

Brot úr sögu stjörnuathugana á Íslandi: I. Frá landnámi til miðrar átjándu aldar

Einar H. Guðmundsson

Raunvísindastofnun Háskólans

Vefútgáfa: 10. okt. 2008

Ágrip – Í þessari grein er gefið yfirlit yfir sögu stjörnuathugana og stjarnmælinga á Íslandi frá miðöldum til upphafs upplýsingaraldar í kringum 1750. Fyrstu tveir kaflarnir fjalla um ýmis algeng stjarnmælingatæki sem notuð voru fyrir daga sjónaukans og er athyglinni beint sérstaklega að Íslandi, þar sem kvaðranturinn var í aðalhlutverki. Síðan er lýst fyrstu kynnum íslenskra stúdenta af sjónpípunni í Kaupmannahöfn um miðja sautjándu öld og fjallað um upphaf stjarnmælinga með sjónaukum hér á landi árið 1721. Þar var Magnús Arason landmælingamaður í aðalhlutverki, en hann hafði lært stjörnufræði hjá Ole Rømer. Háskólinn í Kaupmannahöfn kemur talsvert við sögu í greininni, enda var hann þjóðarskóli Íslendinga um fjórðung þess tíma sem frásögnin spannar.

1. Miðaldir

Norrænir forfeður okkar voru ágætlega að sér um gang himintungla. Meðal annars notuðu þeir pólstjörnuna, sól, tungl og stjörnumerki til staðarákvarðana og tímamælinga og í fornum ritum er getið um íslenska menn eins og Einar Þveræing, Sæmund fróða og Bjarna prest Bergþórsson sem þóttu sérstaklega fróðir á þessu sviði.

Þekktastir stjarnvísra Íslendinga á miðöldum eru þó án efa þeir Þorsteinn surtur og Stjörnu-Oddi. Þorsteinn er höfundur mikilvægra endurbóta á tímatali á tíundu öld og Oddi er talinn hafa ritað Oddatölu um miðja tólftu öld. Verkið ber vitni um óvenju mikla þekkingu höfundar á göngu sólar á hvelfingunni og sennilega hefur Oddi sjálfur gert þær athuganir sem Oddatala byggir á. Ef það er rétt, hefur hann verið einn af færustu stjörnuskoðendum síns tíma í Norður-Evrópu.¹

Sennilega hefur Stjörnu-Oddi notað tiltölulega einfaldar aðferðir við athuganir sínar, svo sem kennileiti í landslagi, prik eða vörður til hornamælinga og árstíðabundnar breytingar á næturhimninum. Um flóknari mælitæki hefur vart verið að ræða, því það var

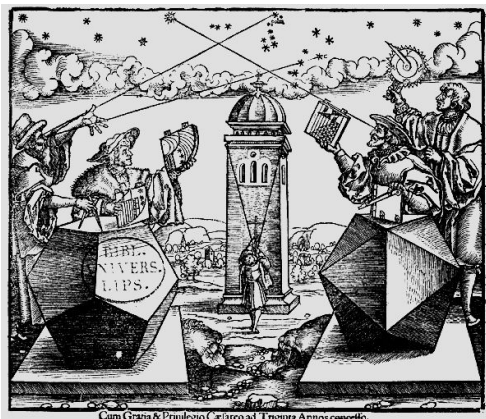
ekki fyrr en snemma á þrettándu öld sem Evrópubúar kynntust fyrst þeirri stjörnufræði og mælitækni sem þróast hafði með Forn-Grikkjum og síðar Aröbum. Þessi þekking barst til Íslands um miðja þrettándu öld eins og sjá má í handritinu *Rím 2* frá þeim tíma, en það byggir að hluta á verkum eftir lærdómsmanninn Jóhannes Sacrobosco (d. um 1256).²

Meðal þeirra stjarnmælingatækja, sem vitneskja barst um til Evrópu á þessum tíma, voru kvaðrantur, stjörnuskífa (e. astrolabe) og baugahnöttur (e. armillary sphere). Upphaflega gerð tækjanna má rekja til Forn-Grikkja en Arabar endurbættu þau verulega. Um miðja fjórtándu öld kom svo frumgerð Jakobsstafsins og nokkru síðar næturklukkan (e. nocturnal) og sextanturinn. Með tímanum urðu til margar mismunandi útgáfur af þessum mælitækjum og önnur ný komu til sögunnar. Á myndum 1 og 2 má sjá sum þeirra tækja, sem hér hafa verið nefnd.

Að grunni til byggja öll þessi tæki á aðferðum til að mæla horn milli tveggja sjónlína. Þau voru meðal annars notuð til að finna hæð turna og fjalla, stöðu stjarna á hvelfingunni og breiddarstig athugunarstaða.

¹ Sjá til dæmis [49], [54], [60], [61] og [62] og heimildir sem þar er vísað í.

² Handritið *Rím 2* er prentað í [6]. Stutta og greinargóða umfjöllun um stjörnufræði á miðöldum er að finna í grein Olafs Pedersens í [34], bls. 303–337.



Mynd 1. Lengst til vinstri notar maður framréttu hönd til að áætla horn milli fastastjarna. Í hinni heldur hann á hringfara. Við hlið hans er maður með tvo kvaðranta. Fyrir miðju fer fram mæling með Jakobsstaf. Hægra megin eru sýndar aðrar gerðir kvaðranta auk næturlukku, en hún líkist einna helst hjólsög. Myndin er úr riti Peters Apians um mælitæki frá 1533 [1].

Hið síðastnefnda var einkum gert með því að mæla pólhæðina eða hádegishæð sólar. Flóknasta tækið, stjörnskífa af bestu gerð, réði vel við slíkar hornamælingar, en að auki mátti nota hana sem klukku og áttavita með hjálp búnaðar, er einna helst má líkja við vélræna tölvu. Þá var hægt að tímasetja sólarupprás og sólsetur með stjörnskífu og nota hana til þess að semja stjörnuspar.³

Þrátt fyrir nokkra leit hef ég ekki rekist á nein- ar íslenskar heimildir frá því fyrir síðaskipti þar sem minnst er á önnur stjarnmælingatæki en kvaðrantinn. Engu að síður er lítil ástæða til að ætla annað en að á síðmiðöldum hafi einhverjir Íslendingar notað, eða að minnsta kosti skoðað, stjörnskífur, Jakobsstafi eða baugahnetti, til dæmis á ferðalögum erlendis⁴.

Kvaðranturinn var það af ofangreindum mæli- tækjum, sem mest var notað á miðöldum og reyndar

³ Góða umfjöllun um stjörnskífur er að finna hjá [44]. Sjá einnig [46].

⁴ Hér eru tæki eins og leiðarsteinn og sólarsteinn ekki talin til stjarnmælingatækja. Leiðarsteinn var sennilega af- brigði af seguláttavita en enginn veit með vissu hvað sólar- steinn var. Fjallað er nokkuð ítarlega um kvaðrantinn í *Rími* 2 (sjá [6], bls. 107–109). Fróðlega almenna umfjöllun um notkun hans á Norðurlöndum og víðar er að finna hjá [46]. Elsta íslenska heimildin sem ég hef fundið, þar sem minnst er á Jakobsstaf, er rit Gísla Oddsonar frá 1638 (sjá bls. 54 í íslensku þýðingunni frá 1962 [17]).



Mynd 2. Maðurinn til vinstri styðst við baugahnött á með- an hann skoðar stjörnuhimininn. Sá til hægri beitir ein- faldri stjörnskífu við stjörnuhæðarmælingu. Mynd úr riti Robertes Recordes (1510–1558) frá 1556 [48].

mun lengur. Það á jafnt við hér á landi sem erlend- is. Ástæðan er líklega sú, að jafnvel á miðöldum var tiltölulega auðvelt að smíða einfaldan kvaðrant, sem nota mátti til að ákvarða pólhæðina með nákvæmni upp á eina gráðu eða svo (sjá til dæmis kvaðrantinn á mynd 4). Eftir því sem meiri nákvæmni er krafist, þarf kvaðranturinn að vera vandaðri og þar með dýrari.

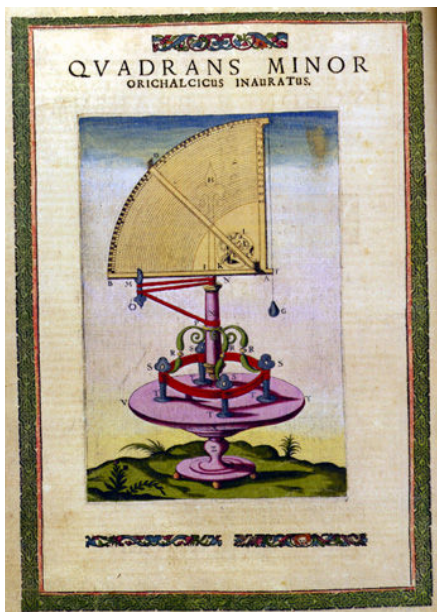
Fyrir daga sjónaukans var það skerpa mannsaug- ans sem takmarkaði nákvæmnina í hornamælingum. Skerpa þess er í kringum ein bogamínúta, sem þýð- ir einfaldlega að venjulegt mannsauga greinir ekki á milli tveggja punkta sem eru innan við bogamínútu hvor frá öðrum. Bestu kvaðrantarnir, eins og þeir sem Tycho Brahe (1546–1601) lét smíða á Hveðn á seinni hluta sextánda aldar, höfðu slíka mælinákvæmni.

2. Staðarákvarðanir á tímum endurreisnar

Í þeim íslensku heimildum sem varðveist hafa frá sextánda og sautjándu öld er nær eingöngu fjallað um kvaðranta þegar hnattstöðumælingar ber á góma. Þar er einkum sagt frá staðbundnum tilraunum til þess að ákvarða breiddarstig á þurru landi, oft í tengslum við kortagerð. Þótt um það skorti heimildir, er samt full ástæða til að ætla að á þessum tíma hafi einhverjir Íslendingar einnig notað kvaðrantinn eða aðra horna- mæla sem siglingatæki.

Áherslan á breiddarmælingar er ekki tilviljun, því það var einmitt um miðja sextánda öld sem áhugi á kortagerð hófst fyrir alvöru í Norður-Evrópu.⁵

⁵ Mjög gott og ítarlegt yfirlit yfir landmælingar og korta- gerð í Evrópu á endurreisnartímanum er að finna í [58].



Mynd 3. Lítil kvaðrantur sem Tycho Brahe lét smíða árið 1573. Hann var úr gylltu látúni með 39 cm radíus. Myndin er úr bók Brahes um mælitækin á Hveðn frá 1602 [7].

Endurreisnarmaðurinn Tycho Brahe kortlagði til dæmis eyjuna Hveðn af mikilli nákvæmni á seinni hluta aldarinnar og notaði til þess þríhyrningamælingar.

Hér á landi var það Guðbrandur Þorláksson (1541/42–1627) biskup á Hólum sem reið á vaðið. Hann var fjölhæfur mjög og lagði meðal annars stund á stjörnufræði. Til viðbótar embættisverkum og öðru amstri vann hann að kortagerð og Íslandskort hans frá 1585 er víðfrægt.⁶

Á korti Guðbrands er breidd Hóla talin 66 gráður og 55 bogamínútur, sem er rúmlega einni gráðu of norðarlega. Árið 1593 segir Arngrímur lærði Jónsson (1568–1648) hins vegar frá frá því í riti sínu *Brevis commentarius de Islandia (Stutt greinargerð um Ísland)* að Guðbrandur hafi ákvarðað breidd Hóla og hafi hún reynst 65 gráður og 44 bogamínútur. Sú niðurstaða er mjög nærri réttu lagi. Á tímabilinu frá 1585 til 1593 hefur Guðbrandur því endurbætt mælinguna verulega, reyndar svo mjög, að á þeim tíma var aðeins til að jafna breiddarmælingum Brahes hvað nákvæmni varðar.

⁶ Um stjörnufræðiiðkun Guðbrands biskups er nánar fjallað hjá [9]. Sjá einnig [63], 1. bindi, bls. 157–217 og [22], bls. 9–14.

Ekki er vitað með vissu, hvaða verkfæri Guðbrandur notaði við ákvörðun á breiddarstigi Hóla. Í ritgerð minni frá 1996 eru leidd rök að því að biskup hafi notað kvaðrant úr smiðju Brahes við seinni mælinguna og að Oddur Einarsson Skálholtsbiskup (1559–1630) hafi komið með hann til Íslands eftir heimsókn til Hveðnar vorið 1589.⁷

Í ritinu *Crymogæa (Ísland)* frá 1609 getur Arngrímur um tilraun Guðbrands til þess að mæla lengdarstig Hóla í tengslum við tunglmyrkva. Sú mæling var ekki eins nákvæm og breiddarmælingin enda er mun erfiðara að finna lengdina. Við lengdarákvörðun þarf nákvæmar klukkur eða nákvæmar skrár yfir myrkva eða önnur fyrirbæri er tengjast göngu himintungla. Guðbrandur hafði hvorugt og það var ekki fyrr en löngu síðar sem lengdarmælingar urðu jafn áreiðanlegar og breiddarmælingar.

Sjónaukinn kom fram á sjónarsviðið árið 1608 og fremstu stjörnufræðingar í Suður- og Mið-Evrópu tóku fljótt að nota hann til að skoða stjörnuhiminn, hreyfingar reikistjarna og yfirborð himintungla.⁸ Til viðbótar stækkuninni hafa sjónaukar meiri skerpu en mannsaugað sem leiðir til meiri mælinákvæmni. Hins vegar leið talsverður tími þar til almennt var farið að nota sjónaukann við hefðbundnar stjarnmælingar. Þetta á til dæmis við á Norðurlöndum og hlutverk kvaðrantsins virðist því hafa haldist óbreytt hér á landi vel fram á átjándu öld.

Árið 1632 fór Gísli Oddson (1593–1638), sonur Odds Einarssonar, til Kaupmannahafnar í tilefni þess að hann var að taka við embætti biskups í Skálholti. Þar mun hann hafa hitt Christian Sørensen Lomborg (1562–1647), fyrsta prófessorinn í stjörnufræði við Háskólann í Kaupmannahöfn. Lomborg, sem kallaði sig Longomontanus, hafði kennt Gísli undirstöðuatriðin í stjörnufræði á námsárum hans í Höfn 1613 til 1615.⁹ Í hinu merka riti sínu *De Mirabilibus Islandiæ*

⁷ Umræddur kvaðrantur var notaður til mælinga á Hveðn um það leyti sem Oddur var þar í heimsókn, en aldrei eftir það. Sjá nánar hjá [9]. Þess má geta að rannsóknir vísindasagnfræðingsins V.H. Thorens styðja tilgátu mína (sjá [53], bls. 196). Margt er þó óljóst hvað þetta varðar. Sem dæmi má nefna að vísindasagnfræðingurinn J.R. Christianson er á gagnstæðri skoðun, en hann telur að Oddur hafi fært Brahe kvaðrantinn að gjöf frá Guðbrandi (sjá [8], bls. 132 og 272).

⁸ Sjá nánar í [12].

⁹ Um Longomontanus má t.d. lesa hjá [10] og [11].

(*Undur Íslands*) frá 1638 byrjar Gísli á umfjöllun um hnattbreidd Íslands og segir meðal annars:¹⁰

... eg hef fundið, að í þeim áætlunum [þ.e. ákvörðun breiddarinnar]¹¹ eru flestir höfundar mjög ósammála. En ... þótt eg hafi verið hvattur duglega til þess af hinum lærðasta og drenglyndasta manni, herra Kristjáni Longomontanus, sem er allra manna bezt að sér í stjörnufræði, og örlátlega búinn út með virðulegri gjöf, sem sé fjórðungs-sjöntæki [kvaðrantí], þá skal eg samt hreinskilningslega kannast við vanmátt minn í því efni, annaðhvort vegna vanrækslu minnar og fákunnáttu, eða vegna þess, hve staður þessi er óheppilegur, en hann er ... Skálholt ... Hér eru fjöll á alla vegu til hindrunar því að eg geti nákvæmlega komið til vitneskju um þetta efni. Eg vil heldur einfaldlega fara eftir skoðun annarra lærðari manna ... sem við eigin rannsókn, með Jakobs-staf eða öðru siglingatæki, hafa reynt að komast að rétttri niðurstöðu ... Einn af [þeim] ... er duglegur kaupmaður ... Jóhannes Nansen í Keflavík.¹²

Þessi orð segja sína sögu um almenna þekkingu Íslendinga á stjörnufræði og landmælingum á árunum í kringum 1640. Ástandið átti þó eftir að breytast til batnaðar á næstu árum, að minnsta kosti tímabundið.

Ekki er vitað hvað varð um kvaðrantinn sem Gísli fékk hjá Longomontanus en hugsanlega hefur nafni hans Gísli Einarsson notað hann við stjarnmælingar í Skálholti tæpum fimmtán árum síðar. Um þær mælingar verður rætt nánar hér á eftir.

Undir lok dönsku endurreisnarinnar á árunum uppúr 1640 voru nær samtímis við nám í Kaupmannahöfn nokkrir Íslendingar sem höfðu mikinn áhuga á stjörnufræði og öðrum stærðfræðilegum lærdómslistum, þótt aðalnámsgreinar þeirra flestra væru aðrar. Þar ber sérstaklega að nefna þá Páll Björnsson (1620-1706) síðar prófast í Selárdal, Runólf Jónsson (um 1620-1654) síðar rektor á Hólum og Gísli Einarsson (um 1621-1688) rektor í Skálholti,

fyrsta konungsskipaða kennarann í stærðfræði og stjörnufræði á Íslandi.¹³

Í þessu samhengi er rétt að minna á, að stjarnvísindi voru lengi kennd í tvennu lagi við flesta háskóla í Evrópu. Hin eiginlega stjörnufræði, sem tengdist mælingum og fjallaði einkum um hreyfingar föruhnatta á hvelfingunni og stærðfræðilíkonin sem notuð voru til þess að lýsa þeim, taldist til stærðfræðilegra lærdómslista. Kenningar um heimsmyndina og eðli himintungla töldust hins vegar til náttúruspeki sem lengi var hluti af almennu heimspekinámi. Þeir Páll og Runólfur voru með fætur í báðum herbúðum en Gísli lagði fyrst og fremst áherslu á stjörnufræðihliðina. Nafni hans Gísli Þorláksson (1631-1684), síðar biskup, hafði hins vegar mestan áhuga á heimsmyndarþættinum og eftir hann liggur fyrsta prentaða ritgerðin um stjarnvísindi eftir íslenskan höfund, *De stellis fixis et errantibus* (*Um fastastörnur og föruhnetti*).¹⁴ Þar minnst Gísli meðal annars á stjörnu-sjónauka, fyrstur íslenskra höfunda.

Þorlákur Skúlason (1597-1656) biskup á Hólum og faðir Gísla Þorlákssonar segir frá því í bréfi, að Runólfur rektor hafi mælt breidd Hóla árið 1644 með aðstoð hollensks skipstjóra og hafi hún reynst 65 gráður og 10 mínútur. Þetta er lakari niðurstaða en hjá Guðbrandi biskupi rúmlega hálfri öld áður. Ekkert er minnst á mælitækið sem Runólfur og Hollendingurinn notuðu. Hins vegar er sagt að þeir hafi ekki getað ákvarðað lengd Hóla vegna verkfæraleysis.¹⁵

Páll í Selárdal mældi breidd Bjargtanga, vestasta hluta landsins, og fékk niðurstöðuna 65 gráður og 48 bogamínútur. Ekki er vitað hvenær mælingin fór fram né heldur hvaða mælitæki var notað. Össur Skarphéðinsson telur þó líklegt að mælingin hafi verið gerð fyrir 1660 með atbeina skipherra á ensku herskipi.¹⁶

Gísli Einarsson var talinn lærðastur Íslendinga í stærðfræði og stjörnufræði á sautjándu öld.¹⁷ Í Kaupmannahöfn gaf hann út danska almanakið fyrir árið

¹³ Um þessa menn má t.d. lesa hjá [10] og [11].

¹⁴ Sjá [18]. Í [11] má finna nánari umfjöllun um þetta efni sem og hugmyndir Íslendinga um heimsmyndina á þessum tíma.

¹⁵ Sjá [63], 2. bindi, bls. 54.

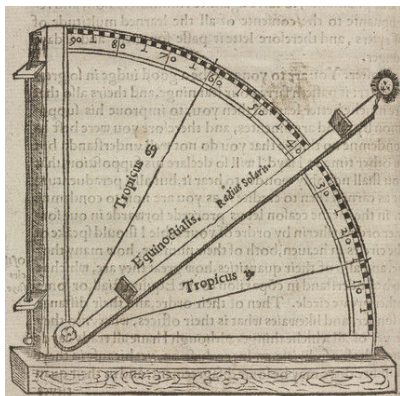
¹⁶ Sjá [64], bls. 106-107. Einnig [63], 2. bindi, bls. 53.

¹⁷ Ítarlega ummfjöllun um Gísli Einarsson, ævi hans og athuganir, er að finna í [10].

¹⁰ Sjá [17], bls. 53-54.

¹¹ Hér og annars staðar í tilvitnunum eru innskot frá mér (EHG) sett innan hornklofa.

¹² Kaupmaður þessi er án efa Hans Nansen (1598-1667), sá sem gaf út *Compendium cosmographicum* (*Heimslýsing*) árið 1633 og varð síðar borgarstjóri í Kaupmannahöfn. Sjá [11], bls. 261.



Mynd 4. Einfaldur kvaðrantur frá miðri sextánda öld. Myndin er úr riti *Recordes* frá 1556 [48].

1650¹⁸ og í Skálholti stundaði hann stjarnmælingar. Í árslok 1652 mældi hann til dæmis stöðu halastjörnu á hvelvingunni og í bréfi frá 1653, kemur fram að hann hafði mælt breidd Skálholts og fengið 64 gráður og 14 bogamínútur. Ekki er vitað hvaða mælitæki Gísli notaði en hugsanlega hefur hann beitt kvaðrantinum góða frá Longomontanusi sem áður er getið.¹⁹

Breiddarákvörðun Gísla var ekki endurbætt fyrr en með mælingu Þórðar Þorlákssonar biskups (1637–1697) um það bil áratug síðar. Niðurstaða hans var 64 gráður og 10 bogamínútur. Í grein Össurar Skarphéðinssonar um kortagerð Þórðar kemur fram, að sennilega hefur Þórður notað kvaðrant sem hann smíðaði sjálfur og í bréfi í ársbyrjun 1682 býðst hann til að lána Hannesi á Þingeyrum

quadrantem geometricam vel stóran, sem er vel alin á hvorn veg, hvörn ég hef sjálfur markað, en þér megið sjálfur ábyrgjast hvörsu rétt.²⁰

Sennilega var þarna um að ræða helsta stjarnmælingatæki Þórðar. Ekki er ólíklegt að hann hafi einnig reynt sig við lengdarmælingar, þótt þess sé hvergi getið í þeim heimildum sem ég hef skoðað.

Þórður Þorláksson var við nám í Kaupmannahöfn í kringum 1660 eða um það leyti sem einveldi var

komið á í Danmörku. Danir telja sjálfir að sú afdrifarlíka breyting á stjórnarfari marki lok danska endurreisnartímans. Í dönskum raunvísindum tók við verulegt hnignunarskeið, sem náði hámarki í kringum brunann mikla í Kaupmannahöfn árið 1728. Það var svo ekki fyrr en með upplýsingunni og stofnun Hins konunglega danska vísindafélags árið 1742 sem náttúrvísindi tóku aftur að blómstra þar í landi. Á hnignunarskeiðinu var í raun aðeins einn maður, stjörnufræðingurinn og eðlisfræðingurinn Ole Rømer (1644–1710), sem eitthvað kvað að á sviði raunvísinda. Hann varð prófessor við Háskólann í Kaupmannahöfn 1682 og starfaði þar til dauðadags.

Þar sem Ísland var hluti af Danaveldi, gætti hnignunarinnar einnig hér á landi. Það má til dæmis sjá á fjölda þeirra íslensku stúdenta sem lögðu sig eftir raunvísindum við Hafnarháskóla á tímabilinu frá 1660 til 1740. Líkt og í Danmörku var það ekki fyrr en með upplýsingunni sem aftur fór að bera á vaxandi áhuga á slíkum fræðum.

Áhugi á stærðfræðilegum lærdómslistum hvarf þó ekki að fullu á Íslandi á þessum tíma. Um það vitna til dæmis hnattmælingar þeirra Jóns Árnasonar (1665–1743) prests á Stað í Steingrímsfirði og síðar biskups í Skálholti og Hjalta Þorsteinssonar (1665–1754) prests í Vatnsfirði. Hjalti mun hafa lánað Jóni kvaðrant, sem hann hafði sjálfur smíðað, og „var svo fullkominn að mæla mátti með honum eigi aðeins stig, heldur og mínútur“.²¹ Um kvaðrant þennan segir í *Kortasögu Íslands*:

Árið 1711 lánaði Hjalti ... [Jóni] kvaðrant, sem manni skilst að hann hafi sjálfur smíðað. Ekki var verkfæri þetta ýkja nákvæmt, að því er Jóni segist frá í bréfi til Hjalta 10. apríl 1711. „Qvadranten kan ei brúkast, sem skrifed, nema til að taka gradus, og með honum hefe eg funded gradus hier [þ.e. á Stað] 65.“ Þessi breiddarmæling er auðvitað fjarri sanni og miklu sunnar en skyldi.²²

Síðar í sama bréfi talar Jón um það að hann ætli að gera tilraun til að mæla lengd Staðar í tengslum við sólmyrkva 15. júlí 1711. Hann telur það þó mjög erfitt. Mælingin hefur sennilega misheppnast, því engar heimildir finnast um niðurstöðuna. Hjalti

¹⁸ Sjá [15] og [16].

¹⁹ Sjá [10] bls. 210–220. Til samanburðar má geta þess að rétt breidd Skálholts er 64 gráður og 8 bogamínútur. Á Íslandskorti Jóhannesar Meyers frá því um 1650 er hún sögð 64 gráður og 30 bogamínútur. Ekki er vitað hvernig sú niðurstaða var fengin.

²⁰ Sjá [64]. Ein dönsk alin er 62,77 cm. Um Þórð og kortagerð hans má einnig lesa hjá [63], 2. bindi, bls. 94–104.

²¹ Sjá [63], 2. bindi, bls. 196.

²² Sjá [22], bls. 147–154. Textinn sem vitnað er í er á bls. 147.

mun hins vegar hafa ákvarðað bæði lengd og breidd Vatnsfjarðar.²³

Árið 1721 urðu þáttaskil í sögu landmælinga á Íslandi, þegar Magnús Arason (1683–1728), fyrrum nemandi Rómers, kom til landsins til þess að hefja reglulegar hnattstöðu- og landmælingar og gera uppdrátt af landinu. Eftir því sem næst verður komist varð hann fyrstur Íslendinga til þess að nota sjónauka við slíka iðju hér á landi. Nánar er um það fjallað í lokakafli.

3. Sjónaukinn á norðurslóðum

Fljótlega eftir að farið var að nota sjónpípuna í Hollandi og öðrum löndum í Mið- og Suður-Evrópu höfðu fréttir af henni borist til Norðurlanda.²⁴ Í ritinu *De mundo (Um heiminn)* frá 1617 segir danski lærdómsmaðurinn Caspar Bartholin hinn eldri (1585–1629) til dæmis frá því, að hann hafi skoðað Vetrarbrautina í Galíleóssjónpípu á námsferð um Ítalíu.²⁵ Bartholin var í Padúa árið 1610 og ekki er ólíklegt að hann sé að vísa til þess að hafa þá fengið að kíkja í sjónpípu hjá Galíleó (sjá mynd 5 í þessu samhengi). Hann virðist þó ekki hafa sýnt tækinu frekari áhuga og minnst sjaldan á sjónauka í öðrum verkum sínum.

Hin stutta frásögn Bartholins mun vera elsta prentaða danska heimildin um stjörnusjónauka. Í annarri heimild er þess getið, að Kristján konungur fjórði (1577–1648) hafi horft á Stokkhólm í gegnum venjulega sjónpípu á siglingu í sænska skerjagarðinum árið 1611.²⁶

Í sænskum ritum er fyrst getið um sjónpípuna og uppgötvanir Galíleós í dispútáfunni *De Stellis (Um stjörnur)* eftir Martinus Gestrinius (1549–1648), sem prentuð var í Uppsölum árið 1622.²⁷ Fyrsti



Mynd 5. Galíleó Galíleí (1564–1642) leyfir ráðamönnum í Feneyjum að kíkja í sjónpípu í ágúst 1609. Hluti málverks eftir Guglielmo De Sanctis frá 1867.

Svíinn sem kíkti í sjónauka var hins vegar Nicolaus Granius (1569–1631). Í bréfi, sem hann sendi frá Prag í október 1610 og enn er varðveitt, segist hann hafa séð sjónpípu hjá Jóhannesi Kepler (1571–1630) og fengið að kíkja í hana.²⁸

Fyrsti Íslendingurinn, sem vitað er til að hafi kynnst sjónaukanum af eigin raun er Jón Ólafsson Indíafari (1593–1679). Í öðru bindi *Reisubókar* sinnar minnst hann á notkun kíkis til sjós árið 1624. Handritið var þó ekki skrifað fyrr en 1661 og bókin kom fyrst á prenti löngu síðar.²⁹

Samkvæmt *Orðabók Háskólans* kemur orðið kíkir (kijkir), í merkingunni sjónpípa, fyrst fyrir í prentuðu máli árið 1713.³⁰ Árið 1738 birtist orðið svo aftur á prenti og nú í þýðingu Jóns Árnasonar biskups á latnesk–danskri orðabók eftir Hans Gram (1685–1748). Þar þýðir Jón orðið dioptra með kyker.³¹ Ekki er þó um sjónpípu að ræða í þetta skiptið, heldur sigti byggt á hugmyndum Herons frá Alexandríu frá því um 100 e. Kr (sjá til dæmis sigtið á mynd 13). Með tímanum þróaðist sigti Herons smám saman í landmælingatækið hyrni (e. theodolite).³²

Fyrsta þekktu dæmið um notkun íslenska orðsins sjónpípa (Sioon–Pijpa) er frá 1756.³³ Orðið er bein

²³ Sjá [63], 2. bindi, bls. 196.

²⁴ Í [12] er sagt frá fyrstu sjónpípunum og jafnframt fjallað um fyrstu tvær aldirnar í sögu stjörnusjónaukans.

²⁵ *De mundo* [4] var eitt þeirra smárita sem Bartholin raðaði saman og birti í hinni þekktu kennslubók *Systema physicum (Kerfi náttúruspekinnar)* árið 1628 [5]. Um Bartholin og aðra kennara í náttúruspeki og stjörnufræði við Kaupmannahafnarháskóla fyrr á tímum má lesa hjá [11] og [30]. Þar er einnig fjallað almennt um kennsluna í þessum greinum.

²⁶ Sjá [33], bls. 436.

²⁷ Sjá [50]. Gestrinius var pófessor í Uppsölum og gaf út fjölda rita, þar á meðal fyrstu sænsku kennslubókina í stjörnufræði árið 1647 [14].

²⁸ Sjá [57]. Granius var lengi prófessor í náttúruspeki við Háskólann í Helmstad í Þýskalandi.

²⁹ Sjá [25], bls. 194.

³⁰ Það er í þýðingu Steins Jónssonar biskups (1660–1739) á riti eftir Jóhann Lassenius (1636–1692). Sjá [31], bls. F 7v.

³¹ Sjá [19], bls. 473.

³² Sjá t.d. [58], bls. 494–495. Orðið hyrni er komið frá Þorsteini Sæmundssyni.

³³ Það er í riti Þorsteins Ketilssonar (1688–1754), [59], bls. 61. Orðið sjónpípa var í fyrstu notað í sömu merkingu og kíkir. Eftir aldamótin 1900 varð sú breyting á, að orðið var nær eingöngu notað um kaftáts–sjónpípu (e. periscope). Í þessu sambandi má einnig minna á, að ekki var almennt farið að nota orðið sjónauki í merkingunni kíkir fyrr en líða tók á tuttugustu öldina. Upphaflega var orðið notað um það

býðing á *tubus opticus* í latínu. Oft slepptu menn þó lýsingarorðinu og töluðu eingöngu um *tubus* í merk-ingunni sjónpípa. Galíleó og aðrir sjónaukafrum-kvöðlar notuðu í fyrstu latneska orðið *perspicillum* um tækið og það var ekki fyrr en í apríl 1611 sem stungið var uppá gríska orðinu *teleskopos*, því orði sem nú er oftast notað yfir stjörnusjónauka í flestum Evrópumálum öðrum en íslensku.³⁴

Eins og áður er getið var það Gísli Þorláksson, síð-ar biskup, sem fyrstur Íslendinga minntist á stjörnu-sjónauka í prentuðu máli. Það var í ritgerðinni *De stellis fixis et errantibus* frá 1651, þar sem sjónpípan kemur þrisvar við sögu:

Birtumunur [stjarnanna] veldur því að við kom-um ekki auga á þær allar, enda var sá aragrúi sem sést í Vetrarbrautinni ekki talinn stjörnur fyrr en málið skýrðist með aðstoð sjónpípu.³⁵ Ef [sólín] er skoðuð í rétt smíðaðri og stilltri sól-sjá, vekur það mikla furðu að sjá strax að allt yf-irborð hins sýnilega sólhnattar er sundurleitt og samsett af skuggum og ljósblettum ...³⁶ Ef tunglið er grandskoðað í góðri sjónpípu ...³⁷

Ljóst er af þessum tilvitnunum, að Gísli hefur þekkt allvel til stjörnusjónaukans og var sú þekking eflaust fengin úr bókum. Hann notar latnesku orðin *perspicillum* og *tubus* um sjónpípuna og minnst jafn-framt á sólsjána (sem hann kallar *heliscopium*), en það er sjónpípa sem beitt er á sérstakan hátt til sól-skoðunar (sjá mynd 6).

Það vekur nokkra athygli, að Gísli notar ekki orðið *telescope* og eins nefnir hann hvergi Galíleó í ritgerðinni. Tilvitnanirnar sýna þó glögglega, að hann hefur þekkt vel til hinna merku uppgötvana ítalska stjörnumeistarans. Sem kunnugt er var Galíleó ekki í miklu uppáhaldi hjá kirkjunnar mönnum á þessum tíma, hvorki kaþólskum né mótmælendum og ekki er ósennilegt að það sé ástæða þess að Gísli minnst ekki á hann.³⁸

tæki sem við nú köllum smásjá (e. *microscope*). Sjá nánar á vefsíðu *Orðabókar Háskólans* undir *Ritmálsskrá*.

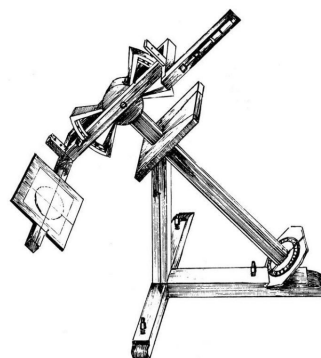
³⁴ *Telescopium* á latínu, *telescopio* á ítölsku, *telescope* á ensku, *telescope* á frönsku, *teleskop* á þýsku, *dönsku*, *sænsku* og *norsku* o.s.frv. Gríska orðið *teleskopos* er sam-sett úr *tele* (langt í burtu) og *skopein* (að horfa eða sjá).

³⁵ Úr staðhæfingu (thesis) IV í [18].

³⁶ Úr staðhæfingu XXIX í [18].

³⁷ Úr staðhæfingu XXXII í [18].

³⁸ Sjá nánari umfjöllun um þetta atriði hjá [11].



Mynd 6. Sólsjá (e. *helioscope*) frá 1630. Sólarljósið fer í gegnum litlu Keplerssjónpípuna (efst á myndinni, hægra megin við miðju) og hún býr til mynd af sólaryfirborðinu á skerminum til vinstri. Teikningin er úr bók Christophs Scheiners (1575–1650) um rannsóknir hans á sólinni [51]. Þetta er fyrsta þekkta dæmið um notkun Keplerssjónauka í stjörnufræði og jafnframt fyrsta dæmið um tæki með sjón-auka á svokölluðu pólstæði (e. *equatorial mounting*). Nánar má lesa um Keplerssjónauka hjá [12].

Í Kaupmannahöfn lærði Gísli stjörnufræði hjá prófessor Jørgen From (1605–1651) og hið sama gerði nafni hans Gísli Einarsson almanakshöfundur, sem áður var nefndur. From var jafnframt einkakenn-ari (*præceptor privatus*) þeirra beggja. Hann hafði kennt við Kaupmannahafnarháskóla í nokkur ár áður en hann tók við prófessorsembætti í stærðfræði og stjörnufræði af Longomontanusi árið 1647.³⁹

From er nú einkum þekktur fyrir það, að hafa orðið sér úti um stjörnusjónauka erlendis og komið með hann til Danmerkur árið 1643. Hann varð því fyrstur manna þar í landi til þess að nota kíki til stjörnuskoðunar. Ekkert er vitað um niðurstöðurnar og eina lýsingin á sjónaukanum, sem til er, segir að hann hafi verið „pípa sem stækkaði 100 sinnum“. Talið er að sjónauki þessi hafi verið hluti af tækjakosti Sívalaturns næstu áratugina.⁴⁰ Ekki er ólíklegt að ýmsir nemendur Háskólans, þar á meðal Gíslarnir tveir og aðrir íslenskir Hafnarstúdentar, hafi fengið að

³⁹ Um sögu stjörnufræðinnar í Danmörku má lesa hjá [42] og [56]. Sjá einnig [11].

⁴⁰ Svipaða sögu er að segja frá Svíþjóð. Lítið er vitað um fyrstu notkun sjónaukans til stjörnuathugana þar í landi. Anders Spole (1630–1699) prófessor í Lundi reisti fyrsta sænska stjörnuturninn við heimili sitt árið 1672 og lét jafn-framt smíða 10 m langa sjónpípu og stóran kvaðrant til stjörnuathugana. Sjá nánar hjá [43].

kíkja í pípunu, en engar öruggar heimildir hef ég þó fundið um slíkt.

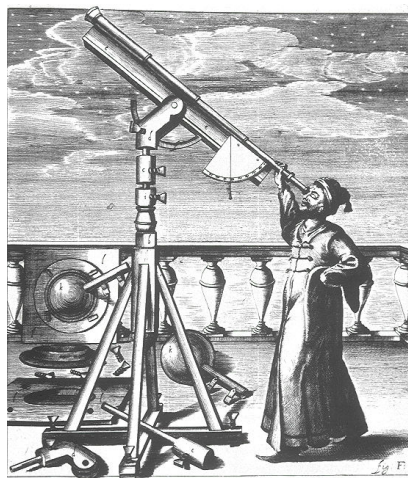
Sumir telja að Longomontanus, forveri Froms, hljóti einnig að hafa átt stjörnusjónauka, en svo virðist ekki vera. Árið 1639 hafði hann ekki enn kíkt í sjónpípu og á þeim átta árum, sem hann átti þá eftir ólifað, sannfærðist hann aldrei um notagildi hins nýja tækis í stjörnufræði. Í riti frá 1639 um hina væntanlegu stjörnuathugunarstöð í Sívalaturni segir hann beinum orðum, að hlutverk stjörnufræðinnar sé að ákvarða stöðu himintungla og hreyfingar þeirra á hvelvingunni og að þar komi sjónpípan að litlum notum. Sjónaukinn geri lítið annað en stækka myndir af fyrirbærum og það sem sjáist í gegnum hann, svo sem sólblettir og tungl Júpíters, sé viðfangsefni náttúru-spekinnar en ekki stjörnufræðinnar.⁴¹

Margir stjörnufræðingar á þessum tíma voru sama sinnis og Longomontanus. Þar á meðal var hinn kunnir stjörnufræðingur Jóhannes Hevelíus (1611–1687) í Danzig (nú Gdansk). Svo virðist sem Jørgen From hafi einnig haft svipaðar skoðanir. Í þessu sambandi má minna á, að það var ekki fyrr en um 1640 sem William Gascoigne (1620–1644) bjó til fyrsta þráðasigtið með skrúfmæli og kom því fyrir í brenniplani Keplerssjónpípu. Eftir það var fyrst mögulegt að nota sjónaukann til nákvæmra hornamælinga.⁴²

Eftir að From lést, árið 1651, fer litlum sögum af stjörnuathugunum í Sívalaturni þar til Rasmus Bartholin (1625–1698) varð staðgengill Villums Langes (1624–1682) sem prófessor í stjörnufræði árið 1661.⁴³ Um svipað leyti hófst einveldistíminn í Danaveldi með samhlíða hnignun raunvísinda, eins og áður hefur verið greint frá.

Rasmus Bartholin hóf fljótlega að beita sjónpípum við kerfisbundnar athuganir á hreyfingum reikistjarna og hann fylgdist einnig með hala-stjörnum og sólblettum. Auk þess ákvarðaði hann breidd Kaupmannahafnar og hábaug Sívalaturns. Hans merkasta framlag til stjörnufræðinnar var hins vegar af öðrum toga, því það var hann sem uppgötvaði hinn unga Ole Rømer og hvatti hann til dáða.

Minna má á í þessu samhengi að Þórður Þorláksson, síðar biskup, var í Kaupmannahöfn veturinn



Mynd 7. Stjörnufræðingurinn Jóhannes Hevelíus við athuganir með Keplerssjónpípu skömmu fyrir miðja sautjándu öld. Þetta er eitt fyrsta dæmið um sjónauka á svokölluðu lóðstæði (e. altazimuth mounting) Myndin er úr bók Hevelíusar um tungluppdrætti frá 1647 [23].

1663 og næstu þrjú til fjögur árin heimsótti hann mörg helstu menntasetur á meginlandi Evrópu. Ekki er þó að sjá af verkum hans, að hann hafi orðið fyrir miklum áhrifum af hinum nýju raunvísindastraumum sem þá flæddu um álfuna. Í ljósi þess, að íslenskum sagnariturum hefur oft þótt ástæða til að geta um mikla þekkingu hans í stjörnufræði, vekur það sérstaka athygli að hvergi er minnst á stjörnusjónauka í verkum hans. Ekki er heldur til þess vitað, að hann hafi átt slíkt tæki.⁴⁴

4. Ole Rømer

Eftir að hafa numið hjá Rasmusi Bartholin og aðstoðað hann við mælingar og úrvinnslu úr gögnum Tycho Brahes fór Ole Rømer til Parísar árið 1672 og starfaði um skeið við hinn þekktu stjörnuturn borgarinnar. Þar voru þá menn eins og Jean Picard (1620–1682), Giovanni Domenico Cassini (1625–1712), Christiaan Huygens (1629–1695) og Gottfried W. Leibniz (1646–1716) sem Rømer kynntist vel og átti síðar í bréfasambandi við.

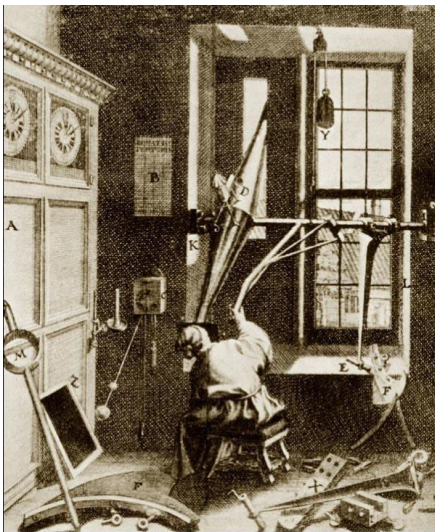
Það var á Parísarárunum sem Rømer tókst að ákvarða endanlegan hraða ljóssins með því að fylgjast með myrkvum Júpíterstungla. Þegar skýrt var frá niðurstöðunni árið 1676 varð Rømer víðfrægur. Hann var þá þrjátíu og tveggja ára.

⁴⁴ Sjá nánar um þetta hjá [11].

⁴¹ Sjá [35].

⁴² Sjá nánar hjá [29].

⁴³ Rasmus Bartholin er nú þekktastur fyrir að uppgötva tvöfalt ljósbrot í íslensku silfurbergi árið 1668 (sjá t.d. [10], bls. 198n).

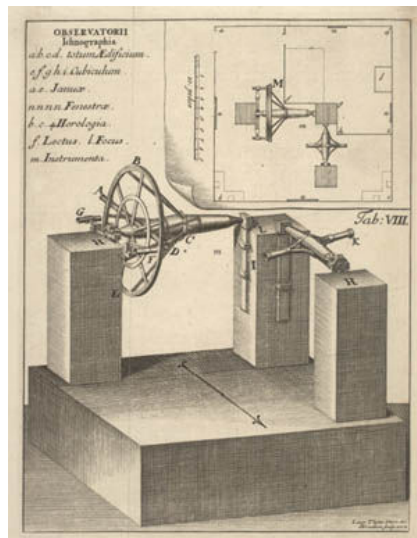


Mynd 8. Ole Rømer við athuganir með fyrsta hágöngukíkinum á heimili sínu við Stóra Kanúkastræti í Kaupmannahöfn skömmu eftir 1690. Hann kallaði sjónaukann ásamt búnaði „heimatækið“ (Machina domestica). Vinstra megin við stjörnumeistarann eru þrjár klukkur sem hann notaði til þess að tímasetja hágöngur. Myndin er úr bók frá 1735 eftir lærisvein Rømers og eftirmann, Peder N. Horrebow [24].

Fréttin af afreki hans fór ekki framhjá dönskum yfirvöldum og eftir talsverða fyrirhöfn tókst þeim að lokka Rømer til Kaupmannahafnar árið 1682 með því að gera hann bæði að prófessor í stjörnufræði og konunglegum stjörnufræðingi. Samhliða rannsóknnum og kennslu gegndi hann mörgum öðrum trúnaðarstörfum um lengri eða skemmri tíma. Þar má nefna störf borgarfulltrúa í Kaupmannahöfn, borgarverkfræðings, lögreglustjóra, slökkviliðsjóra, hæstaréttardómara, háskólarektors, yfirmanns í danska flotanum og yfirbókavardar Konungsbókhöfðu. Þá sá hann um stöðlun mælieininga fyrir danska ríkið, gaf út danska almanakið og bar ábyrgð á tímatsbreytinunni árið 1700, þegar nýi stíll (gregoríanska tímatalið) var innleiddur í Danaveldi.⁴⁵

Árið 1676 hafði Rasmus Bartholin látið af störfum sem staðgengill Villums Langes og snúið sér að öðru. Lítið hafði því verið unnið í stjörnuathugunarstöðinni í Sívalaturni síðustu sex árin áður en Rømer tók við og mælitækin voru flest í slæmu ásigkomulagi. Hinn nýi stjörnumeistari hóf strax uppbyggingu og

⁴⁵ Mikið hefur verið skrifað um Ole Rømer og störf hans, sérstaklega á dönsku. Getið er um mörg slík rit hjá [11].

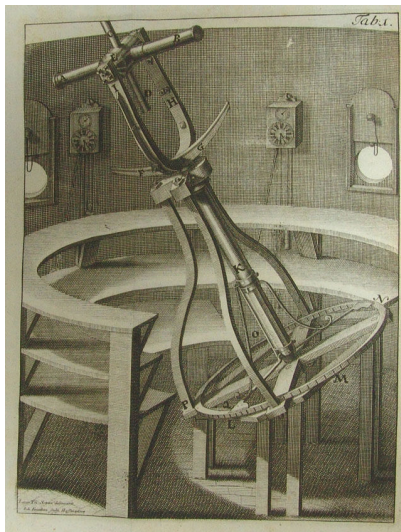


Mynd 9. Hábaugshringur (til vinstri) og þvergöngukíkir (til hægri) í athugunarstöð Rømers nálægt Vridsløsemagle. Hábaugshringurinn, sem Rasmus Lievog notaði í stjörnuturninum í Lambhúsum löngu síðar, var svipaðrar gerðar og tækið til vinstri og hið sama má segja um stæðið. Sjá nánar hjá [13]. Myndin er úr bók Horrebows frá 1735 [24].

segja má, að honum hafi tekist að endurreisa stjörnufræði í Danmörku á ótrúlega skömmum tíma. Ekki var nóg með það að tekið væri til við reglubundnar stjörnuathuganir að nýju, heldur vann Rømer ötullega að hönnun og smíði nýrra stjarnmælingatækja. Af þeim eru hábaugshringurinn (l. Rota meridianæ; d. meridiankreds; e. transit circle) og hágöngukíkirinn eða þvergöngukíkirinn (d. passageinstrument; e. transit instrument) tvímælalaust þekktust. Um er að ræða tvö af grundvallartækjum stjörnufræðinnar og ýmsar útgáfur af þeim eru nú í notkun víða um heim.

Mynd 8 sýnir fyrsta hágöngukíkin sem Rømer smíðaði árið 1684 og kom fyrir á heimili sínu. Á mynd 9 má svo sjá mælitæki sem hann lét setja upp í athugunarstöð sinni (Observatorium Tusculanum) nálægt þorpinu Vridsløsemagle á Sjálandi árið 1704. Til vinstri er hábaugshringur, hinn fyrsti sinnar tegundar. Um er að ræða lóðrétt látúnshjól með 1,6 m þvermáli sem við er fest álíka löng Keplerssjónpípa. Hjólið og kíkirinn snúast um láréttan V–A ás. Til hægri er þvergöngukíkir, 1,1 m löng Keplerssjónpípa, sem snýst um láréttan N–S ás. Í þessu tilviki notaði Rømer þvergöngukíkin til þess að ákvarða jafndægur.

Rømer varð einna fyrstur til þess að hanna föst og lipur pólstæði og lóðstæði fyrir sjónauka (sjá myndir



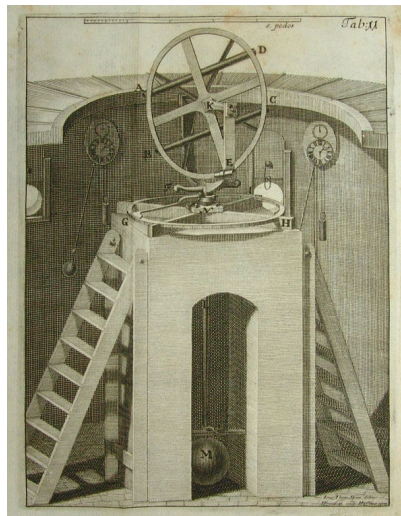
Mynd 10. Pólstæði (Machina aequatorea) sem Ole Rømer setti upp í stjörnuathugunarstöðinni í Sívalaturni í kringum 1690. Efst á stæðinu er 94 cm löng Keplerssjónpípa. Myndin er úr bók Horrebows frá 1735 [24].

10 og 11). Hann var einnig í hópi fyrstu stjörnufræðinga til þess að nota pendúlkluður Huygens við stjarnmælingar og jafnframt endurbætti hann krosshárasigti og skrófmæli Gascoignes.

Meðal þess sem Rømer stefndi að í rannsóknum sínum var að búa til betri og nákvæmari stjörnukort en áður þekktust og finna árlega hliðrun fastastjarna og þar með fjarlægðina til þeirra. Mælinákvæmni var honum því mikið hjartans mál og af þeim sökum lagði hann ávallt mikla áherslu á að finna leiðir til að ákvarða mæliskekkju og leiðréttu hana. Hann rannsakaði meðal annars áhrif varmaþenslu á pendúlstangir og mælistikur og fann í því sambandi upp nýjan hitamæli og hitakvarða. Hinn ungi Daniel G. Fahrenheit (1686-1736) kom í heimsókn til Rømers árið 1708 og kynnti sér aðferðir hans. Nú er vitað að hinn þekktu Fahrenheit-hitakvarða má rekja beint til Rømers.⁴⁶

Rømer sinnti samviskusamlega kennslu í almennt stjörnufræði við Hafnarháskóla, en yfirleitt hafði hann ekki mikinn áhuga á því að glæða áhuga stúdenta á fræðunum. Nokkrir þeirra hlutu þó náð fyrir augum hans og þeim sinnti hann mjög vel, lét þá taka þátt í mælingum og kenndi þeim sérstaklega.

⁴⁶ Fjallað er ítarlega um vísindastörf Rømers hjá [47] og [52].



Mynd 11. Lóðstæði (Machina azimuthales) sem Ole Rømer setti upp í stjörnuathugunarstöðinni í Sívalaturni í kringum 1690. Á lóðréttu hjólinu eru tvær 94 cm langar Keplerssjónpípur. Myndin er úr bók Horrebows frá 1735 [24].

Í hópnum voru meðal annarra eftirmenn hans í prófessorsembætti við Háskólann, þeir Laurits Thomsen Skive (1677–1711), Jørgen Rasch (d. 1714) og Peder Nielsen Horrebow (1679–1764).

5. Magnús Arason

Sumir sagnaritarar telja, að Magnús Arason hafi verið einn af aðstoðarmönnum Rømers. Þrátt fyrir nokkra leit hefur mér þó ekki tekist að finna um það óyggjandi heimildir og í þeim dönsku ritum, sem ég hef skoðað, er hann hvergi nefndur á listum yfir helstu aðstoðarmenn og lærisveina Rømers. Þess ber þó að geta, að listunum ber ekki alltaf saman. Einnig er rétt að hafa í huga, að í brunanum mikla í Kaupmannahöfn árið 1728 varð gífurlegt magn af skjölum og mælingabókum Rømers eldinum að bráð.⁴⁷

Það er hins vegar ljóst að Magnús sótti, ásamt mörgum öðrum, fyrirlestra Rømers um stjörnufræði. Samkvæmt kennsluskrá hófust þeir klukkan 6 að morgni og meðal þess sem meistarinn tók fyrir var notkun hnattlíkana, himinhvelið með tilheyrandi

⁴⁷ Hin rómuðu mælitæki hans hlutu sömu örlög. Skaðinn var mikill, þar sem Rømer gaf lítið sem ekkert út á prenti, þrátt fyrir stöðuga áeggjan manna eins og Leibniz. Það var ekki fyrr en með bók Horrebows, árið 1735, sem umheimurinn fékk lýsingar á hinum nýju mælitækjum Rømers og upplýsingar um mælingar hans og önnur vísindastörf [24].

stærðfræði, myrkva og úreikninga á hreyfingu reikistjarnanna með aðstoð *Tabulae Rudolphinae*.⁴⁸ Jafnframt lærði Magnús stærðfræði hjá Jóhannesi Bartholin (1665–1708) og náttúruspeki hjá Caspar yngra Bartholin (1655–1738). Hann hefur þekkt vel til stjörnuathugana með sjónaukum og haft talsverða vitneskju um tækjakostinn í Sívalaturni. Það er því ástæðulaust að ætla annað en að hann hafi notið sérstakrar tilsagnar hjá Rømer. Í þessu sambandi má einnig minna á, að hann orti langt erfljóð eftir stjörnumeistarann, þar sem verkum hans er lýst af þekkingu.⁴⁹

Magnús varð baccalaureus philosophiae vorið 1707 og næstu árin dvaldist hann áfram í Kaupmannahöfn.⁵⁰ Frá þeim tíma liggja eftir hann fimm prentaðar dispútátúr, þar af ein um beltaskiptingu jarðar⁵¹, þrjár um tunglið⁵² og ein um landmælingar⁵³.

Í ritsmíðum þessum ræðir Magnús um sjónauka þegar það á við og ljóst er að hann hefur þekkt vel til tækisins. Þá má sjá að hann hefur verið óvenju vel að sér í stærðfræðilegum lærdómslistum, sérstaklega þó stjörnufræði og landmælingum. Einnig kemur fram að hann hefur haft verulegan áhuga á ljósfræði og hann vitnar í nokkur þekkt rit um það efni, þar á meðal grundvallarrit Keplers, *Astronomiae pars optica* (*Ljósfræðihluta stjörnufræðinnar*).⁵⁴

⁴⁸ *Tabulae Rudolphinae* (*Töflur Rúdólfs*) [28] er eitt af þekktustu verkum Keplers. Þær eru byggðar á stjarnmælingum Tycho Brahes og lögmálum Keplers um hreyfingar reikistjarnanna í sólkerfinu. Kepler leit svo á, að töflurnar og yfirlitsrit hans um sólmiðjukenninguna, *Epitome astronomiae Copernicanae* [27], mynduðu eina heild.

⁴⁹ Sjá [40].

⁵⁰ Helsta heimildin um ævi Magnúsar Arasonar er [22], bls. 131–140.

⁵¹ Sjá [36].

⁵² Sjá [37], [38] og [39]. Um þessar þrjár dispútátúr er sérstaklega fjallað hjá [11].

⁵³ Sjá [41].

⁵⁴ Sjá [26]. Magnús vitnar einnig í yfirlitsrit Keplers [27], þar sem talsvert er fjallað um ljósfræði. Svo virðist sem langt fram eftir öldum hafi Íslendingar sýnt lítinn áhuga á ljósfræði eða hagnýtingu hennar. Sem dæmi má nefna, að einar þrjár aldir liðu frá því gleraugu komu til sögunnar á þrettánda öld þar til fyrsti Íslendingurinn fékk sér þetta þarfa hjálparkæki. Það var „Gleraugna-Pétur“, öðru nafni Pétur Einarsson (1504–1586), bróðir Marteins Skálholtsbiskups (1500–1576). Gott yfirlit um sögu gleraugna á Íslandi er að finna í [20], bls. 163–

Dispútátúr Magnúsar Arasonar bera það með sér að hann hefur verið raunhyggjumaður með mun meiri áhuga á vísindalegum mælingum en heimspekilegum vangaveltum um alheiminn. Þar fetar hann dyggilega í fótspor Rømers og í vissum skilningi má því líta á hann sem fyrsta íslenska raunvísindamanninn. Þessar áherslur má til dæmis sjá í þriðju og síðustu ritgerð hans um tunglið frá 1710, þar sem fyrst og fremst er fjallað um stjarnmælingar. Í inngangsorðum segir meðal annars:

Sönn og yfirlætislaus voru ummæli forfeðra okkar, að á tveimur vængjum svifum vér til himins, talnafræðinni og rúmfræðinni, en þau fræði mætti reyndar nefna nafni rúmfræðinnar einnar. Því enginn skyldi ætla að henni sé markaður bás innan þröngra marka jarðhnattarins, heldur svifur hún mun hærra, allt til himins. Því vér myndum vilja að undir nafni rúmfræðinnar gengi ekki landmælingafræðin, sem svo er kölluð, sérstaklega, heldur almenn mæling stærða í gervöllum heiminum. Rétt eins og Skaparinn í upphafi ákvað öllu fjölda og stærð, getum vér ekki rannsakað neinn skapaðan hlut að gagni án þessa tveggja. Og ef könnun himins væri ekki borin uppi af þeim, væri beinlínis hætt við að hún eins og Íkarus forðum hrapaði máttvana til jarðar. Því hvernig er hægt að rannsaka stærð himintungla, fjarlægð þeirra frá jörðu vorri eða hvers frá öðru eða lögmál þau sem þau hlíta og ævarandi hreyfingar þeirra? Aðeins með rúmfræðinni sem ein megnar/ að færa fjarlægjar stjörnur að augum vorum/ og setja oss háloftin fyrir sjónir með snilld sinni.⁵⁵

Nokkrum mánuðum eftir að þessi orð voru rituð lést Ole Rømer og við það virðist talsvert rót hafa

172. Samtímamaður Magnúsar, Jónas Daðason Gam (1671–1734), sem dvaldist alla starfsævi sína í Danmörku, var vel að sér í ljósfræði sem og öðrum stærðfræðilegum lærdómslistum. Sagt er að hann hafi búið til gleraugu þau er Árni Magnússon (1663–1730) notaði á efri árum. Einnig herma sögur að hann hafi smíðað „vél til að mæla hreyfing tunglsins“ [21]. Ekki er gott að segja hvernig þessi vél Jónasar hefur verið eða hvort hún er enn til, t.d. á safni í Danmörku. Á þessum tíma létu Ole Rømer og fleiri búa til ýmis konar „planetmaskiner“ sem sýndu hreyfingar himintungla, sólmyrkva og tunglmyrkva. Þessar vélar vöktu mikla aðdáun í Danmörku og víðar. Sjá t.d. [40] og [56], 2. bindi, bls. 238–246.

⁵⁵ Sjá [39], bls. 1.

komið á Magnús. Eins og áður er getið skrifaði hann langt erfið eftir stjörnumeistarann og skömmu fyrir árslok 1710 kom svo síðasta dispútátíðin, *De adminiculis simplicioribus in geometria* (*Um einfaldari hjálpartæki í flatarmálsfræði*), þar sem enn er fjallað um mælingar. Í inngangi segir Magnús að markmið sitt sé að sýna

hvernig hægt er með prikum einum að kanna fjarlægðir tiltekinna staða, eins þótt þeir séu óaðgengilegir, einnig breidd fljóta, og stærð hvaða horna sem vera skal á víðavangi. Og prikinn gera sama gagn og alls kyns skrautlegt og rándýrt verkfærarþjál sem afla verður með meiri tímasóun og fyrirhöfn.⁵⁶

Þar sem Magnús mun vera fyrsti Íslendingurinn sem festir hugmyndir sínar um stjarnmælingar á blaði er við hæfi að birta einnig eftirfarandi kafla úr þessum sama inngangi:

[Náttúran] fer alls staðar, að heita má, stystu leið, hún gerir ekkert árangurslaust, og eftir því eru öll hennar verk slétt og felld og laus við þarflaust umstang. Og á sama hátt og fárra bóka er þörf til réttar hugsunar, er fárra verkfæra þörf til réttar iðkunar, að minnsta kosti færri og fábreyttari heldur en oflæti eða kapp eða ekki hvað síst sýndarmennska samtíðarinnar hefir upphugað ... Þetta blasir við þegar fábreytt verkfæri til stjörnuskoðunar bera að sama skapi af rándýrum að gagnsemi og hugvitssemi, sem þau standa að baki að búnaði og mikilfengleik. Og hve marga fældi ekki dapurleg tilhugsun um útgjöldin frá hinni dýrðlegu stærðfræðilist, þegar efnahagur var lakari en gáfurnar ... Eða hví í ósköpunum ættum vér að rýja oss inn að skinni með fjáraustri í gullbúinn kopar og silfur þar sem snæða má eins vel af leirflátum? ... Því fer þó fjarri að vér séum með þessum orðum að varpa rýrð á frábær störf mikilmenna né útgjöld sem gagnast hafa ágæta vel æðri menntum og öllu mannlegu samfélagi (né heldur ætlum vér að þvertaka að með tækjum sé oft auðveldara að ná einhverjum árangri og þar af leiðandi sé rétt að beita þeim þegar hófleg notkun þeirra gagnast svo vel). Þvert á móti

⁵⁶ Sjá [41], bls. 3–4. Það er eftirtektarvert að þessi dispútátíð Magnúsar er skreytt skýringarmyndum, sennilega eftir hann sjálfan.

teljum vér ávöxt vökunótta þeirra ávinning sem leiðbeini oss og opni leið til að finna upp einfaldari hjálpartæki í [raunvísindum], þeim til hagræðis sem hlut eiga að máli. Vér erum aðeins að lasta þá sem sækjast eingöngu eftir dýrt keyptum verkfærum, og vegna glæsileika þeirra vanrækja innri launhelgar listarinnar og notkun sjálfra tækjanna til þeirra nota sem þau eingöngu eru ætluð og gerð til, eða láta tál tækjabúnaðarins tefja sig. Því er samt ekki að leyna að verkfæri, sé þeim haglega beitt, eru þeim mun gagnlegri sem þau eru einfaldari. Og að minnsta kosti mun enginn nema sá sem ekkert þekkir til flatarmálsfræði neita því (svo dæmi sé tekið) að hið einfaldasta allra tækja sem almennt er kallað stjörnskífa (astrolabium) sé gagnlegra, nákvæmara og þægilegra, eða til dæmis landmælingaborðið (Mensula Praetoriana), sem er lafhægt að gera úr hvaða spítu sem er, heldur en hinn dásamaði almælir (Pantometrum) Kirchers.⁵⁷

Það mun hafa verið skömmu eftir að þessi inngangsorð voru rituð sem Magnús tók þá afdrifaríku ákvörðun að ganga í herinn og lét falla hin fleygu orð: „Best mun kverum burt að kasta og Kaupinhafn sem snarast frá að hasta“.⁵⁸ Hann tók meðal annars virkan þátt í Norðurlandaófriðnum mikla og starfaði sem verkfræðingur (ingenieur) í mannvirkjasveit danska hersins í Noregi, þar sem hann komst til talsverðra metorða.⁵⁹

Verkfræðingar í mannvirkjasveitum hinna ýmsu herja unnu fyrst og fremst að hönnun og smíði hernaðarmannvirkja, en einnig að vegagerð og brúarsmíði. Þá sáu þeir um landmælingar og kortagerð. Því má kannski segja með nokkrum rétti, að Magnús Arason

⁵⁷ Sjá [41], bls. 1–3. Landmælingaborðið er oft kennt við Johannes Praetorius sem var hið latneska nafn þýska stærðfræðingsins Jóhanns Richters (1537–1616). Hinn víðfrægi þýski jesúítí Athanasius Kircher (1601–1680) gaf út fjölda rita um flest milli himins og jarðar og hannaði margskonar tæki. Eitt þeirra var almælir hans, sem nota mátti til að leysa ýmis vandamál í flatarmálsfræði.

⁵⁸ Sjá [22], bls. 131.

⁵⁹ Í afmælisriti mannvirkjasveitarinnar frá 1884 er Magnús kallaður Magnus Arentzen (Aresen) Oberkondukteur. Sjá [55], bls. 151 og 128. Í erindisbréfi Magnúsar til að stunda landmælingar á Íslandi er hann hins vegar kallaður Ingenieur-Capitain, sem var næsta staða fyrir ofan Oberkondukteur í mannvirkjasveitinni.



Mynd 12. Keplerssjónpípur frá fyrri hluta átjándu aldar. Stærsta pípan liggur á veggnum við hlið þeirrar minnstu og má lengja hana í 5 m. Þessar gerðir sjónpípa voru algengar á dögum Magnúsar Arasonar og gætu líkst þeim sjónpípum sem hann notaði hér á landi. Hið sama gæti átt við um stæðið þótt stærri þrífótur komi einnig til greina (sjá t.d. þrífótinn á mynd 13). Þó er eins líklegt og jafnvel líklegra að pípur Magnúsar hafi verið lengri útgáfur af þeim sjónaukum Rómers sem sýndir eru á myndum 9, 10 og 11. Ljósmyndin er frá *Science Museum* í London.

hafi ekki aðeins verið fyrsti íslenski raunvísindamaðurinn heldur einnig fyrsti íslenski verkfræðingurinn.⁶⁰

Árið 1721 var Magnús sendur til Íslands til landmælinga og til þess að gera ítarlegt kort af landinu. Í bréfi sem hann ritaði yfirmanni sínum, Pétri Raben (1661–1727) stiftamtmanni, um mælingarnar, mannafla og nauðsynlegan tækjakost kemur fram veruleg þekking hans á landmælingum.⁶¹ Metnaður hans stóð til þess að byggja mælingarnar á vönduðum stjörnuathugunum og í bréfinu bendir hann meðal annars á, að tvo verkfræðinga (ingenieurs) þurfi hið minnsta til starfsins. Þeir þurfi að geta búið til kort í réttum kvarða og jafnframt að hafa nægjanlega þekkingu á stjörnufræði til þess að geta mælt bæði lengd og breidd út frá

innbyrðis fjarlægð fastastjarna á hvelfingunni, myrkvum hinna litlu fylgitungla Júpíters og

⁶⁰ Verkfræðingar (ingenieurer) þessa tíma voru forgöngumenn þeirra nútímamanna sem bera hið lögverndaða starfsheiti verkfræðingur.

⁶¹ Bréfið er skrifað 20. janúar 1721. Prentaða útgáfu má finna bæði hjá [45], bls. 38–40 og [22], bls. 133.

Satúrnusar og sólmyrkvum og tunglmyrkvum. Einnig, ef þörf krefur, að finna lengdina út frá fjöllum á tunglinu ef áður nefndir myrkvar verði of sjaldan.⁶²

Þá telur hann upp þau verkfæri sem þurfi til verksins. Þar sem listinn sýnir glögglega góða þekkingu Magnúsar á tækjakosti til stjarn- og landmælinga þessa tíma er rétt að telja hér upp helstu atriðin. Meðal þess sem hann biður um eru:

- * Tvær 2,8 metra sjónpípur til stjörnuathugana ásamt fjórum linsum og þráðasigti.⁶³
- * Tvær minni 2,2 til 2,5 m sjónpípur ásamt þráðasigti og fjórum linsum.⁶⁴
- * Tvær pendúlkluður sem sýni bæði mínútur og sekúndur.⁶⁵
- * Tvö góð vasaúr.⁶⁶
- * Stóran kvaðrant úr látúni, sem mælt geti gráður og bogamínútur. Á stæði og með sjónpípu með þráðasigti.⁶⁷

⁶² de faste Stierne Distancer fra hinanden, mens og ved de smaa Maaner som er om Juppiter og Saturnus (Satellites jovis og Saturni kaldet) samt Soelens og Maanens Formørkelser og endelig til nød at finde Latitudinem af Maanens Klipper i Fald at paa de Steder Formørkelserne jmellem bem:te satellites at forskrevne Planeter sielden skulde forefalde.

⁶³ 2de Perspectiver af 9 Foed med 4 Glas og der til behørelige subtile Filamenter, baade til at observere Soelens og Maanens Formørkelser, saa vel som og bem:te Satellitum Omgang om Planeterne og deres Formørkelser jndbyrdes. Derhos maae være in duplo digiti Eccliptici til Soelen og Maanen, saaleedes jndrettede, at de til ovenanførte Perspectiver kand appliceres. Hér er um dönsk fet að ræða: Eitt fet jafngildir 31,39 cm.

⁶⁴ 2de ditto mindre á 7 til 8 Foed med transversal Filamenter og 4 Glas til at observere paa en Station adskillige inaccessible Distances.

⁶⁵ 2de Pendul-Uhrwercker som viiser Minuter og Secunder, effter sal. Hr. Estats Raad Rømers Invention, som de der bruges ved Observationene oven paa det Astronomiske Taarn ved Trinitatis Kirke.

⁶⁶ 2de goede Lommeuhre der effter mand kunde sette ovenbem:te Perpendicular Uhre paa et Sted effter det andet i Stand og dennem siiden corrigere effter Tiiden af transitu planetarum et stellarum fixarum over Meridianen, saa vel i Sønden som i Norden.

⁶⁷ 1 stoer Quadrant af Messing med Perspectiv j Steden for Dioptrés og Filamenter, deelet j Grader og Minuter, saadant et er at bekomme udj Observatio paa Trinitatis

- * Tvær 16 m langar mælikeðjur.⁶⁸
- * Tvær stjörnuskífur, 31 cm að þvermáli, sem festa megí við áður nefnd mælitæki.⁶⁹
- * Tvö landmælingaborð með áttavita.⁷⁰
- * Tvo skrefmæla.⁷¹
- * Jafnhæðarmæli til að finna hábauginn. Með 63 cm sjónpípu með þráðasigti.⁷²

Honum reiknast til að allt þetta muni kosta 282 ríkisdali.

Að ráði Rabens féllust yfirvöld í Danmörku í meginatriðum á áætlun Magnúsar, en í stað þess að senda tvo menn til Íslands var honum einum falið verkið og fékk hann jafnframt 142 ríkisdali til tækja-kaupa. Það er því nokkuð ljóst, að dönsk yfirvöld gerðu sér litla grein fyrir því hversu erfitt og umfangsmikið starf beið Magnúsar, enda fór svo að verkið gekk brösulega.

Ekki er að fullu ljóst hvort Magnúsi tókst að útvega öll þau tæki, sem hann hafði gert ráð fyrir í bréfinu til Rabens, eða hvort honum auðnaðist að vinna að nákvæmum stjarnmælingum hér á landi. Þó er vitað að hann fylgdist með sólmyrkva frá Þingvöllum 24. júlí 1721 og sendi niðurstöðurnar til Kaupmannahafnar. Þrátt fyrir erfiðar aðstæður, léleg laun og heilsubrest tókst Magnúsi einnig að útbúa frumgerð nokkurra korta og senda til yfirvalda áður en hann drukknaði í janúar 1728, fimm og hálfu ári eftir að hann kom til landsins.⁷³

Astronomiske Taarn. Alleeniste maae dertil forfærdiges et Fouteral.

⁶⁸ 2de Maalekieder huer 5 rader lang. Þarna á líklega að standa roder í stað rader. Lengdareiningin rode jafngildir 10 dönskum fetum eða 2 álum (þ.e. 3,14 m).

⁶⁹ 2de Astrolabia af 1 Foed j Diameter med jernbeslagne Stativer, huilke faaer saaledes at jndrettes, at de til alle forskrefne Instumenter kand passe og skruves løst og fast til sammen, lige som Situationen huor mand observerer det udfordrer.

⁷⁰ 2de Planchetter med Magnetnaale.

⁷¹ 2de Schrittzehlere.

⁷² 1 Correspondent til at observere Meridianlinien, huor til og behøves et Perspectiv af 2 Foed med Filamenter. Hér er um að ræða það af tækjum Rømers, sem hann kallaði *Perpendicularum Correspondentium* eða *De korresponderende højders pendul*. Sjá [52], bls. 76–81.

⁷³ Í *Kortasögu* Haralds Sigurðssonar er ítarleg lýsing á dvöl Magnúsar hér á landi, kortagerð hans og samskiptum við yfirvöld og bændur. Sjá [22], bls. 131–140. Þar er einnig gert grein fyrir störfum þeirra Knoffs og Minors.



Mynd 13. Landmælingaborð með sigti án sjónpípu. Tveir englar hjálpa landmælingamanninum með mælikeðju. Magnús Arason hefði eflaust þegið slíka aðstoð með þökkum við vinnu sína á Íslandi. Myndin er úr fimmtu útgáfu landmælingabókar Williams Leybourns (1626–1716) frá 1722 [32].

Skömmu eftir lát Magnúsar var verkfræðingurinn Thomas Hans Hinrik Knoff (1699–1765) sendur til Íslands ásamt aðstoðarmönnum til þess að fullgera verkið. Tækjakostur og allur aðbúnaður var til muna betri en hjá Magnúsi áður og því tókst hópnum að ljúka mælingum á fimm árum. Kortin sjálf voru þó lengi hernaðar- og ríkisleyndarmál og heildarkort Knoffs af landinu kom ekki fyrir almenningssjónir fyrr en löngu síðar.

Þótt landshlutakort Magnúsar og Knoffs og aðalkort Knoffs væru mun nákvæmari en Íslandskort Guðbrands biskups frá 1585 vantaði talsvert uppá að þau stæðust samanburð við bestu kort þess tíma í Evrópu. Því varð það úr að Hans Erik Minor (d. 1778) var sendur til landsins árið 1776 til að gera sjó- og strandmælingar. Honum varð þó ekki mikið úr verki því hann drukknaði tveimur árum eftir að hann kom fyrst til landsins.

Mælingar Minors eru stundum kallaðar „strandmælingarnar hinar fyrri“ til þess að greina þær frá hinum viðamiklu „síðari strandmælingum“ sem fram fóru á tímabilinu 1800 til 1819 og lágu til grundvallar landmælingum Björns Gunnlaugssonar (1788–1876) mörgum árum síðar. Komið verður inn á þá sögu í annarri grein.⁷⁴

Þegar æviferill Magnúsar Arasonar er skoðaður vekur það nokkra furðu að minningu hans skuli ekki

⁷⁴ Sjá [13].

hafa verið sýnd meiri ræktarsemi en raun ber vitni. Hann var ekki aðeins fyrsti íslenski landmælingamaðurinn heldur einnig fyrsti Íslendingurinn sem skipa má í flokk þeirra manna sem síðar voru kallaðir raunvísindamenn.

Eyjólfur Kolbeins fær sérstakar þakkir fyrir aðstoð við þýðingar úr latínu. Einnig þakka ég gagnlegar ábendingar frá Gunnlaugi Björnssyni, Ólafi Grími Björnssyni og Þorsteini Sæmundssyni. Starfsmenn Þjóðdeildar og handritadeildar Landsbókasafns Íslands – Háskólabókasafns sem og Þjóðskjalasafns fá jafnframt bestu þakkir fyrir aðstoð við heimildaöflun.

Heimildir

- [1] Apian, P.: *Instrument Buch*. Inglostadt 1533.
- [2] Arngrímur Jónsson: *Brevis commentarius de Islandia*. Kaupmannahöfn 1593.
- [3] Arngrímur Jónsson: *Crymogæa*. Hamborg 1609.
- [4] Bartholin, C.: *De Mundo*. Kaupmannahöfn 1617.
- [5] Bartholin, C.: *Systema physicum*. Kaupmannahöfn 1628.
- [6] Beckman, N. og Kålund, Kr.: *Alfræði íslensk: Islandsk Encyklopædisk Litteratur. II. Rímtöl*. Kaupmannahöfn 1914–1916.
- [7] Brahe, T.: *Astronomiæ instauratæ mechanica*. Nürnberg 1602.
- [8] Christianson, J.R.: *On Tycho's Island: Tycho Brahe and his Assistants 1570–1601*. Cambridge 2000.
- [9] Einar H. Guðmundsson: Tycho Brahe og Íslendingar. *Lesbók Morgunblaðsins*, 14. desember 1996, bls. 4–6.
- [10] Einar H. Guðmundsson: Gísli Einarsson skólameistari og vísindaáhugi á Íslandi á 17. öld. *Saga* 36, 1998, bls. 185–231.
- [11] Einar H. Guðmundsson, Eyjólfur Kolbeins og Þorsteinn Vilhjálmsson: Heimsmyndin í ritum lærðra Íslendinga á sautjándu og átjándu öld. Í ritinu *Brynjólfur Sveinsson: Kirkjuhöfðingi, fræðimaður og skáld*. Ritstj. Jón Pálsson, Sigurður Pétursson og Torfi H. Tulinius. Reykjavík 2006, bls. 247–291.
- [12] Einar H. Guðmundsson: Fyrstu tvær aldirnar í sögu stjörnuvísindis. *Tímarit um raunvísindi og stærðfræði*, (5), 1, 2008, bls. 3–10.
- [13] Einar H. Guðmundsson: Brot úr sögu stjörnuathugana á Íslandi: II. Frá upplýsingu til fullveldis. Handrit 2008.
- [14] Gestrinus, M.: *Urania*. Uppsölum 1647.
- [15] Gísli Einarsson: *Almanach Paa det Aar Effter vor Frelseris Jesu Christi Fødsel M.DC.L.* Kaupmannahöfn 1650.
- [16] Gísli Einarsson: *Schrieff Calender Paa det Aar effter vor Herris Jesu Christi Fødsel M.DC.L.* Kaupmannahöfn 1650.
- [17] Gísli Oddsson: *Undur Íslands*. Akureyri 1942. Þýðing Jónasar Rafnars á *De Mirabilibus Islandiæ* frá 1638.
- [18] Gísli Þorláksson: *De stellis fixis et errantibus*. Kaupmannahöfn 1651.
- [19] Gram, H.: *Nucleus latinatis*. Kaupmannahöfn 1738. Ný útg. í umsjón Guðrúnar Kvaran og Friðriks Magnússonar, Reykjavík 1994.
- [20] Guðmundur Björnsson: *Brugðið upp augum: Saga augnlækninga á Íslandi frá öndverðu til 1987*. Reykjavík 2001.
- [21] Hannes Þorsteinsson: *Ævir lærðra manna*. Handrit á Þjóðskjalasafni Íslands.
- [22] Haraldur Sigurðsson: *Kortasaga Íslands frá lokum 16. aldar til 1848*. Reykjavík 1978.
- [23] Hevelius, J.: *Selenographia, sive, Lunae descriptio*. Gdansk 1647.
- [24] Horrebow, P.: *Basis Astronomiæ*. Kaupmannahöfn 1735.
- [25] Jón Ólafsson: *Reisubók Jóns Ólafssonar Indíafara. Samin af honum sjálfum 1661. II. bindi: Indlandsferðin*. Reykjavík 1946.
- [26] Kepler, J.: *Ad Vitellionem paralipomena, quibus Astronomiæ pars optica traditur*. Prag 1604. Til í enskri þýðingu W.H. Donahues sem einnig skrifar innangang: *Optics: Paralipomena to Witelo and the Optical Part of Astronomy*. Santa Fe 2000.
- [27] Kepler, J.: *Epitome astronomiæ Copernicanae*. Linz og Frankfurt 1618–1621.
- [28] Kepler, J.: *Tabulae Rudolphinae*. Ulm 1627.
- [29] King, H.C.: *The History of the Telescope*. England 1955. Doverútgáfa: 1979.
- [30] Kragh, H.: *Dansk Naturvidenskabs Historie. Bind 1: Fra Middelalderlærdom til Den Nye Videnskab 1000–1730*. Aarhus 2005.
- [31] Lassenius, J.: *Anthropologia sacra*. Þýðandi Steinn Jónsson. Hólum 1713.
- [32] Leybourn, W.: *Compleat Surveyor*. London 1653. Bókin kom í mörgum útgáfum, síðast 1722.
- [33] Lind, H.D.: *Kong Kristian den Fjerde og hans Mænd paa Bremerholm*. Kaupmannahöfn 1889.
- [34] Lindberg, D.C. ritstj.: *Science in the Middle Ages*. Chicago 1978.
- [35] Longomontanus, C.S.: *Introductio in theatrum astronomicum*. Kaupmannahöfn 1639.
- [36] Magnús Arason: *Disputatio mathematica de zonis globi terraquei*. Kaupmannahöfn 1707.
- [37] Magnús Arason: *Phases lunæ dissertatione mathematica I*. Kaupmannahöfn 1708.
- [38] Magnús Arason: *Phases lunæ, disputatione mathematica II*. Kaupmannahöfn 1709.
- [39] Magnús Arason: *Phases lunæ thesibus mathematicis loco disputationis III*. Kaupmannahöfn 1710.

- [40] Magnús Arason: *Tristissimum obitum viri inter mortales quondam perillustris et generosi Dn. Olai Römeri ... gemebundus deflet ...* Kaupmannahöfn 1710.
- [41] Magnús Arason: *Dissertatio mathematica de adm-
iniculis simplicioribus in geometria*. Kaupmannahöfn 1710.
- [42] Moesgaard, K.P., K.M. Pedersen og B. Strömgren: *Astronomi. Í Københavns Universitet 1479–1979*. Bind XII. Ritstj. M. Pihl. Kaupmannahöfn 1983, bls. 247–363.
- [43] Nordenmark, N.V.E.: *Astronomiens historia i Sverige intill år 1800*. Uppsölum 1959.
- [44] North, J.D.: The Astrolabe. *Scientific American*, janúar 1974, bls. 96–105 og bls. 130.
- [45] Nørlund, N.E.: *Íslands kortlægning: En historisk fremstilling*. Kaupmannahöfn 1944.
- [46] Pedersen, O.: Kvadrant og astrolabium. *Kulturhistorisk leksikon for nordisk middelalder fra vikingetid til reformasjonstid*, 9. bindi, Reykjavík 1964, bls. 527–534.
- [47] Pihl, M.: *Ole Rømers videnskabelige liv*. Kaupmannahöfn 1944.
- [48] Recorde, R.: *The Castle of Knowledge*. London 1556.
- [49] Reuter, O.S.: *Germanische Himmelskunde*. München 1934.
- [50] Sandblad, H.: Galilei i Sveriges lärda litteratur. *Lychnos*, 1942, bls. 114–132.
- [51] Scheiner, C.: *Rosa Ursina sive Sol*. Bracciano 1626–30.
- [52] Strömgren, E.: *Ole Rømer sem astronom*. Kaupmannahöfn 1944.
- [53] Thoren, V.H.: *The Lord of Uraniborg: A Biography of Tycho Brahe*. Cambridge 1990.
- [54] Trausti Einarsson: Hvernig fann Þorsteinn surtur lengd ársins? *Saga*, 6, 1968, bls. 139–142.
- [55] Tychsen, V.E. ritstj.: *Ingenieurkorpsets Jubilæumsskrift 1684–1884*. Kaupmannahöfn 1884–1893.
- [56] Thykier, C., K. Gyldenkerne og P.B. Darnell ritstj.: *Dansk Astronomi Gennem Firehundrede År, 1–3*. Kaupmannahöfn 1990.
- [57] Walde, O.: Nicolaus Granius, Galilei och Kepler. *Lychnos*, 1942, bls. 279–280.
- [58] Woodward, D. ritstj.: *The History of Cartography*. Vol. 3: *Cartography in the European Renaissance*. Chicago 2007.
- [59] Þorsteinn Ketilsson: *Pess Svenska Gustav Land-KRONS Og Pess Engelska Bertholds Faabreitileger Robinsons, Edur Liifs Og Æfe Søgur / Ur Dønsku wt-lagdar Af Sr. Þorsteine Ketels Syne Profaste i Vadla Pijnge*. Hólum 1756.
- [60] Þorsteinn Vilhjálmsson: Af surti og sól: Um tímatal o.fl. á fyrstu öldum Íslands byggðar. *Tímarit Háskóla Íslands*, 4,1, 1989, bls. 87–97.
- [61] Þorsteinn Vilhjálmsson: Raunvísindi á miðöldum. Í bókinni *Íslensk þjóðmenning VII*. Reykjavík 1990, bls. 1–50.
- [62] Þorsteinn Vilhjálmsson: Hversu nákvæmur var Stjörnu-Oddi? *Eðlisfræði á Íslandi V*. Ritstj. Leó Kristjánsson og Þorsteinn Vilhjálmsson. Reykjavík 1991, bls. 83–95.
- [63] Þorvaldur Thoroddsen: *Landfræðissaga Íslands, 1–4*. 2. útgáfa, Reykjavík 2003–2006.
- [64] Össur Skarphéðinsson: Magisters Þórðar landakort. Í ritinu *Frumkvöðull vísinda og mennta: Þórður Þorláksson biskup í Skálholti*. Reykjavík 1998, bls. 95–116.

Summary: This article gives a short overview of the history of astronomical observations in Iceland from the settlement of the country in the late ninth century to the beginning of the Icelandic Enlightenment around 1750. It begins with a description of various astronomical instruments used before the invention of the telescope, with particular emphasis on the quadrant which was the main instrument used in Iceland until the beginning of the eighteenth century. The first telescope was used for astronomical observations in Denmark in 1643 but Icelandic students had learned about it even earlier in their studies at the University of Copenhagen. In Iceland the telescope was first used for astronomical purposes in 1721 by Magnus Arason, a military engineer who was surveying the country for the Danish government. Arason was a former student of the famous astronomer and physicist Ole Rømer and may with good reasons be considered to be the first Icelandic scientist.

Um höfundinn: Einar H. Guðmundsson er prófessor í stjarnfræði við Háskóla Íslands.

Raunvísindastofnun Háskólans
Dunhaga 3, IS-107 Reykjavík
einar@raunvis.hi.is
Móttekin: 12. ágúst 2008