarlenda vísindamenn. Á La Palma eru þeir með eigin stjörnuathugunarstöð og reka þar auk þess hábaugskíki í samvinnu við Dani, Englendinga og Spánverja. Þeir hafa tekið þátt í sólarannsóknnum á Suðurskautslandinu og á sviði geimrannsókna hafa þeir átt samstarf bæði við Bandaríkjamenn og Sovétmenn. Þá vinna Svíar nú að undirbúningi að smíði LEST (Large Earth-based Solar Telescope) ásamt Norðmönnum, Svisslendingum, Ísraelsmönnum, Ítölum, Vestur-Þjóðverjum, Ástralíumönnum, Spánverjum og Bandaríkjamönnum.

Rannsóknir Svía í stjarnvísindum spanna mjög vítt svið. Þeir hafa til dæmis unnið lengi að athugunum á gerð og þróun Vetrarbrautarinnar en með nokkuð öðrum áherslum en Danir. Þá eru aðrar vetrarbrautir einnig mjög virkt rannsóknarsvið. Svíar eru í fremstu röð á sviði útvarpsstjörnufræði og jafnframt í rannsóknum á yfirborðslögum sólstjarna. Þetta á bæði við um kennilegar rannsóknir og mælingar. Á síðustu árum hefur átt sér stað veruleg uppbygging á rannsóknum í kennilegri stjarnedlisfræði í Svíþjóð, einkum við Stokkhólmsháskóla, og þar starfar nú hópur ungra vísindamanna að rannsóknum í háorkustjarnedlisfræði.

Finnland

Stjörnufræði var frá byrjun ein af kennslugreinum við elsta háskóla Finnlands í Turku (Åbo) sem tók til starfa árið 1640. Allar götur síðan hafa Finnar lagt stund á fræðigreinina og lagt þar ýmislegt af mörkum. Þekktustu stjarnvísindamenn Finna til þessa eru væntanlega Anders Lexell (1740 - 1784) og Karl Sundman (1873 - 1949). Lexell, sem starfaði fyrst í Turku og síðar í Sankti Pétursborg í Rússlandi, reiknaði fyrstur manna braut Úranusar, en Sundman, sem var prófessor í stjörnufræði við háskólann í Helsingfors, var sérfræðingur í aflfræði himintungla, einkum þriggja hnatta vandamálinu. Almennur áhugi á stjarnvísindum hefur á undanförunum árum farið vaxandi í Finnlandi eins og í öðrum löndum. Til dæmis má nefna að í hinu nýja og glæsilega náttúruvísindahúsi, Heureka í Vantaa, er stjörnuver af fullkonnustu gerð.

Stjarnvísindi eru í dag stunduð við háskólana í Helsingfors og Oulu, við nýja háskólann í Turku og við Tækniháskólann í Helsingfors. Stærsti sjónauki landsins er í Turku og í tengslum við háskólann er stjarnfræðileg ljósfræðistofnun (í Tuorla) þar sem spegillinn í norræna sjónaukann var slípaður. Við Tækniháskólann í Helsingfors eru stundaðar rannsóknir í útvarpsstjörnufræði og til þess notaður 14 m útvarpssjónauki Metsähovi-athugunarstöðvarinnar. Finnar eru aðilar að NOT og hafa auk þess aukaaðild að ESA. Þeir hafa einnig samvinnu við Svía á sviði útvarpsstjörnufræði og við Sovéttmenn í geimrannsóknum.

Takmarkaður aðgangur að góðum athugunarstöðum hefur til skamms tíma valdið því að meiri áhersla hefur verið lögð á kennilegar rannsóknir en stjarnmælingar við finnska háskóla. Við háskólann í Turku er nú starfandi hópur kennilegra stjarnedlisfræðinga, sem einkum leggur stund á rannsóknir á eiginleikum virkra vetrarbrauta. Þar er einnig glímt við heimsfræðileg vandamál. Í Helsingfors er helsta rannsóknarsviðið aftur á móti sólstjörnur, gerð þeirra og þróun.

Noregur

Háskólinn í Kristjaníu (Oslo) var stofnaður árið 1811. Stjörnufræði var frá upphafi á kennluskrá skólans, en það var ekki fyrr en 1928, sem þessi vísindi hófust til vegs og virðingar í Noregi. Það ár var Svein Rosseland (1894 - 1985), þekktasti stjarnvísindamaður Norðmanna, skipaður prófessor í greininni. Síðan hefur átt sér stað markviss uppbygging í rannsóknum og kennslu og nú er svo komið að Noregur er orðin virkur aðili í alþjóðasamstarfi á sviði stjarnvísinda.

Greinin er kennd til lokaprófs við háskólana í Oslo, Þrándheimi og Tromsø, en ein helsta miðstöð rannsókna er við stofnunina í kennilegri stjarnedlisfræði (Institutt for Teoretisk Astrofysikk) í Oslo. Norska geimrannsóknamiðstöðin er einnig staðsett í höfuðborginni. Til skamms tíma voru stundaðar rannsóknir á sólinni í sólarathugunarstöðinni í Harestua, en hún er nú aðeins notuð til kennslu. Tromsøháskóli rekur litla stjörnuathugunarstöð í Skibotn og við skólann eru einnig framkvæmdar athuganir á norðurljósum. Í því sambandi má nefna að í Tromsø var nýlega opnað svokallað norðurljósaveir (Nordlys Planetarium) hið fyrsta sinnar tegundar í heiminum. Noregur er nú fullgildur meðlimur í ESA og tekur einnig þátt í ýmsum öðrum geimvísindaverkefnum. Til dæmis eru norskir stjarnvísindamenn að undirbúa gervitunglarannsóknir á yfirborðsvirkni sólstjarna í samvinnu við Bandaríkjamenn, Engendinga, Dani, Svía og Frakka. Þá hafa Norðmenn lagt mikla vinnu í að undirbúa smíði LEST og eru þar í samstarfi með Svíum, Svisslendingum, Ísraelsmönnum, Ítölum, Vestur-Þjóðverjum, Ástralíumönnum, Spánverjum og Bandaríkjamönnum. Rannsóknir á blossastjörnum fara fram í samvinnu við Búlgara.

Frá upphafi hefur sólin verið eitt helsta viðfangsefni Norðmanna á sviði stjarnvísinda og allar líkur eru á því að svo verði áfram. Á síðusu árum hafa rannsóknir á öðrum sólstjörnum einnig aukist verulega og er þar bæði um að ræða kennilega útreikninga og mælingar frá jörðu niðri og úr gervitunglum. Stjarneðlisfræðingar í Osló hafa lagt talsvert af mörkum í kennilegri heimsfræði og afstæðilegri stjarneðlisfræði. Auk norðurljósarannsókna fara fram áhugaverðar rannsóknir á hvítum dvergum og þéttstæðum tvístirnum í Tromsø og í Þrándheimi stundar lítil hópur stjarneðlisfræðinga rannsóknir á nifteindastjörnum.

6. Stjarnvísindi á Íslandi

Fortíðin

Telja má nær fullvíst að norsku víkingarnir, sem numu hér land á seinni hluta níundu aldar, hafi flutt með sér norræna þekkingu í stjörnufræði. Ekkert er nú vitað með vissu um það í hverju sú þekking var fólgin en væntanlega hefur hún einkum tengst tímatali og siglingafræði síns tíma. Fornar sögur geta um menn eins og Einar Þveræing (uppi um 1000) og Sæmund fróða (uppi um 1100) sem kunnu ýmislegt fyrir sér í stjörnufræði og stjörnuspeki en flestar eru frásagnirnar fremur óljósar og lítið á þeim að græða. Þó er ljóst að Þorsteinn surtur, sem Ari fróði eignar í Íslendingabók mikilvægar endurbætur á tímatali á 10. öld (svokallaðan sumarauka), hefur búið yfir talsverðri þekkingu á tímatali, hvernig svo sem hún var til komin. Frægastur stjörnufróðra Íslendinga á miðöldum er án efa Stjörnu-Oddi sem er talinn hafa ritað Oddatölu í byrjun 12. aldar. Hún ber vitni um óvenju mikla þekkingu höfundar á göngu sólar á hvelfingunni og er talið að hann hafi sjálfur gert þær athuganir sem Oddatala byggir á. Ef það er rétt þá hefur Stjörnu-Oddi verið einn af færustu stjörnufræðingum síns tíma í Norður-Evrópu.

Eftir siðaskiptin og reyndar langt fram eftir öldum voru flestir menntamenn á Íslandi prestlærðir. Þeir sóttu nær undantekningarlaust menntun sína til háskólans í Kaupmannahöfn þar sem þeir lærðu meðal annars stjörnufræði, sem var ein hinna sjö frjálsu lista. Margir fengu mikinn áhuga á greininni og skrifuðu jafnvel lærðar ritgerðir (dispútatsíur) um stjarnfræðileg efni á latínu. Sumar ritgerðanna voru það góðar að þær voru gefnar út prentaðar í Kaupmannahöfn. Eftir að heim var komið tóku oftast við venjuleg prests- eða kennarastörf, sem gáfu ekki mikil tækifæri til stjarnfræðilegra iðkana. Þó var talsvert um það að prestar, rektorar og biskupar huguðu að tímatali og gæfu út rím fyrir almenning. Sumir gerðu jafnframt hnattstöðumælingar og stunduðu kortagerð. Einn íslenskur guðfræðingur varð meira að segja konunglegur stjörnumeistari á Íslandi!

Af merkum Íslendingum, sem lögðu stund á stjörnufræði eftir siðaskipti, er rétt að nefna fyrst þá Guðbrand Þorláksson (1542 - 1627) biskup á Hólum og Odd Einarsson (1559 - 1630) biskup í Skálholti. Þeir höfðu báðir nokkur samskipti við Tycho Brahe og hafa hugsanlega skrifast á við hann. Guðbrandur og Brahe stunduðu samtímis nám við Kaupmannahafnarháskóla og Oddur heimsótti Brahe á Hveðn og dvaldi þar um tíma. Þessi samskipti urðu síðar til þess að Ísland kemur með nokkuð sérkennilegum hætti við sögu í hinni skemmtilegu bók Jóhannesar Keplers (1571 - 1630) um stjörnufræði tunglbúa, "Draumnum", sem kom út 1632. Guðbrandur mun hafa verið sérlega vel að sér í stjörnufræði; hann mældi fyrstur manna breiddarstig Íslands af nægjanlegri nákvæmni og teiknaði fyrsta sémilega Íslandskortið.

Fyrsti íslenski skólakennarinn í stjörnufræði og stærðfræði mun hafa verið Gísli Einarsson (1621(?) - 1688) rektor í Skálholti og síðar prestur að Helgafelli. Hann mun einnig hafa verið fyrstur Íslendinga til að leggja sérstaklega stund á þau fræði við Hafnarháskóla, og í Kaupmannahöfn gaf hann meðal annars út tvö almanök. Gísli Þorláksson (1631-1684) biskup lærði stjörnufræði hjá sama kennara og nafni hans, en það var Jørgen From (1605 - 1651) prófessor. Undir handleiðslu hans reit Gísli eina grein um stjörnufræði, sem kom út á prenti í Kaupmannahöfn. Á þessum tíma voru einnig ýmsir aðrir vel að sér í þessum fræðum og stunduðu þau með einum eða öðrum hætti, rituðu rím eða gerðu hnattstöðumælingar. Þar má til dæmis nefna Pál Björnsson (1620-1706) prófast í Selárdal, Gísli Bjarnason (1576(?)-1656) prest á Stað í Grindavík, Þórð Sveinsson (1623-1667) prest, Runólf Jónsson (? - 1654) skólameistara og Þórð Þorláksson (1637-1697) biskup og kortagerðarmann.

Jón Árnason (1665 - 1743) biskup í Skálholti var einna færastur maður á Íslandi í stjörnufræði í byrjun 18. aldar. Hann gaf meðal annars út fingrarím eftir nýja stíl (Gregoríanska tímatalinu) sem innleitt var hér á landi árið 1700. Hann mældi breiddarstig og mun einnig hafa gert tilraun til að mæla lengdarstig eftir sólmyrkva 1711. Hjalti Þorsteinsson (1665 - 1754) prestur í Vatnsfirði fékkst einnig nokkuð við mælingar og skrifaðist á við Jón í því sambandi. Í Danmörku starfaði á þessum tíma Íslendingurinn Jónas Daðason Gamm (1671 - 1734) rektor, sem var talinn meðal ágætustu stærðfræðinga þar á landi. Hann fékkst einnig við stjörnufræði.

Á síðustu starfsárum Ole Rømers við Kaupmannahafnarháskóla stunduðu þar samtímis nám tveir íslenskir stúdentar sem báðir gáfu út nokkrar prentaðar ritgerðir um stjarnfræðileg efni. Þeir voru Þorleifur Halldórsson (1683(?) - 1713) síðar rektor á Hólum og Magnús Arason (1683 - 1728) sem síðar varð kapteinn í danska hernum. Þorleifur var mikill gáfumaður og fjölbæfur mjög, en er nú einna þekktastur fyrir rit sitt "Lof lyginnar" sem Bókmenntafélagið gaf út fyrir tveimur árum. Magnús kom til Íslands 1721 til að gera uppdrátt af landinu, en náði ekki að ljúka því verki. Hann mun hafa samið skýrslu um sólmyrkvann 24. júlí 1721. Á seinni hluta 18. aldar starfaði í Kaupmannahöfn Stefán Björnsson (1721 - 1798) sem áður hafði um skeið verið rektor Hólaskóla. Hann lagði stund á stærðfræði og stjörnufræði og vann lengi við útreikninga í sambandi við landmælingar í Danmörku á vegum danska vísindafélagsins. Eftir hann liggja nokkrar prentaðar ritgerðir um stjörnufræði.

Skömmu eftir stofnun vísindafélagsins danska, árið 1742, hófust á þess vegum viðamiklar rannsóknir á ýmsum sviðum náttúruvísinda. Einn liður í þessum rannsóknum voru nákvæmar hnattstöðumælingar, sem síðar voru lagðar til grundvallar kortlagningu á Danaveldi. Stjarnmælingar af ýmsu tagi gengdu að sjálfsögðu lykilhlutverki í þessu sambandi, og voru stjarnmælingamenn sendir víða um lönd til hnattstöðu- og landmælinga, meðal annars til Íslands. Einn hinna fyrstu sem hingað kom í þessum tilgangi var Niels Horrebow (1712 - 1760), sonur hins þekhta danska stjörnufræðiprófessors og stjörnumeistara í Sívalaturni, Peder Horrebows (1679 - 1764). Niels Horrebow kom hingað til lands árið 1749 og dvaldi hér í rúm tvö ár og reisti meðal annars lítinn stjörnuathugunarkofa á Bessastöðum. Athuganir hans voru hinar fyrstu í langri röð hnattstöðu- og stjarnmælinga á vegum vísindafélagsins og danska ríkisins, sem síðar sendi hingað marga aðra leiðangra til strand- og landmælinga. Danir sáu að verulegu leyti um landmælingar hér á landi allt fram á þessa öld, þegar Landmælingar Íslands tóku við, en stofnunin var sett á laggirnar árið 1956.

Árið 1772 stofnaði Kristján konungur 7. embætti stjörnumeistara á Íslandi. Var það gert að frumkvæði danska vísindafélagsins. Meistararnum var ætlað að sinna reglubundnum stjörnumælingum og veðurathugunum og gera ýmsar aðrar mælingar. Í embættið var fyrst skipaður Eyjólfur Jónsson (eða Johnsonius) (1735 - 1775) guðfræðingur og stjörnuskoðari, sem unnið hafði í nokkur ár að stjörnuathugnum í Sívalaturni. Til stóð að reisa stjörnuturn fyrir Eyjólf en hann lést áður en bygging hófst og varð honum því ekki mikið úr verki.

Næsti og jafnframt síðasti stjörnumeistari á Íslandi var norskur guðfræðingurinn og stjörnuskoðarinn Rasmus Lievog (1738(?) - 1811) sem kom hingað til lands árið 1779. Lievog var mjög fær á sínu sviði eins og sjá má á mælingabókum hans sem varðveittar eru á handritadeild Landsbókasafnsins. Hann starfaði lengst af í stjörnuturninum í Lambhúsum á Álftanesi, sem líklega var reistur á tímabilinu 1782 - 1785. Lievog hafði öll helstu tæki til stjörnuathugana, en mörg þeirra voru í lélegu ástandi og kvartaði hann oft undan því við yfirmann sinn Thomas Bugge (1740 - 1815), prófessor í stjörnufræði við Hafnarháskóla. Þegar Lievog lét af störfum og flutti til Kaupmannahafnar, árið 1805, lögðust stjörnuathuganir af í Lambhúsum, stjörnuturninn var fljótlega rifinn, mælitækin týndust og embættið var lagt niður.

Björn Gunnlaugsson (1788 - 1876) stærðfræðingur og kennari við Lærða skólann hugðist, árið 1824, halda áfram starfi Lievogs og stunda stjarnmælingar úr turni Bessastaðakirkju. Þrátt fyrir það að Björn hefði getið sér gott orð í Danmörku og verið um tíma aðstoðarmaður hins þekhta þýska stjörnufræðings og prófessors, H. C. Schumachers (1780 - 1850), við landmælingar á Holsetalandi fékk hann dræmar undirtektir hjá dönsku stjórninni. Má því segja að með brottför Lievogs stjörnumeista hafi lokið nokkuð sérstæðum kafla í sögu stjarnvísinda hér á landi. Þótt stjörnuturninn í Lambhúsum hafi ekki jafnast á við bestu athugunarstöðvar úti í heimi, hvað útlit og aðbúnað snerti, voru þar gerðar mælingar sem voru engu síðri að gæðum en þær sem bestar þóttu á þeim tíma. Turninn er jafnframt eina alvöru stjörnuathugunarstöðin, sem reist hefur verið á Íslandi.

Auk starfa við kennslu, landmælingar og kortagerð fylgdist Björn Gunnlaugsson grannt með ýmsum merkilegum fyrirbærum á stjörnuhimninum. Til dæmis er til eftir hann í handriti stutt lýsing á halastjörnunni 1858. Hann skrifaði jafnframt ýmislegt annað um stjörnufræði og landmælingar, sem kom út á prenti. Annar þekktur Íslendingur á þessum tíma lagði einnig sitt af mörkum til að kynna löndum sínum hið nýjasta og besta á sviði stjörnufræði. Það var náttúrufræðingurinn og skáldið Jónas Hallgrímsson (1807 - 1845) sem árið 1842 gaf út hina frægu þýðingu sína á "Stjörnufræði Ursins". Þar er meðal annars að finna fjölda fallelgra nýyrða, sem enn eru notuð. Af öðrum mönnum er sinntu stjörnufræði á 19. öld má nefna Jón Bjarnason (1791 - 1861) bónda í Þórormstungu í Vatnsdal, sem að sögn Þorvalds Thoroddsens menntaði sjálfan sig svo í stærðfræði og stjörnufræði að hann gat samið almanök og reiknað út sól- og tunglmyrkva og brautir halastjarna þannig að jafnaðist á við verk skólalærðra manna.

Tuttugasta öldin

Um og eftir aldamótin 1900 fór að gæta nokkurra breytinga á námsvali íslenskra stúdenta. Æ fleiri tóku að leggja stund á raunvísindi í háskóla og var það í samræmi við strauða og stefnur í menntamállum í Danmörku og víðar í Evrópu. Á fyrri helmingi aldarinnar sótti mikill meirihluti íslenskra stærðfræðinga og eðlisfræðinga menntun sína til Kaupmannahafnar og samkvæmt námsskipan, sem þá var í gildi, hlutu þeir jafnframt staðgóða undirstöðumenntun í stjörnufræði. Þetta kom í góðar þarfir eftir að heim var komið og gerði það meðal annars að verkum að hægt var að halda uppi góðri kennslu í stjörnufræði í íslenskum menntaskólum. Af sömu ástæðum urðu árið 1923 þau tímamót í sögu Íslandsalmanaksins, að útgáfa þess og útreikningur færðist til landsins, en útreikningarnir höfðu áður verið í höndum danskra stjörnufræðinga í 86 ár.

Fyrstu íslensku almanaksreiknimeistararnir voru þeir Ólafur Daníelsson (1877 - 1957) stærðfræðingur og Þorkell Þorkelsson (1876 - 1961) eðlisfræðingur og forstöðumaður Veðurstofu Íslands. Þeir reiknuðu almanakið á árunum 1923 til 1951. Ólafur kenndi einnig lengi stjörnufræði ásamt stærðfræðinni við Menntaskólann í Reykjavík og gaf út kver um stjörnufræði. Þorkell hafði hins vegar mikinn áhuga á stjörnufræðiiðkun á Íslandi til forna og skrifaði margar greinar um það efni. Stærðfræðingarnir Leifur Ásgeirsson (1903 - 1990), Bjarni Jónsson (f. 1920) og Guðmundur Arnlaugsson (f. 1913) tóku einnig nokkurn þátt í almanaksreikningum á tímabilinu 1952 til 63, en eftir 1951 voru stjörnufræðingar í aðalhlutverki, fyrst Trausti Einarsson og síðar Þorsteinn Sæmundsson. Verður vikið nánar að störfum þeirra síðar.

Þegar Ólafur Daníelsson hóf störf við Menntaskólann í Reykjavík hafði stjörnufræði verið kennd þar um langan aldur. Meðan skólinn var enn á Bessastöðum sá Björn Gunnlaugsson meðal annars um kennsluna. Síðar tóku við Halldór Guðmundsson (1826 - 1904), Björn Jensson (1855 - 1904), Bjarni Sæmundsson (1867 - 1940) og Sigurður Thoroddsen (1863 - 1955). Frá 1920 hafa margir fengist við að kenna stjörnufræði við MR auk Ólafs. Í þeim hópi eru til dæmis Jóhannes Kjartansson (f. 1900), Sigurkarl Stefánsson (f. 1902), Einar Magnússon (1900 - 1986), Guðmundur Arnlaugsson, Björn Bjarnason (f. 1919), Skarphéðinn Pálmason (f. 1927), Þórarinn Guðmundsson (f. 1936), Örn Helgason (f. 1938), Leó Kristjánsson (f. 1943), Gylfi Guðnason (f. 1937), Björn Búi Jónsson (f. 1947), Einar H. Guðmundsson, Þórir Sigurðsson og Davíð Þorsteinsson (f. 1948). Davíð kenndi einnig lengi stjörnufræði við Menntaskólann á Laugarvatni.

Þeir Guðmundur Arnlaugsson, Björn Bjarnason, Skarphéðinn Pálmason, Leó Kristjánsson og Þórir Sigurðsson hafa einnig kennt stjörnufræði við Menntaskólann á Akureyri. Þórir kenndi einnig í nokkur ár við Menntaskólann við Sund. Af öðrum kennurum í greininni við MA má til dæmis nefna stjörnufræðingana Steinþór Sigurðsson og Trausta Einarsson, eðlisfræðinginn Svein Þórðarson (f. 1913) og kennarana Jóhann L. Jóhannesson (f. 1914), Jón Hafstein Jónsson (f. 1928) Egil Egilsson (f. 1942), Stefán Jónsson (f. 1948) og Níels Karlsson (f. 1952).

Stjörnufræði er nú einnig kennd við marga aðra framhaldsskóla í landinu. Ekki hefur gefist tími til að afla nægjanlegra upplýsinga um þá sem þar hafa kennt greinina á undanförunum árum en þó er ástæða til að nefna sérstaklega þau Ágúst Guðmundsson (f. 1953) sem kenndi í mörg ár við Menntaskólann við Sund og Margréti Björnsdóttur (f. 1945) kennara við Menntaskólann í Hamrahlíð.

Áður hefur verið minnst á hina merku þýðingu Jónasar Hallgrímssonar á "Stjörnufræði Ursins" árið 1842. Á þessari öld hafa einnig verið þýdd eða frumsamin á íslensku nokkrum ritum um stjarnvísindi og sögu þeirra, bæði fyrir almenning og skólanemendur. Meðal afkastamestu rithöfunda á þessu sviði má nefna Sigurð Þórólfsson (1869 - 1929) kennara, Ágúst H. Bjarnason (1875 - 1952) prófessor í heimspeki, Ásgeir Magnússon (1886 - 1969) kennara, fréttastjóra og síðar starfsmann Landsímans, Hjört Halldórsson (1908 - 1977) tónlistarkennara, Ágúst Guðmundsson jarðfræðing, Þorstein Vilhjálmsson eðlisfræðing og stjörnufræðingana Trausta Einarsson og Þorstein Sæmundsson (sjá fylgiskjal 4). Það verður þó að segjast eins og er, að í dag er ekki til nein virkilega góð kennslubók á íslensku um stjörnufræði fyrir nemendur í framhaldsskólum.

Árið 1976 stofnuðu íslenskir áhugamenn um stjarnvísindi Stjörnuskoðunarfélag Seltjarnarness og eru félagar nú um 120. Félagið hefur umsjón með stærsta stjörnuvísingum landsins, 35 cm Celestron spegilsjónauka, sem staðsettur er í stjörnuturni félagsins á þaki Valhúsaskóla á Seltjarnarnesi. Félagið gengst fyrir fræðslufundum um stjarnvísindi fyrir félagamenn og almenning, tekur þátt í að skipuleggja tólmundastarf í stjörnuskoðun fyrir unglinga og gefur út fréttabréf. Það er eftirtektarvert að undanfarin ár hafa margir af helstu forustumönnum félagsins komið úr röðum ungra og áhugasamra eðlisfræðinema við Háskóla Íslands.

Þrátt fyrir erfið skilyrði til stjörnuathugana er almennur áhugi á stjarnvísindum mikill hér á landi og síst minni en annars staðar í heiminum. Þetta sést meðal annars á mikilli aðsókn að alþýðlegum fræðsluerindum um stjarnvísindaleg efni og meiri umfjöllun um stjarnvísindi en flest önnur vísindi í fjölmiðlum. Þá má nefna að almanakið er metsölubók, en það selst í um 10 þúsund eintökum á hverju ári. Í ljósi þessa áhuga verður það að teljast bæði eðlilegt og sjálfsagt að almenningsfræðslu í stjarnvísindum verði ætlaður staður í hinu fyrirhugaða Náttúruvísindahúsi, sem reisa á í Reykjavík á komandi árum (sjá fylgiskjal 5).

Í kringum 1970 urðu miklar breytingar í skólamálum víða um lönd. Hér á landi birtust þær meðal annars í því að menntaskólum og öðrum framhaldsskólum fjölgaði mjög á skömmum tíma. Þetta varð því miður til þess að hlutfallslega mun færri nemendur en áður fengu kennslu í stjörnufræði, og í sumum skólum var greinin jafnvel ekki á námsskrá. (Þetta á reyndar víða við enn þann dag í dag!) Jafnframt varð sú breyting á að stúdentar í vissum raunvísindagreinum áttu þess nú kost að ljúka B.S. námi við Háskóla Íslands, en þar var stjörnufræði alls ekki kennd. Íslenskir stærðfræðingar, eðlisfræðingar, efnafræðingar og jarðvísindamenn sóttu einnig í æ ríkara mæli í framhaldsnám við erlenda háskóla, þar sem stjörnufræði var ekki hluti af náminu, eins og verið hafði í Kaupmannahöfn.

Þetta ástand í stjarnvísindamálum þjóðarinnar olli mörgum kennurum þungum áhyggjum eins og sjá má á bréfi þriggja prófessora til háskólarektors og menntamálaráðherra árið 1973 (sjá fylgiskjal 6) og samþykkt sem gerð var að loknu námskeiði í stjörnufræði fyrir menntaskólakennara árið 1977 (sjá fylgiskjal 7). Þessi mál voru einnig til umræðu í eðlisfræðiskor háskólans og varð það að lokum til þess að kennsla hófst í stjarnvísindum við skorina haustið 1976 með einu valnámskeiði. Í dag býður skorin upp á þrjú valnámskeið í stjarnvísindum. Eitt þeirra er almenns eðlis og er einkum ætlað stúdentum í öðrum greinum en eðlisfræði, en hin tvö eru námskeið í stjarnvísindum fyrir eðlisfræðinema og aðra sem hafa næga undirstöðu í stærðfræði og eðlisfræði. Nýja dósentinum í stjarnvísindum er meðal annars ætlað að hafa yfirumsjón með þessari kennslu. Aðalkennarar í greininni hafa fram að þessu verið þeir Þórir Sigurðsson, Einar Júlíusson og Einar H. Guðmundsson, en einnig hafa Þorsteinn Sæmundsson og Karl Jósafatsson tekið þátt í kennslu og undirbúningsstarfi.

Eins og áður er getið hefur fjöldi þeirra Íslendinga, sem lokið hafa háskólaprófi í stjarnvísindum, aukist verulega á undanförunum áratugum, og verður nánar fjallað um störf þeirra hér á eftir. Í byrjun desember 1988 stofnuðu nokkrir þeirra eins konar atvinnumannafélag í greininni, sem hefur að meginmarkmiði að vinna að vexti og viðgangi stjarnvísinda hér á landi. Félagið hlaut nafnið Stjarnvísindafélag Íslands og í dag eru félagar orðnir þrettán (sjá fylgiskjal 8). Það er einmitt á vegum félagsins, sem þessi skýrsla er samin. 1988 gerðist einnig annar merkisatburður í sögu stjarnvísinda hér á landi. Í ágústmánuði það ár slóst Ísland í hóp 58 annarra þjóða og gerðist fullgildur aðili að alþjóða stjarnvísindasambandinu, IAU, á aðalþingi sambandsins í Baltimore í Bandaríkjunum. Með þátttöku í sambandinu má segja að Íslendingar hafi gefið yfirlýsingu um það á alþjóðavettvangi að hér á landi séu stundaðar rannsóknir á sviði stjarnvísinda.

Íslenskir stjarnvísindamenn á tuttugustu öld

Árið 1913 lauk Vestur - Íslendingurinn *Sturla Einarsson* (1879 - ?) doktorsprófi í stjörnufræði frá Kaliforníuháskóla í Berkeley. Hann fæddist á Grófargili á Skagaströnd en fluttist fjögurra ára gamall til Vesturheims með foreldrum sínum. Sturla, sem var sérfræðingur í halastjörnum, starfaði alla tíð í Berkeley og var prófessor við stjörnufræðideildina 1928 - 1950. Hann var einnig formaður *The Astronomical Society of the Pacific* um nokkurra ára skeið.

Stjórn Stjarnvísindafélagsins er kunnugt um tvo aðra Íslendinga sem unnið hafa allt sitt starf á sviði stjarnvísinda á erlendri grund. Annar þeirra er dr. *Baldur Elfsson* (f. 1937) verkfræðingur sem nú er búsettur í Sviss. Á árunum 1966 til 1969 vann Baldur ásamt nokkrum öðrum vísindamönnum að rannsóknum í útvarpsstjörnufræði við Caltech - háskóla í Kaliforníu. Hinn er *Gísli Hlöðver Pálsson* (f. 1943) stjörnufræðingur, sem nú er bandarískur ríkisborgari og gengur undir nafninu Jack Gilbert Hills. Gísli flutti sex ára gamall til Bandaríkjana og hefur dvalið þar síðan. Hann lauk doktorsprófi í stjörnufræði frá Michiganháskóla 1969 og var lengi kennari í stjörnufræði við ríkisháskólann í Michigan. Hann starfar nú við stjarnfræðideild Los Alamos rannsóknarstofnunarinnar í Nýju Mexíkó. Jack G. Hills er þekktur fræðimaður á sínu sviði og hefur skrifað fjölda vísindagreina, meðal annars um uppruna og þróun sólkerfisins, tvístirni og stjörnuþyrpingar og mörg önnur svokölluð "margra hnatta vandamál" í stjörnufræði.

Fyrsti Íslendingurinn, sem lauk háskólaprófi með stjörnufræði sem aðalgrein, og kom að því loknu til starfa á Íslandi var *Steinþór Sigurðsson* (1904 - 1947). Hann stundaði nám í Kaupmannahöfn og vann meðal annars um tíma sem einn af aðstoðarmönnum prófessors Elis Strömgrens (1870 - 1947) við útreikninga á brautum smástirna og halastjarna, en slíkir reikningar voru eitt helsta viðfangsefni stjörnufræðinga í Kaupmannahöfn á þessum árum. Steinþór þótti mjög fær á þessu sviði og eftir hann liggur ein vísindagrein um smástirnabrautir í *Astronomische Nachrichten*. Eftir magisterspróf, 1929, átti hann þess kost að halda áfram rannsóknum erlendis, meðal annars í Hollandi. Hann kaus þó að snúa aftur til Íslands að loknu námi. Það mun hafa orðið tilefni þess að danskir stjörnufræðingar fóru að velta fyrir sér þeim möguleika að á Íslandi yrði reist athugunarstöð undir stjórn Steinþórs. Ekkert varð þó úr þeim ráðagerðum og má telja líklegt að slæm athugunarskilyrði og aðstöðuleysi hafi valdið þar miklu. Eftir að heim var komið kenndi Steinþór í nokkur ár stjörnufræði og fleiri raungreinar, fyrst við Menntaskólann á Akureyri og síðar í Reykjavík. Fyrstu sumrin starfaði hann jafnframt að landmælingum á öræfum landsins. Steinþór var mjög fjölhæfur maður og áhugi hans beindist smám saman meira að öðrum greinum en stjörnufræði. Þannig fjalla til dæmis flest rita hans um jarðfræðileg og líffræðileg efni, en þó liggja eftir hann nokkrar alþýðlegar greinar um stjörnufræði. Hann fórst eins og kunnugt er af slysförum við rannsóknir á Heklugosinu 1947.

Árið 1934 lauk *Trausti Einarsson* (1907 - 1984) doktorsprófi í stjörnufræði frá háskólanum í Göttingen í Þýskalandi. Doktorsritgerð hans fjallar um kórónu sólarinnar og möguleika á því að gera á henni samfelldar mælingar. Ritgerðin kom hún út prentuð í *Zeitschrift für Astrophysik*. Þetta mun vera eina vísindaritgerðin um stjörnufræði sem Trausti birti í erlendu tímariti. Trausti kom til Íslands að loknu prófi og hóf kennslu í stjörnufræði og öðrum raungreinum við Menntaskólann á Akureyri. Eftir tíu ára starf á Akureyri fluttist hann til Reykjavíkur þar sem hann varð prófessor í eðlisfræði árið 1945. Fljótlega eftir heimkomuna frá Göttingen hóf Trausti rannsóknir á jarðmyndunum Íslands og var það helsta rannsóknarsvið hans upp frá því. Trausti verður að teljast einn af afkastamestu og frjóustu jarðvísindamönnum sem Ísland hefur átt, þótt oft hafi kenningar hans verið umdeildar. Má nærri geta hversu mikill aflvaki Trausti hefði orðið íslenskum stjarnvísindum, ef aðstæður hér á landi hefðu verið aðrar og hann átt þess kost að helga sig rannsóknum á því sviði.

Þrátt fyrir miklar annir á öðrum sviðum snéri Trausti aldrei baki við stjörnufræðinni. Hann skrifaði til dæmis fjölda fræðslugreina um stjörnufræði og heimsfræði fyrir almenning í íslensk blöð og tímarit. Hann velti fyrir sér tímatali fornanna og skrifaði nokkrar greinar um það efni jafnframt því sem hann hafði sínar eigin hugmyndir um myndun sólkerfisins. Síðast en ekki síst sá Trausti um útgáfu og útreikning Íslandsalmanaksins í fjölda ára, fyrst í samvinnu við Leif Asgeirsson en síðar í samvinnu við Þorstein Sæmundsson.

Þorsteinn Sæmundsson (f. 1935) stundaði nám í stjörnufræði við háskólann í St. Andrews í Skotlandi og lauk þaðan B.Sc. Honours-prófi árið 1958. Hann vann síðan að rannsóknum við Lundúnaháskóla og lauk þaðan doktorsprófi árið 1962. Ritgerð hans fjallar um samband segulstorma á jörðinni og virkni á yfirborði sólar. Þorsteinn hóf störf við Eðlisfræðistofnun

Háskólans 1963 og er nú fastráðinn sérfræðingur á Raunvísindastofnun Háskólans og deildarstjóri háloftadeilar jarðeðlisfræðistofu. Hann hefur haldið áfram rannsóknum á sviði háloftafræði hér á landi og sér til dæmis um mælingar á breytingum á segulsviði jarðar í segulmælingastöð Háskólans í Leirvogi í Mosfellssveit. Segulmælingastöðin er talin ein sú þýðingarmesta í heiminum og er mikil eftirspurn eftir gögnum þaðan, sem meðal annars birtast í árlegum skýrslum stöðvarinnar.

Þorsteinn hefur haft samvinnu við ýmsa erlenda vísindamenn um háloftarannsóknir í gegnum tíðina. Á síðustu árum hafa helstu samstarfsaðilarir verið japanskir háloftafræðingar við Tókýóháskóla, sem hafa komið upp þremur athugunarstöðvum til norðurljósarannsókna hér á landi. Rekstur stöðvanna er í umsjá háloftadeildar. Tilgangur rannsókna er fyrst og fremst nákvæmur samanburður á norðurljósum hérlendis og á suðurhveli, þar sem Japanirnir reka einnig athugunarstöðvar. Allmargar greinar hafa þegar birst um niðurstöður þessara rannsókna.

Þorsteinn hefur um margra ára skeið séð um útgáfu og útreikning *Íslandsalmanaksins*, fyrst í stað í samvinnu við Trausta Einarsson en síðar einn (frá 1970). Frá því hann tók við almanakinu hefur það stækkað verulega og má nú finna í því margvíslegar nýjar upplýsingar um stjarnvísindi og önnur fræði. Af þessari mikilvægu vinnu hafa einnig spunnist ýmsar rannsóknir, einkum um tímatal, sem sagt hefur verið frá í almanakinu.

Auk starfa að háloftarannsóknum og almanaksútgáfu hefur Þorsteinn verið einn af afkastamestu nýyrðasmiðum landsins. Starf hans á því sviði hefur ekki verið einskorðað við stjörnufræði heldur hefur hann einnig búið til mörg orð í eðlisfræði og öðrum fræðigreinum. Hann hefur einnig verið ötull við að kynna íslenskum almenningi stjarnvísindi nútímans. Hann hefur skrifað fjölda greina í almanakið sem og blöð og tímarit og er tíður gestur í útvarpi og sjónvarpi. Bók hans *Stjörnufræði - Rímfræði* er brautryðjandaverk á þessu sviði hér á landi. Barátta hans gegn hvers kyns hjátrú og hégilju er vel þekkt. Hann var fyrsti formaður Stjörnuskoðunarfélags Seltjarnarness og er nú formaður landsnefndar alþjóðasambands stjarnvísindamanna (IAU) hér á landi.

Þórir Sigurðsson (f. 1939) lauk fil. kand. prófi í stjörnufræði og fleiri greinum frá háskólanum í Stokkhólmi árið 1963. Árið 1967 stundaði hann einig nám við sama skóla en árið 1972 lauk hann mastersprófi í eðlisfræði frá Purdueháskóla í Bandaríkjunum. Skólaárið 1984 - 85 var hann við nám í útvarpsstjörnufræði og plasmæðlisfræði við háskólann í Gautaborg.

Þórir hefur verið einn af atkvæðamestu raungreinakennurum landsins á undanförunum áratugum og meðal annars kennt stjörnufræði við menntaskólana á Akureyri, í Reykjavík, við Tjörnina og við Sund. Hann er nú lektor í stærðfræði við Háskólann á Akureyri. Þegar kennsla hófst í fyrsta námskeiðinu í stjarnfræði við Háskóla Íslands árið 1976 var leitað til Þóris og hann tók að sér að kenna námskeiðið í tvö fyrstu skiptin, þrátt fyrir erfiðar aðstæður. Í seinna skiptið bjó hann á Akureyri, en kom reglulega til Reykjavíkur til að kenna. Auk þessa brautryðjendastarfs hefur Þórir einnig tekið þátt í að stjórna og kenna á endurmenntunarnámskeiðum í stjörnufræði, bæði fyrir framhaldsskólakennara og grunnskólakennara. Árið 1970 hafði hann yfirumsjón með sýningu um tunglið, sem haldið var á vegum Náttúrugripasafnsins á Akureyri. Hann hefur haft mikil áhrif á kynslóð yngri vísindamanna, bæði með kennslu sinni og eins með persónulegum samskiptum.

Til skamms tíma hefur Þórir ekki haft aðstöðu til að sinna eiginlegum rannsóknum í stjarnvísindum, og er það fyrst og fremst vegna mikilla anna við framhaldsskólakennslu. Eftir að hann hóf störf við Háskólann á Akureyri hefur væntanlega orðið nokkur breyting til batnaðar, og hann er nú byrjaður að vinna að rannsóknarverkefni um rauðvikskeningar í heimsfræði í samvinnu við Einar H. Guðmundsson stjarnfræðing í Reykjavík. Þá er hann einnig að vinna að rannsóknarverkefni um Stjörnu-Odda ásamt Þorsteini Vilhjálmsyni eðlisfræðingi í Reykjavík. Í þessu sambandi ber þó að hafa í huga að stjarnvísindi eru ekki kennd við Háskólann á Akureyri og að kennarastaða Þóris er í stærðfræði.

Í þessari upptalningu á stjarnvísindamönnum tuttugustu aldar er rétt að nefna næst *Þorstein Vilhjálmsson* (f. 1940). Hann lauk cand. scient. prófi í kennilegri eðlisfræði frá Kaupmannahafnarháskóla árið 1967 og er nú prófessor við eðlisfræðiskól Háskóla Íslands með vísindasögu sem sérsvið. Fyrir nokkrum árum kom út mikið tveggja binda verk eftir Þorstein, *Heimsmýnd á hverfanda hveli*, sem fjallar um heimsmýnd vísinda frá öndverðu fram yfir daga Newtons. Af eðlilegum ástæðum fjallar verkið að verulegu leyti um sögu stjörnufræðinnar. Þorsteinn vinnur nú að rannsóknum á íslenskum raunvísindum til forna og hefur sérstaklega tekið

fyrir tímatal á fyrstu öldum Íslands byggðar. Í því sambandi hafa rannsóknir hans einkum beinst að Þorsteini surti og Stjörnu - Odda og verkum þeirra. Auk brautryðjandastarfs við rannsóknir og kennslu í vísindasögu við Háskóla Íslands hefur Þorsteinn einnig unnið að nýyrðasmíði í eðlisfræði og stjörnufræði, og hann ritstýrði meðal annars *Orðaskrá um eðlisfræði, stjörnufræði og skyldar greinar*, sem Eðlisfræðifélag Íslands gaf út 1985. Hann er félagi í Stjarnvísindafélagi Íslands og átti á sínum tíma verulegan þátt í því að koma á kennslu í stjarnvísindum við eðlisfræðiskor.

Geimgeislarannsóknir eru eitt stærsta svið nútíma stjarnvísinda. Á árunum 1945 - 1947 stundaði *Þorbjörn Sigurgeirsson* (1917 - 1988) eðlisfræðingur og síðar prófessor við Háskóla Íslands slíkar rannsóknir við Princetonháskóla í Bandaríkjunum og gerði merkar mælingar á mýeindum ásamt japönskum starfsbróður sínum. Þorbjörn fylgdi þessum athugunum sínum þó ekki eftir og þegar heim var komið sneri hann sér að öðrum rannsóknum.

Í dag er *Einar Júlíusson* (f. 1941) eini íslenski sérfræðingurinn á sviði geimgeisla. Hann lauk doktorsprófi í eðlisfræði frá háskólanum í Chicago árið 1974. Á námsárum sínum í Bandaríkjunum stundaði Einar fyrst mælingar á rafeindum í geimgeislum og gerði síðar mælingar í loftbelgjum á kjarnasamsetningu geimgeisla með mælitæki sem hann hannaði sjálfur. Rannsóknir þessar vöktu talsverða athygli á sínum tíma. Einar hefur um margra ára skeið verið í samvinnu við franska og danska stjarneðlisfræðinga um mælingar á hleðslu og samsætusamsetningu geimgeisla. Mælingarnar voru gerðar um borð í HEAO - C gervitunglinu með tækjum sem Einar átti þátt í að hanna. Mikil vinna hefur farið í að vinna úr mæligögnum og Einar hefur í því sambandi dvalist langdvölum við Kjarneðlisfræðistofnunina í Saclay í París (1975 - 1976 og aftur 1980 - 1983) og við dönsku geimferðastofnunina í Lyngby í Danmörku (haustið 1981). Hann starfaði á Íslandi 1976 - 1979 við úrvinnslu gagna og önnur störf og frá 1983 hefur hann verið búsettur hér á landi.

Einar er þekktur fræðimaður á sínu sviði og hefur skrifað mikinn fjölda vísindaritgerða, bæði einn og með öðrum. Hann hefur einnig haldið fyrirlestra um rannsóknir sínar víða um lönd. Hann er í stjórn Stjarnvísindafélags Íslands og hefur tekið þátt í að kenna stjarnvísindanámskeiðin við Háskóla Íslands. Hann starfar nú við eðlisfræðiskor í tímabundinni lektorsstöðu, aðallega við að kenna nemum á fyrsta ári eðlisfræði. Hann hefur litla sem enga aðstöðu til að sinna rannsóknum í stjarnvísindum við þessar aðstæður.

Einar H. Guðmundsson (f. 1947) lauk lic. scient. prófi í eðlisfræði frá háskólanum í Kaupmannahöfn árið 1981. Licentiatritgerð hans fjallar um gerð yfirborðslaganna á nifteindastjörnum og jafnframt um kólnun slíkra stjarna. Einar starfar nú sem lausráðinn sérfræðingur við eðlisfræðistofu Raunvísindastofnunar. Hann hefur haldið áfram rannsóknum sínum í kennilegri stjarneðlisfræði hér á landi, jafnframt því sem hann hefur unnið að uppbyggingu kennslu í stjarnvísindum við eðlisfræðiskor.

Flest rannsóknarverkefni Einars hafa verið unnin í samvinnu við aðra vísindamenn. Hann hefur um margra ára skeið stundað rannsóknir á gerð og þróun nifteindastjarna og þeirri eðlisfræði sem þarf til að skilja eiginleika slíkra stjarna. Helstu samstarfsmenn að þessu viðamikla verkefni eru vísindamenn við NORDITA í Kaupmannahöfn, þar sem Einar hlaut þjálfun sína í rannsóknum, og einnig stjarneðlisfræðingar í Bandaríkjunum. Nú síðast hefur hann unnið með prófessor Jakobi Yngvasyni og fleirum að lausn vissra vandamála í eðlisfræði efnis í sterku segulsviði. Hann vinnur jafnframt að rannsóknum í heimsfræði, meðal annars í samvinnu við Þóri Sigurðsson, lektor á Akureyri, og Örnólf E. Rögnvaldsson, sem stundar nám í eðlisfræði við Háskóla Íslands. Þá hefur hann einnig ritað greinar um sögu stjarnvísinda á Íslandi.

Eins og áður er getið er Einar nú lausráðinn sérfræðingur við eðlisfræðistofu. Meðan á þeirri ráðningu stendur hefur hann tækifæri til að helga sig rannsóknum í stjarnvísindum. Hann situr í stjórn NORDITA og er jafnframt fulltrúi Íslands í stjarneðlisfræðinefnd stofnunarinnar. Hann hefur tekið virkan þátt í félagsmálum íslenskra stjarnvísindamanna og er nú formaður Stjarnvísindafélags Íslands.

Árið 1987 lauk *Guðmundur G. Bjarnason* (f. 1954) doktorsprófi í háloftafræðum frá þeirri deild Kólórádóháskóla í Boulder, sem annast rannsóknir og kennslu í stjarnvísindum og lofthjúpsfræðum. Rannsóknir hans hafa fyrst og fremst verið á sviði efna- og eðlisfræði efri lofthjúps jarðar. Hér er einkum um að ræða þróun tölvulíkana fyrir efri lofthjúpin sem lýsa ljósefnafræðilegum ferlum og dægursveiflum á stærðum eins og hita, þrýstingi, vindhraða og loftljómun. Í tengslum við þessa kennilegu reikninga hefur Guðmundur unnið að úrvinnslu gagna

7. Lokaorð

Í vissum skilningi standa íslenskir stjarnvísindamenn í dag í svipuðum sporum og félagar þeirra í greinum eins og eðlisfræði, stærðfræði og efnafræði fyrir 25 til 35 árum, eða áður en Eðlisfræðistofnun Háskólans og síðar Raunvísindastofnun Háskólans urðu til. Þá störfuðu hér á landi örfáir vísindamenn í þessum greinum með mjög takmarkaða aðstöðu til rannsókna eða annarra starfa á sínum fræðasviðum. Þrátt fyrir það tókst nokkrum þeirra að ná verulegum árangri í vísindarannsóknum og vinna merk brautryðendastörf sem íslenska þjóðin býr að enn í dag. Meðal annars vegna starfa þeirra og eins vegna framsýni íslenskra ráðamanna fyrir rúmum aldarfjórðungi er staðan í dag allt önnur, og í öllum þessum greinum starfar nú dugmikill hópur íslenskra vísindamanna, sem margir hverjir hafa getið sér gott orð á alþjóðavettvangi.

Segja má að stofnun eins og Raunvísindastofnun Háskólans og sú starfsemi sem þar fer fram sé gott dæmi um það hvað hægt er að gera ef vilji og heilbrigður metnaður er fyrir hendi. Þegar stofnunin tók til starfa, árið 1966, voru rannsóknarstofurnar aðeins fjórar: í eðlisfræði, stærðfræði, efnafræði og jarðvísindum. Síðar bættist svo reiknifræðistofa við og jarðvísindastofan var jafnframt lögð niður í þáverandi mynd og úr henni myndaðar tvær nýjar stofur, önnur í jarðfræði en hin í jarðeðlisfræði. Rannsóknarstofurnar eru því alls sex í dag. Ýmsar aðrar greinar vísinda, sem stundaðar eru hér á landi, hafa aðsetur í öðrum stofnunum og má í því sambandi til dæmis nefna Líffræðistofnun Háskóla Íslands, Veðurstofu Íslands, Orkustofnun, Hafrannsóknastofnun og Norrænu eldfjallastöðina.

Eins og fram hefur komið í þessari skýrslu telur stjórn Stjarnvísindafélags Íslands löngu tímabært að elsta vísindagreinin slái til hóp annarra fræðigreina hér á landi sem fullgildur og sjálfstæður meðlimur í vísindasamfélaginu. Til þess að svo megi verða þurfa æðstu ráðamenn vísinda og mennta að veita íslenskum stjarnvísindamönnum nauðsynlegt öryggi og sjálfstæði til rannsókna með því að skapa þeim traustan starfsvettvang. Stjórnin vill undirstrika það sérstaklega að sú lausn sem hér hefur verið bent á (sjá 3. kafla) er tiltölulega ódýr, og hún verður að teljast fullkomlega raunhæf bæði frá fjárhagslegu og félagslegu sjónarmiði. Með nýrri kennarastöðu við eðlisfræðiskor, stjarnvísindastofu með þremur nýjum sérfræðingum við Raunvísindastofnun og norrænu samstarfi, meðal annars í NOT og NORDITA, má telja fullvíst að stjarnvísindi nái að blómgastrá á landi á næstu áratugum.