

UNDUR VERALDAR

Tekin saman af

HARLOW SHAPLEY

SAMUEL RAPPORT og HELEN WRIGHT

INNGANGUR EFTIR HARLOW SHAPLEY



MÁL OG MENNING · REYKJAVÍK 1945

ADALUMBOÐ ERL.: E. MUNKSGAARDS FORLAG, KHÖFN

Prentsmiðjan Hólar h.f.

að minnsta kosti. Svo gæti hins vegar farið, að þessar reglulegu mynd-
anir meittu öðrum af svipaðri gerð eða færðu gegn um þær, þannig að úr
yrði óregluleg hringiða eða sveipur áþekkur vetrarbrautarkerfi voru.

ADRAR VETRARBRAUTIR

Vér tölum oft um „vora“ vetrarbraut, eins og þar væri að ræða um
eitthvað, sem væri eign vor eða að minnsta kosti væri oss nákomlið. En ef
höfð er í huga hlutfallsleg smæð jarðarinnar eða jafnvel sólfersins,
verður að viðurkenna, að þetta er nokkuð yfirleitt ótalleg, því að vér-
höfum þegar kannað heimssvæði, er nemur tugum þúsunda ljósára að þver-
máli eða hundrað milljón sennum lengri leið en fjarlægð jarðar frá sólu. . .
En allt, sem á vegi vorum varð, eru smámunir einir hjá hinni feiknarlegu
vetrarbraut, sem kölluð er *stóra þokan í Andrómetumerki*. Stjörnufræðing-
ar hafa starað á þennan daufa ljósblett, sem rétt aðeins er sýnilegur með
berum augum, og fram á síðustu ár héldu þeir sig sjá þokuflyksu utarlega
í stjörnukerfi voru. Nú vita þeir, að þetta er völdug vetrarbraut utan við
vora og svipuð henni að stærð, stjörnufræðingur og lögun.

Fjarlægðin til þokunnar er um 900 000 ljósár. Vér sjáum hana því ekki,
eins og hún er nú, heldur eins og hún var, áður en forfeður vorir voru
orðnir að mönnum. . . Andrómetuþokan svonefnda er í rauninni vetrar-
brautarkerfi, sem í öllum verulegum atriðum líkast voru. Hún er flót sem
kringla og gerð af mörgum milljörðum stjarna, er hér um bil 80 000 ljós-
ár að þvermáli og snýst um sjálfa sig, líklega á svo sem 150 milljónum
ára.

Vitað er um sex vetrarbrautir innan milljóna ljósára fjarlægðar frá sól-
kerfinu að okkar vetrarbraut meðtalinni. En utan þessa rúms eru hundruð
þúsunda annarra vetrarbrauta, sem vel koma fram á ljósmyndum teknum
í stórum sjónaukum. . .

Allt frá frumeindum upp í vetrarbrautir er hver efnisheild gerð af smærri
einingum, — frumeindir úr prótónum og elektrónum, sameindir úr frum-
eindum, stjörnur úr sameindum, vetrarbrautir úr stjörnum. Og þá hljótum
vér að spyrra, hvort vetrarbrautirnar, sem vér sjáum, séu ekki hlutar enn
stærri heildar, hvort t. d. vetrarbraut vor, Maghellansskýin, Andrómetuþok-
an og aðrar vetrarbrautir, sem eru tiltölulega nálægt oss, myndi ekki öll sam-
an stærri heild, sem kalla mætti stórvetrarbraut og væri ef til vill milljónir
ljósára að þvermáli. Þótt stutt sé, síðan menn fóru að veita þessu-máli veru-
lega athygli, hafa stjarnfræðingar þegar fundið margar stórvetrarbrautir.
T. d. hefur Harlow Shapley lýst slíku kerfi, sem er í stefnu á Kentáus-
merki, en þó 150 milljónum ljósára handan við þær stjörnur, og eru

í þessu kerfi rúmlega 300 vetrarbrautir, sem eru líklega allar sambær-
legar við stjörnukerfi vort. Svæðið, sem þessi stórvetrarbraut nær yfir,
er egglega, um sjö milljónir ljósára að lengd og tvær milljónir ljósára
að þvermáli.

Hvað er svo ofan við stórvetrarbrautir? Um það segja athuganir ekk-
ert. Hins vegar eru gíldar fræðilegar ástæður til að álykta, að vetrar-
brautirnar eða stærri kerfin fylli ekki óendanlegt rúm með sama meðal-
þéttleika og komið hefur í ljós innan þessara fáu hundraða milljóna ljós-
ára frá oss. Samkvæmt niðurstöðum afstæðikeiningarinnar er fjöldinn
takmarkaður, og sjálft rúmið hefur takmarkaða vídd. Samt sem áður
geta stórvetrarbrautirnar verið hlutar ennþá stærri kerfa, stærkerfa ann-
ars stigs. Og þessi annars stigs kerfi gætu svo myndað þriðja stigs kerfi
og þannig koll af kalli takmarkalaust. Og eins og sameindir eru gerðar af
frumeindum og þær af prótónum og elektrónum, þannig gætu prótónur og
elektrónur verið gerðar af enn smærri einingum og svo framvegis niður
á við takmarkalaust.

Auðvitað verður það að teljast varhugavert að fullyrða nokkuð um
slík stækkandi vetrarbrautakerfi eða smækkandi elektrónukerfi, þar sem
beinar athuganir vantar og vér getum aðeins stuðzt við hlíðstæður. Og
jafnvel enn þá hæpnara væri það að koma með tilgátur varðandi sköpun
efnisheimsins, því að einnig þar vantar athuganir, og vér höfum ekki einu
sinni hlíðstæður við að styðjast. Þess vegna er það svo, að þótt vísindin
hafi leitt oss upp á sjónarhæð, sem vilt sér af, þá liggur þó eitthvað óþekkt
og ógrandi bak við sjóndeildarhringinn.

1937

JAMES JEANS:

Er líf á öðrum hnöttum?

Trausti Einarsson íslenskaði

Meðan menn trúðu því, að jörðin væri miðja alheimsins, gat spurningin
um það, hvort til væru aðrar veraldir byggðar lifandi verum, tæplega kom-
ið fram. Aðrar veraldir voru ekki til í stjarnfræðilegum skilningi, þótt
himinn uppi yfir og helviti neðan undir væru að vissu leyti víðauki við
þennan heim.

Heimsmyndin í „Divina Commedia“ ber einkenni síns tíma. Árið 1440

Íkir Nikulás frá Cúsa jörðinni við aðrar stjörnur, eins og Pýþagóras hafði áður gert, án þess að láta í ljós nokkra skoðun á því, hvort þessir heimar séu byggðir. Í lok næstu aldar reit Gíordanó Brúnó: „Það eru til óteljandi aðrir heimar í líkingu við hinn jarðneska“. Hann gerði greinilega ráð fyrir því, að þessir annarlegu heimar, — „tunglið, pláneturnar og aðrar stjörnur ótakmarkaðar að tölu“ —, væru byggðir, því að sköpun þeirra var honum sönnun guðlegrar gæzku. Hann var brenndur á báli árið 1600. Hefði hann lifað einum tíu árum lengur, mundi samfering hans hafa fengið aukinn mátt, er Galilei fann fjöll á tunglinu og taldi sig jafnvel hafa séð þar hóf.

Röksemdir Keplers og Newtons leiddu til almenns skilnings og viðurkenningar á því, að stjörnurnar væru ekki heimar í líkingu við jörðina, heldur aðrar sólar svipaðar vorri. Er þetta hafði verið viðurkennt, var eðlilegt að gera ráð fyrir, að þær væru einnig umkringdar plánetum, og draga upp þá mynd, að hver sól væri lífgjafi og helti geislum sínum og varma yfir íbúa, sem líktust oss að meira eða minna leyti. Árið 1829 fann blað eitt í New York upp á þeirri snjöllu blaðamenskubrellu að birta skilmerkilega, en algjörlega tilhæfulausa lýsingu á athöfnum tunglubúanna, sem látið var í veðri vaka, að sæjust í fjar sjánni, er Englandsstjörn hafði nýlega látið reisa á Góðravnarhöfða.

Langt mundi, þangað til vér gætum séð það, sem New York blaðið sagðist sjá á tunglinu, — menn, er líktust leðurblökum, flygju um loftið og gerðu sér hús í trjám —, jafnvel þótt þetta væri þar að finna. Til þess að sjá greinilega hlut á stærð við mann á tunglinu, mundum vér þurfa sjónauka með 250—2500 metra þvermáli, og þótt vér hefðum hann, mundum vér þurfa að bíða mörg ár eða öllu heldur aldri eftir svo læru og kyrru lofti, að greina mætti svo smágerva hluti sem menn.

Til þess að sjá merki um líf jafnvel á næstu plánetum þyrfti sjónauka, er tæki langsamlega fram öllu, sem vér þekkjum, að stærð, nema því aðeins að þessi merki tækju yfir talsverðan hluta af yfirborði stjörnuunnar.

Franski stjörnufræðingurinn Flammarion sagði einu sinni, að ef löng röð næglega bjarrtra ljósa væri kveikt á Saharæðimörk, mundi hún geta orðið sýnileg stjörnufræðingum á Mars, ef einhverjir væru. Ef ljósumum væri skipað í stærðfræðilega mynd, kynnu gáfaðir Marsbúar að álykta, að skynsemi gæddar verur byggðu jörðina. Hann taldi, að ljósumum mætti raða þannig, að þau sýndu kennisemingu Pýþagórasar (Euklides, 1, 47). Þetta væri þó ef til vill að hafa hóp af ljóskösturum, er gætu sent röð af blossomum til þess að sýna talnaröð. Ef sendar væru t. d. tölurnar 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, . . . (röð frumtalanna), þyrftu Marsbúar ekki um það að villast, að til væru skynsemi gæddir jarðbúar. En allar ljósend-

ingar milli hnatta krefðust sterkra sjónauka öðrum megin og tröllaukinna, en þó ekki óhugsandi mannvinkja hinum megin.

Sumir stjörnufræðingar, aðallega fyrri tíma, hafa haldið, að hinir svo nefndu skurðir á Mars væru einmitt merki af þessu tagi, en reyndar ekki þannig hugsuð af Marsbúum. Tveir hvítir blettir við skaut stjörnuunnar sjást stækka og minnka eftir árstíðum í líkingu við heimskautaisinn á jörðinni. Sumir stjörnufræðingar hafa talið sig sjá net af beinum línum um yfirborð Mars og hafa túlkað það sem kerfi áveituskurða, er veita skyldu leysingarvatni frá heimskautaisnum til skrælnaðra héraða við miðbauginn. Percival Lowell hefur reiknað, að slíkt mætti gera með dælukerfi, er hefði 4000-falt afl Niagarafossanna. Nú er orðið nokkurn veginn víst, að heimskautablettirnir eru ekki ís, en þótt svo væri, þá eru geislar sumarsólarinnar á Mars svo daufir, að þeir gætu ekki brætt nema örþunnt íslag, áður en vetur gengi aftur í garð og frysti það að nýju. En nú sjást blettirnir reyndar breytast mjög skjótt. Þetta eru því sannilegast skjáflakar úr einhverjum föstum ögnum.

Hinir umræddu skurðir sjást ekki í stærstu sjónaukum, né er hægt að ljósmynda þá, en til þess liggja tæknilegar ástæður, að hvorugt atriðið afsagnar tilveru skurðanna. Margt annað er þó til marks um, að skurðirnir séu blökkung ein, er stafi af ofþreytu augnanna, er menn rýna í hvern agnardepil á yfirborði, sem ekki er vel bjart. Tilraunir á skólabörnum hafa sýnt, að við slíkar aðstæður hættri hinu ofreynda auga til þess að tengja saman litbletti með beinum línum. Þetta skýrir að minnsta kosti, hvers vegna ýmsir stjörnufræðingar hafa ekki aðeins þótt sjá hinar beinu línur á Mars, þar sem rétt er hugsanlegt, að þær væru skurðir, heldur einnig á Merkúrísí og stærsta tungli Júpíters, þar sem það virðist alveg fráleitt, að skurðir hefðu verið grafnir, og á Venus, þar sem raunverulegir skurðir gætu engan veginn séðst, þar eð fast yfirborð þeirrar stjörnu er algerlega hulið skjúum. Það kann að vera til marks um samlíkan í þessu efni, að E. E. Barnard, sem var ef til vill allra skarpasti athugandi, er stjörnufræðingur hefur nokkurn tíma haft á að skipa, gat aldrei séð neina skurði, enda þótt hann rannsakaði Mars árum saman í stærstu sjónaukum.

Vænlegri leið til þess að ná tökum á viðfangsefninu er sú að rannsaka, hverjar af plánetunum gætu helzt verið byggilegar. En þá mætum vér strax þeim erfíðleikum, að vér vitum ekki nákvæmlega, hvaða aðbúnaður er lífinu nauðsynlegur. Mannleg vera, er sett væri niður á yfirborði einhverrar plánetunnar eða einhvers tungla þeirra, mundi deyjja samtundis og það af ýmsum ástæðum á hverjum hnetti. Á Júpíter mundi hún í sem frjósa, kafna, verða fyrir eitrun og fergjast til bana undir eigin þunga og lofþrýstingi, sem er þar hér um bil milljón sinnum meiri en á jörðinni. Á Merkúrísí mundi maðurinn brenna af hita sólar, verða slæg-

inn til bana af útbláum geislum hennar, kafna af ildisskortu og gegnþorrna af vatnsskortu. En þetta snertir engan veginn þá spurningu, hvort aðrir hnetir kunnir að hafa fóstrað lífverur, er vaxnar væru þeirra eigin staðháttum. Þegar vér hugleiðum öll þau kynstur af mismunandi myndum, sem lifið birtist í á jörðinni, t. d. sviðið í sjónum, jarðbakteríur, steinbakteríur og hin mörgu afbrigði baktería, sem lifa snúkjulífi á æðri lífverum, þá getur það virzt hvatvislegt að halda því fram, að nokkur þau ytri skilyrði séu til, er lífið geti ekki samið sig að. En þar sem staðhættir á öðrum plánetum eru eins frábrugðnar því, sem er á jörðinni, og raunber vitni um, virtist þó alléit nægilega víst, að þar hlýti líf að vera mjög frábrugðin því, sem er á jörðinni.

Hitastigið á hinu sýnilega yfirborði Júpíters er hér um bil -138°C . Stjarnan er sennilega þannig gerð, að meginhluti hennar er steinkjarni, en utan um hann er íslag hér um bil 25 000 km að þykkt og síðan gufuhvolf, sem er mörg þúsund kílómetra að þykkt og þrýstir með milljónföldum þunga andrúmsloftins á jörðinni, eins og þegar er getið. Einu lofttegundirnar, sem vitað er um í þessum lofthjúp, eru metan og amoníak, en þær eru báðar eitruðar. Það er vissulega erfitt að hugsa sér, að slíkur hnöttur geti verið aðsetursstaður lífs í nokkurri mynd. Pláneturnar Satúrnus, Úranus, Neptúnus og Plútó eru vafalítið enn kaldari en Júpíter, þar sem þær eru fjær sólu en hann, og að öllum líkindum eru lífskilyrði þar enn þá lakari en á Júpíter.

Ef við snúum oss í sólarátt frá þessum eyðilegu stjörnum, verður fyrst fyrir Mars, og eru öll skilyrði þar líkari því, sem er á vorum hnetti. Meðalhitastigið er um -40°C , en hitinn stígur upp fyrir frostmark eftir hádegði á sumrin á svæðum nálægt miðbaug. Í lofthvolfinu er annað hvort mjög lítið eða alls ekkert af ildi og kolsýru, og því getur ekki verið um gróður að ræða, er sé neitt svipaður gróðri jarðar. Yfirborðið virðist vera hraun og eldfjallaaska, að því er ráðið verður af hæfni þess til að endurkasta ljósinu og kljúfa það eftir sveiflustefnu. Oss kann að virðast, að þetta sé ekki aðlaðandi eða notalegur bústaður fyrir lífverur, en þrátt fyrir það kann þarna að vera líf í einni eða annarri mynd.

Þar sem tunglið er í sömu meðalfjarlægð frá sólu og jörðin, hefur það svipað meðalhitastig og hún, en sveiflurnar frá þessu meðalhitastigi eru gífurlegar. Í nánd við miðbaug getur hitastigið t. d. sveiflast frá 120°C niður í -80°C eða þar um bil. Sjónaukinn leiðir í ljós háa fjallagarða, er virðast myndaðir í eldgosum, og standa þeir á við og dreif um sléttur úr eldfjallaösku.

Tunglið hefur ekkert andrúmsloft, og því er þar ekki heldur neitt vatn. Á tunglinu sjást engin merki lífs, og þar er yfirleitt ekki um neinar verulegar breytingar að ræða að undanteknum grjótskríðum, sem munu eiga

sér stað einstaka sinnum og gætu stafað af loftsteinum, er féllu utan úr geimnum. Litla borg eða jafnvel stórt hús á tunglinu ætti að mega sjá í stærstu sjónaukum, en óþarft er að geta þess, að ekkert slíkt getur þar að líta.

Venus, sem er næsta pláneta frá jörð, er skammtilegt viðfangsefni. Hún er svipuð að stærð og jörðin, en nokkru heitari, þar eð hún er nær sólu. Hún er hulin skýjum, og getum vér því aðeins rennt grun í, hvernig yfirborðið muni vera. En andrúmsloftið má rannsaka. Í því reynist vera mjög lítið ildi eða alls ekkert, og getur því yfirborðið tæplega verið eins og á jörðinni, enda er þar sennilega svo heitt, að vatn mundi sjóða og breytast í gufu. Enginn gufuvottur finnst samt í lofthjúpinum, svo að hnötturinn gæti vel verið vatnslaus. Ástæða er til að halda, að skýjahjúpurinn sé úr föstum ögnum, sem gætu myndast þannig, að vatn og formaldéhýði gengju í samband. En það er ljóst, að líf, sem þessi pláneta kynni að fóstura, hlýti að vera mjög frábrugðin jarðlífinu.

Eina pláneta, sem enn er ótalin, er Merkúrúrus. Hann snýr alltaf sömu hlið að sólu, og hitastigið getur verið allt frá 420°C á þeirri hlið miðri niður í þann helkelda, er vér getum oss enga grein fyrir gert, á hinni hliðinni, þar sem sólin aldrei skín og eilíf nótt ríkir. Stjarnan hefur of lítið aðdráttarafli til þess að halda í andrúmsloft, svo að nokkru nemi, og yfirborðið virðist aðallega vera eldfjallaaska eins og á tunglinu og Mars, að svo miklu leyti sem það verður prófað.

Hér er því aftur um að ræða plánetu, sem ekki virðist hafa mikið upp á að bjóða fyrir líf, og líf sem þar kynni að vera, hlýti að vera mjög frábrugðið voru lífi.

Yfirhít vort yfir sólkerfið neyðir oss því til að álykta, að á engum öðrum stað í því en á jörðinni geti verið líf, er á nokkurn hátt líkist jarðlífinu. Hinar pláneturnar koma ekki til greina vegna óhentugs hitastigs fyrst og fremst. Menn héldu lengi, að á Mars kynni fyrrum að hafa verið hentugra hitastig, er sólargeislarnir voru sterkari en nú, og sömuleiðis mætti búast við tempuræru loftslagi á Venus einhvern tíma í framtíðinni. En þessar hugmyndir eru varla í samræmi við nútímaskoðanir á þróun sólhanna. Það er nú álitíð, að sólin sé lítt breytileg, hún hafi mestan tímann frá upphafi vega sinna skinið með hér um bil sama ljósmagni og nú og muni halda þannig áfram, unz hún hrynur saman og breytist í hvítan dverg, eins og kallað er. Þegar þetta verður, mun hitastigið falla of ört til þess, að lífið geti nokkurs staðar bjargast í sólkerfinu eða nýtt líf komið upp. Að því er varðor hentug skilyrði fyrir líf, virðist jörðin bæði í fortíð og framtíð hafa sérsíöðu meðal hnattanna, er ganga kring um vora sól.

Sól vor er á hinn bóginn aðeins ein af aragrúa stjarna í geimnum. Í vorri eigin vetrarbraut einni saman eru um 100 000 milljónir sólna, og