

# ÜLEVAADE MIKOŁAJ KOPERNIKU ELUST

ἀγεωμέτρητος μηδεὶς εἰσίτω

## Tõnu Viik

### Perekonnast

Mikołaj Kopernik sündis 19. veebruaril 1473.a Toruńi hansalinnas praeguses Poolas, tolleaegses poola maakonnas Ziemia chełmińska, mis siis oli tähtis kaubanduspiirkond, kus liikusid kaubavood mööda Wisłat Lääne-Euroopast Poolasse ja Ungarisse ja kuhu 1450.a paiku asus Krakowist elama Koperniku isa. Isa oli tegus vasekaupmees (vask – saksa keeles Kupfer, inglise keeles copper) ja varsti valiti ta aukohtunikuks ning dominikaani ordu nimetas ta vend-tertsiaariks<sup>1</sup>. Toruńis ta ka abiellus vanast väarikast ja rikkast suguvõsast pärit neiu Barbara Watzenrodega, kellega sai neli last – Katharina, Barbara, Andrease ja Mikołaj ning suri, kui kõige noorem oli alles kümne aastane.



*MIKOŁAJ KOPERNIK*

Toitjata jäänud pere läks Barbara venna – Łukasz Watzenrode noorema hoole alla. See polnud sugugi lihtsurelik, vaid ta oli õppinud Jagiełło ülikoolis Krakowis, Kölni ülikoolis ja ka Euroopa vanimas, Bologna ülikoolis. Seejärel

---

<sup>1</sup> Ordu juurde kuuluvad ilmikud, kes alluvad ordu reeglitele

oli ta olnud kümme aastat ametis kanoonikuna Fromborki toomkirikus ning 1489.a valiti ta Warmia vürstpiiskopiks ja maavalitsejaks. Ta sai mitra paavst Innocentius VIII käest, kuigi kuningas Kazimierz IV Andrzej Jagiellończyk oli sellele vastu, sest oli soovinud sellel kohal näha oma poega.

Loomulikult soovis ta kindlustada õe laste heaolu ning Katharina pandi mehele ärimehe ja linnanõunikule, kelle viie lapse eest Kopernik oma surmani hoolitses, Barbarast sai tsistertslaste kloostri abtiss Chełmnos ja mõlemad poisid saadeti õppima, algul Krakowi akadeemiasse ja siis Bolognasse.

Koperniku onu oli kogu elu oma isa - Łukasz Watzenrode vanema - eeskujul äge Teutooni ordu vastane.



*Łukasz Watzenrode noorem*

## **Haridus**

Mikołaj igatahes immatrikuleeritakse Krakowis 1491. a suvel. Krakowis õpiti veel ikka keskaegse skeemi kohaselt “seitset vaba kunsti” – alguses trivium grammatika, loogika ja retoorikaga, siis quadrivium aritmeetika, geomeetria, muusika ja astronoomiaga. Astronoomiat õpetas seal Albert (ehk poolapäraselt Wojciech) Brudzewski (1445-1497). Milline see teadus tollal välja nägi? Suurema pildi maalimisel tuleb meeles pidada, et keskaegne

Euroopa tutvus astronoomiaga araablaste kaudu, kes omakorda olid astronoomiat õppinud vanadelt kreeklastelt, esmajoones Aleksandria Klaudios Ptolemaioselt (ca 83-161), kelle astronoomiaraamat tõlgiti araabia keelde ja ilmus nime *Almagest* all (nimi tuleneb kreeka keelest - μέγιστη, *megiste*, mis tähendab „suurim“). See raamat tõlgiti araabia keelest ladina keelde ja see sai järgnevateks sajanditeks astronoomia nõ käsiraamatuks. Sellest ammutas oma teadmised Johannes de Sacrobosco (1195-1256), kellest pole isegi niipalju teada, et määrata ta rahvust, kuid ta õpetas Pariisi ülikoolis. Selge on see, et selline mitmekordne tõlkimine ei tulnud Ptolemaiose tööde mõistmisele kasuks. Kuid XV sajandi viimastel kümnenditel olukord pisut muutus, sest Viini astronoomi Georg von Peurbachi (1423-1461) õpilane Johannes Müller von Königsberg (1436-1476) ehk Regiomontanus sai käes hoida vanakreekakeelseid Ptolemaiose käsikirju. Need õnnestus tal saada kreeklasest kardinal Basilios Bessarioni käest. Regiomontanusel tuli õppida kreeka keelt, et käsikirjadest aru saada ja *Almagest* tõlkida.

Peurbachi loengute alusel koostas Regiomontanus raamatu *Theoricae novae planetarum*, mille ta andis välja 1472.a ja milles sisaldub Ptolemaiose õpetus, sh kuidas leida Päikese, Kuu ja planeetide orbiite. See raamat märgib täpse astronoomiateaduse algust Euroopas.

Selle raamatu järgi õpetas Brudzewski astronoomiat Krakowis. Ta andis välja Milanos 1495.a isegi kommentaarid Peurbachi raamatule.

Kuigi astronoomia õpetamise tase Krakowis oli üsna kõrge, oli seal siiski tõsine probleem, sest kreeka keelt seal üldse ei õpetatud. Ometi pidi Regiomontanusele olema teada, et juba 50 aastat tagasi hakkas Veneetsias kreeka keelt õpetama Georgios Amiroutzes (tuntud ka Trapezundi Georgina). Tema oli omal ajal Ptolemaiose *Almagesti* ladina keelde tõlkinud, küll kehvasti, aga ikkagi.

Kopernik oli ka vaatlev astronoom ja tal on teada 63 omavaatlust trikkeetrumiga, millest ta ainult osa hiljem oma peateoses kasutas. Vaatluste täpsus oli tema enda sõnade kohaselt 10 kaareminuti ümber. See jäi oluliselt maha Tycho Brahe veidi hiljem tehtud vaatluste täpsusest, mis oli pool kaareminutit.

Pole teada, kaua Kopernik Krakowis õppis, pole teada ka, kas ta doktorikraadi

sealt sai. Kuna ta aga kanoonikuks sai – aga need pidid selleks tingimata kolm aastat õppima, siis ilmselt kolm aastat ta ka Krakowis õppis. Koju tagasi jõudnud värsket kanoonikut soovis onu näha Fromborki katedraali toomkapiitli liikmena. Kuid seda otsust Rooma ei kinnitanud. Selle peale läks Kopernik 1497.a Bologna ülikooli kirikuõigust õppima. Sellest siiski asja ei saanud, sest, nagu kirjutas peaaegu ainus Koperniku õpilane Georg Joachim Rheticus ehk Georg Joachim von Lauchen (1514-1574), et tema õpetaja tegeles Bolognas väga usinalt astronoomiliste vaatlustega Domenico Maria Novara da Ferrara (1454-1504) abilisena. Hiljem kirjutas Kopernik, et ta tõepoolest vaatles 1497.a Aldebarani kattumist Kuuga. Kuid ilmselt andis Bologna Kopernikule ka palju muud, sest ta õppis seal kreeka keelt Antonio Urceo ehk Codro (1446-1500) juures, luges originaalis Platonit ja Aristotelest ning vanade poetide loomingut.

### **Uuesti õppima**

Kodus aga polnud tema onu käsi rüppe lasknud langeda ja 1497.a valitakse Kopernik tagaselja Fromborki katedraali kanoonikuks ja see otsus ka kinnitatakse. Üksiti anti talle kolmeaastane puhkus Itaalias ja ta hakkas volituse alusel saama prebendaari stipendiumit! Seega oli Koperniku tulevik täiesti kindlustatud.

Bolognast sõitis Kopernik 1500.a Rooma, et seal tutvuda kreekakeelsete käsikirjadega, mida oli hinna peale vaatamata Bütsantsist kokku ostnud paavst Nikolai V.

Sellel samal aastal lõppes Koperniku kolmeaastane puhkus ja ta pöördus koos vennaga, kes oli ka Fromborki kanoonikuks saanud, tagasi Fromborki. Seejuures oli veider, et ta tuli tagasi vaid selleks, et veel puhkust paluda. Kapiitel kõhkles, kuid kuna Kopernik lubas arstiteadust tudeerida, et nii piiskoppi kui kanoonikuid tulevikus ravida, siis lasti tal minna. Ja 1503.a oli 30-aastane Kopernik juba Paduas, kus asus meditsiini õppima, selleks eriti Avicenna ehk Ibn Sina (ca 980-1037) traktaate kasutades. Ega seal filosoofiatki ei alahinnatud, mis ei jäänud kuivalt skolastiliseks, vaid kutsus üles loodust uurima. Suureks õpetajaks loeti Averroest Cordobast – araabiakeelse nimega Abū l-Walīd Muḥammad Ibn 'Aḥmad Ibn Rushd (1126

– 1198), kes oli Aristotelese veendunud pooldaja ja tema astronoomia alaseid töid peeti au sees.

Kaua ei leitud mingeid dokumentaalseid tõestusi Koperniku viibimise kohta Paduas, kuid 19. sajandi lõpus leiti siiski tema notariaalselt kinnitatud diplomi koopia, mis tõestab, et Kopernik oli lõpetanud Ferrara ülikooli 1503.a doktori kraadiga (Doctor iuris canonici). Meditsiinis ta kraadi ei saanud.

Pärast ülikooli lõpetamist jäi Kopernik veel kaheks-kolmeks aastaks Itaaliasse (kuigi lubatud puhkus oli juba läbi) ja alles 1505.a pöördus ta kodumaale tagasi.

### **Elust Itaalias**

Kes olid need teadlased, kellega Kopernik Itaalias kohtus? Oleme nimetanud juba Domenico Mariat, kuid Paduas oli Kopernik tuttav ka Girolamo Fracastoroga (1476-1553), kes andis hiljem välja raamatu *Homocentrica*, kus püüdis päästa kõikuma löönud Aristotelese sfääre, kuid ebaõnnestunult. Ei ole teada, kas noor Ferrara ülikooli professor Celio Calcagnini (1479-1541) kohtus Kopernikuga Ferraras või Krakowis, kui Calcagnini juba mõnda aega seal elas. Kuid 1525.a koostas Calcagnini lühikese traktaadi, kus kirjutas Maa pöörlemisest ja taeva paigalseisust. Ka see traktaat anti välja pärast autori surma 1544.a (nagu Kopernikugi puhul).

Idelson kirjutab, et sel ajal, kui Kopernik Itaalias oli, vaieldi kalendrireformi üle, sest kevade algus oli 16. sajandiks nihkunud 21. märtsilt juba 11. märtsini. Uut kalendrit oli hädasti vaja. Paavst Sixtus IV – Hispaania inkvisitsiooni sisseseadja - kutsuski Regiomontanuse Rooma, tegi temast Regensburgi piiskopi ja käskis tal uus kalender välja töötada. Kuid Regiomontanus suri ja reform lükkus mitmekümneks aastaks edasi.

Paavst Paul III pöördus ka sama sooviga Koperniku poole, kui see juba Fromborkis elas, kuid Koperniku arvates oli uus kalender vaid väike osa suurematest probleemidest ja ta ei võtnud seda tööd ette.

### **Tagasi kodus**

Pärast seda, kui Kopernik pöördus Itaaliast koju, ei sõitnud ta enam kuigi

CAELII CALCAGNINI  
FERRARIENSIS, PROTONOTARII  
APOSTOLICI, OPERA ALIQVOT.  
Ad illuſtriſſimum & excellentiſſ. principem D. HERCVLEM  
ſecundum, ducem Ferrariae quartum.  
Catalogum operum poſt praefationem inuenies, & in calce Elenchum. In  
dicanda enim erant reruſtiora quaedam ex utriuſque linguae the-  
ſauris, quae paſſim inferciuntur, & ad ſcripſa  
intelligenda pernecceſſaria ſunt.



BASILEAE M D XLIIII  
Cum Imp. Maiestatis auctoritate & privilegio.

*Caelii Calcagnini Opera*

### *Celio Calcagnini Opere (1544)*

kaugele oma Warmia diötseesist. Esimesed aastad ei elanud ta Fromborkis, vaid arstina oma vana ja haige onu juures Heilsbergis (praeguse nimega [Lidzbark Warmiński](#)). Ka saatis ta onu sõitudel Poola seimi istungitele 1508.a Krakowis ja 1509.a Piotrków Trybunalskis. Samal aastal ilmus tema esimene raamat *Theophilacti scolastici Simocati epistolae morales, rurales et amatoriae* ja see pole sugugi astronoomiast. Ta tõlkis Bütsantsi historiograafi Theophylactus Simocattese (? – ca 640) mitte eriti teaduslikke kirju kreeka keelest ladina keelde ja pühendas selle mõnevõrra vabameelse raamatu oma onule.

Pärast piiskopi surma 1512.a asus Kopernik elama Fromborki katedraali ühte torni, mis siiani kannab Curia copernicana nime.

1516.a valiti ta kapiitli kommunaalvalduste administraatoriks asukohaga Allensteinis (praegune Olsztyn), kus ta veetis 3-4 aastat. Just sel ajal muutus poliitiline olukord Warmias pinevaks, sest Teutooni ordu tungis Warmia maadesse ning 1519.a puhkes sõda Poola ja Teutooni ordu vahel. Ja nagu iga sõda, tõi ka see kaasa ohvreid ja purustusi. Enamus kanoonikuid põgenes Danzigisse ja Elbingi (praegu *Gdańsk ja Elbląg*), kuid Kopernik ei põgenenud, vaid juhtis Olsztyni kaitsmist. Kui 1520.a on Kopernik taas Fromborkis, siis



### *Koperniku torn Fromborki katedraalis*

jõudsid ordu väed peaaegu kiriku müürideni. 1521.a sõlmiti ordu ja Poola vahel vaherahu neljaks aastaks. Kuid see rahu oli heitlik, sest ordu uus magister Albrecht von Brandenburg-Ansbach võttis vastu Lutheri usu ja sai Preisi hertsogiriigi valitsejaks. Warmia piiskopkond siiski uude usku ei läinud. Kogu selle raske aja oli vürstpiiskop ja maavalitseja Watzenrode koos oma õepojaga võidelnud Warmia omavalitsuse eest Poola kuninga vastu ja iseseisvuse eest ordu vastu. Et tal selles võitluses tugevat autoriteeti oli, seda näitab asjaolu, et Kopernik valitakse Warmia toomkapiitli kantsleriks neli korda: 1510, 1519, 1525 ja 1528.

Kopernik jäi praktiliseks inimeseks ning püüdis jagu saada preisi marga kaootilisest inflatsioonist. Tema kolm traktaati rahast – *Meditata*, *Modus cudendi monetam* ja *Monetae cudendae ratio* saavad teenäitajaks tervele tulevasele rahateooriale. Pikapeale taandus ta administratiivsetest kohustustest ja jäi tegelema vaid meditsiiniga kuni viimaste elupäevadeni. Sageli pidi ta käima Fromborkist kaugemalgi ülikuid arstimas. Üks selline juhtum on märkimisväärne.

1541.a kevadel kutsus hertsog Albert, kes oli Teutooni ordu suurmeister ja

kes oli muutnud oma ordu monastilise<sup>2</sup> riigi luterlikuks ja päritavaks Preisi hertsogiriigiks, Koperniku Königsbergi ravima oma nõunikut George von Kunheimi. See mees oli raskelt haigestunud ja preisi arstid ei osanud temaga midagi ette võtta. Kopernik läks sinna heal meelel, kuna oli Kunheimiga varem kohtunud rahareformi arutluskäigus ja leidnud, et tegu pole paha inimesega ja pealegi oli neil palju intellektuaalselt ühist. Kuigi Preisi hertsogiriigis valitses luteri usk, andis kapiitel Kopernikule loa Königsbergi minna, sest nad ei tahtnud hertsogiga tülitsema hakata. Koperniku käe all patsient paranes kuu ajaga ja Kopernik pöördus koju tagasi, kuid mõne aja jooksul sai ta veel teateid Kunheimi tervise kohta ja ta saatis Königsbergi kirjalikke juhtnööre edasiseks raviks.

Sel ajal tegeles Kopernik ka astronoomiliste vaatlustega, ja ilmselt just sellel ajal küpses tema mõtteis uus maailmasüsteem. 1524. aastast on teada tema kiri ülikooliaegsele sõbrale Bernard Wapowskile (1450-1535), kes oli Krakowi katedraali kanoonik ja kuninga sekretär. See oli vastus Wapowski kirjale Nürnbergi matemaatiku Johannes Werneri (1468-1522) traktaadi kohta *Kaheksanda sfääri liikumisest* – see oli Aristotelese järgi kinnistähedede sfäär. Kopernik hoidus otsesest kriitikast ja osutas vaid vigadele, öeldes, et ta esitab oma vaated kaheksanda sfääri kohta mujal.

### **Heliotsentriline maailmasüsteem**

Kümnendil 1520-1530 kirjutas Kopernik lühikese traktaadi *Commentariolus Nicolai Copernici de hypothesibus motuum coelestium*, mis tegelikult sisaldas kokkuvõtliku heliotsentrilise maailmavaate, mis Koperniku põhiteoses *De revolutionibus* on üksikasjaliselt kirja pandud.

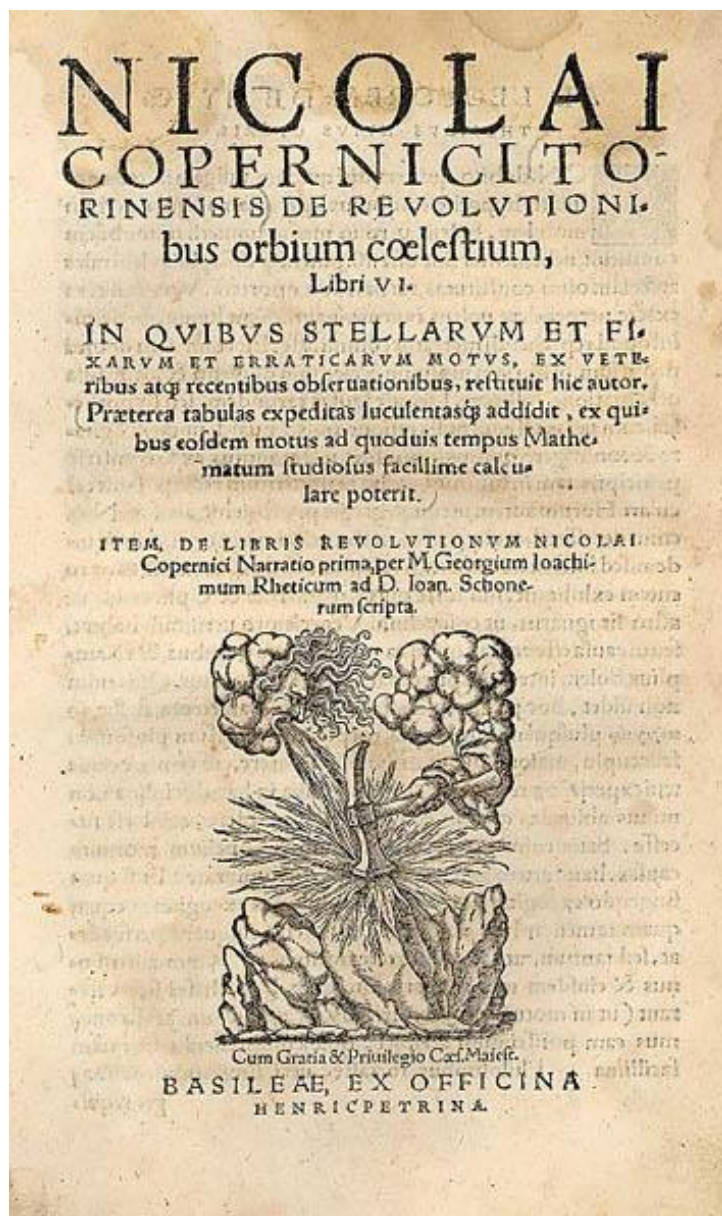
*Commentariolus*'est on säilinud kaks käsikirja – üks leiti Viinis 1878.a (samal aastal see ka seal esmakordselt trükiti) ja teine 1881.a Stockholmi observatooriumi raamatukogus.

Kuuldus niisugusest käsikirjast levis Euroopas laialdaselt. Seda kinnitab Müncheni raamatukogust leitud kreekakeelne käsikiri, milles on read: „Selle käsikirja kinkis mulle paavst Clement VII 1533. aastal Roomas pärast seda,

---

<sup>2</sup> Monastiline – kloostrite elukorraldusse, nunnadesse ja munkadesse puutuv





### *De revolutionibus orbium coelestium*

kui ma (kolme kirikliku aukandja juuresolekul, nimed on toodud) selgitasin talle Vatikani aedades Koperniku õpetust Maa liikumisest.“ Allkiri: Johan Albrecht Widmannstetter (1506-1557), paavsti sekretär.

Ka teised kõrged katoliiklikud kirikutegelased on mõistvalt suhtunud Koperniku töösse, näiteks Capua peapiiskop Nicolaus von Schönberg kirjutas Roomast Kopernikule kirja, milles julgustas Kopernikut avaldama oma teooria täisversiooni. Selle kirja lisas Kopernik oma raamatusse *De revolutionibus*.

Veel möödus mitu aastat ja 1540.a ilmus *Gdańskis* 26-aastase Rheticuse kirjutatud väike raamat *Narratio prima de libris revolutionum Copernici*. Kolm aastat varem oli ta saanud Wittenbergi ülikooli professoriks ja olles kuulnud

uuest õpetusest, sõitis luterluse pealinnast katoliiklikku Warmiasse Koperniku juurde, kus alles hiljuti oli välja antud *Mandat gegen die Ketzerei*, so siis mandaat ketserluse ehk siis luterluse vastu. Kopernikul oli oma suur raamat juba valmis ja kahe aasta jooksul tutvus Rheticus sellega Koperniku juhatusel Fromborkis. Nii sündiski see Gdańskis ilmunud raamat. 1541.a pöördus Rheticus Wittenbergi tagasi ja järgmisel aastal andis välja Koperniku traktaadi trigonomeetrilise osa, kus ta seadis jalule Koperniku prioriteedi mõningate sfäärilise trigonomeetria alaste teoreemide tõestustes.

Rheticuse raamat *Narratio prima* oli väga edukas, aasta pärast ilmus kordustrükk Baselis juba Rheticuse nime all. Nüüd sai 69-aastane Kopernik aru, et edasi vaikida pole mõtet ja andis käsikirja oma sõbrale, Chełmno ja Warmia piiskopile ning kuninga sekretärile Tiedemann Giesele (1480-1550). Giese saatis käsikirja Rheticusele Nürnbergi, kus see 1543.a mais ilmus nime all *De revolutionibus orbium coelestium libri VI*. Sama aasta 24. mail Kopernik suri. Legend kõneleb, et see juhtus siis, kui ta oli kätte saanud oma raamatu viimased trükitud lehed.

## **Reaktsioon**

Reaktsioonid raamatu ilmumise kohta olid erinevad, näiteks Martin Luther kirjutas:“ Inimesed kuulavad tõusikust astroloogi, kes püüab näidata, et pöörleb Maa, mitte taevas või taeva laotus, mitte Päike ega Kuu... see narr tahab ümber pöörata kogu astronoomiateadust, kuid pühakiri räägib meile (Joosua 10:13), et Joosua käskis Päikesel paigal püsida, mitte Maal.“

Sama suhtumine oli Johann Calvinil, kes mõned aastad pärast *De revolutionibuse* avaldamist pidas jutluse, kus mõistis hukka need, kes pööravad pahupidi looduse korra õeldes, et Päike ei liigu ja Maa pöörleb ja tiirleb.

Siiski Koperniku töö alguses ei põhjustanud katoliiklaste hulgas suurt vaidlust ketserluse üle ega ka keelamist, võib-olla sellepärast, et ta pühendas oma töö paavst Paul III-le ja et saksa luterlane Andreas Osiander lisas raamatusse ilma autori loata ja allkirjata eessõna *Ad lectorem*, milles kaitses Koperniku süsteemi kui hüpoteesi ning väitis, et see on kasulik orbiitide



*Koperniku monument Toruńis*

rehkendamiseks isegi siis, kui need hüpoteesid valed on. Juttu küll oli dominikaanlaste hulgas, et heliotsentrismi õpetamine tuleb ära keelata, kuid see jutt vaibus, aga ainult selleks korraks.

Sedasama ei saanud siiski öelda protestantide kohta. Lutheri arvamusel oli juba juttu, kuid temast ei jäänud maha ka Philip Melanchthon (1497-1560), kes süüdistas Kopernikut pühakirja rüvetamises.

Heliotsentrism tegi Euroopas võidukäiku ja paljud teadlased toetasid seda, kaasa arvatud Galileo Galilei. Kuna Galileo nimel oli kaalu, siis muutusid kirikumehed valvsaks ja 1615.a veebruaris viisid kaks prominentset dominikaani Caccini ja Lorini Galileo kirjutised heliotsentrismi kohta inkvisitsiooni ette, väites, et need on pühakirja vastased ja ei järgi Trenti

nõukogu otsuseid<sup>3</sup>. Kardinal ja inkvisiitor Robert Bellarmine nimetas heliotsentrismi väga ohtlikuks, mis kahjustab püha usku sel teel, et esitab pühakirja kui valet.

1616. a jaanuaris adresseerib Monsignor Francesco Ingoli essee Galileole, kus vaidleb Koperniku süsteemile vastu, toetudes Tycho Brahe kriitikale. Brahe oli leidnud, et kui Kopernikul on õigus, siis peaksid tähed olema määratult kaugel ja suuremad kui Päike. See aga tundus usumeestele võimatu. 1616.a veebruaris mõistis inkvisitsioon Koperniku õpetuse hukka ja Bellarmine käskis isiklikult Galileol hoiduda selle doktriini kaitsmisest ja õpetamisest nii suuliselt kui kirjalikult. Juba järgmisel kuul keelas paavst kõik raamatud ja kirjad, mis propageerisid täielikult pühakirjavastast Koperniku doktriini, kaasa arvatud loomulikult ka Koperniku raamatu, kuid märkusega, et kuni korrigeerimiseni (*donec corrigatur*). Siiski, 1618. a lubas püha amet Koperniku raamatu *De revolutionibus* modifitseeritud varianti kasutada kalendri rehkendusteks, kuid originaal jäi keelatuks kuni 1758. aastani.

### **Milline oli maailmasüsteem enne Kopernikut?**

Juba Platon (ca 427 e.m.a. – 347 e.m.a.) väitis, et, et taevased liikumised on ühtlased ja ringjoonelised või koosnevad ühtlastest ja ringjoonelistest liikumistest. Seda peeti absoluutseks ja enne Johannes Keplerit (1571-1630) ei kahelnud selles keegi.

Eudoxos Knidosest (410/408 e.m.a. – 355/347 e.m.a.) planeetide liikumise matemaatilise mudeli järgi olid planeedid kinnitatud kontsentriliste sfääride külge, kusjuures sfäärid liikusid erinevalt ja nende pöörlemisteljed võisid olla üksteise suhtes kallutatud. Planeetide orbiitide kirjeldamiseks tuli kasutada mitut sfääri, mis tegi rehkenduse keeruliseks.

Platoni õpilase Aristotelese (384 e.m.a. – 322 e.m.a.) arvates oli Universumi keskmes liikumatu Maa, teised taevakehad asuvad kontsentrilistes sfäärides ning liiguvad koos nende sfääridega. Kõige viimane, kaheksas sfäär on

---

<sup>3</sup> Trentis toimunud Rooma katoliku kiriku nõukogu aastatel 1545 kuni 1563, kes mõistis hukka protestantismi

kinnistähtede oma. Aristotelese järgi on ka Maa sfäär, mida tõestas asjaolu, et lahkuvad laevad kadusid horisondi taha.

Aristarchos Samoselt (ca 310-230 e.m.a) tuli välja heliotsentrilise maailmasüsteemiga – kõik planeedid tiirlevad ümber Päikese, mis asub süsteemi keskpunktis. Lisaks sellele pöörleb Maa veel ümber oma telje. Arvata on, et Kopernik oma idee Aristarchoselt sai, kuid mitte otse, sest Aristarchose töid pole säilinud, vaid Plutarchose tööde kaudu.

Vana-Kreeka matemaatik ja astronoom Apollonios Pergest (262 e.m.a – 190 e.m.a)) ei olnud rahul Eudoxose kontsentriiliste sfääride mudeliga. Ta võttis kasutusele deferentide ja epitsükliite süsteemi, mille järgi planeet liigub mööda väikestringjoont (epitsükliit), selle keskpunkt omakorda liigub aga mööda suurt ringjoont (deferenti).

Egiptuses tegutsenud Klaudius Ptolemaios (83-161) oli hellenistlik astronoom, astroloog, matemaatik ja geograaf, kelle kuulsaima teose tõlkisid araablased ja nimetasid selle *Almagest*'iks. Selles raamatus kirjeldas Ptolemaios uut punkti – ekvanti, mis paiknes Maa ja antud taevakeha deferendi keskpunktiga samal sirgel ning selle punkti suhtes toimus deferendil ühtlane liikumine. Ptolemaiiose maailmasüsteem edaspidi kinnistus, sest see kirjeldas taevakehade näivat liikumist täpsemini kui ükski varasem mudel. Ptolemaios leidis arvutusmeetodid, mis tegid tema mudeli kasutamise lihtsaks ja tulemused võrdlemisi täpseks. Võib öelda, et Ptolemaiiose universumi mudel kinnistus pikkadeks sajanditeks.

Tycho Brahe (1546-1601) siiski proovis seda süsteemi parandada, jättes liikumatu Maa Universumi keskpunkti, kuid sundides Päikest, mille ümber pidanuks tiirlema teised planeedid, ikkagi ümber Maa tiirlema. Tegelikult oli sama ideega esinenud ka Johannes Scotus Eriugena ( umbes 815-877).

Ega heliotsentrilise maailmasüsteemi idee polnud kadunud, vaid aeg-ajalt andis endast märku. Näiteks on teada Prosdocimo de Baldomandise (1375-1428) töö pealkirjaga *Ordo sphaerarum cum sole in centro*.

## **Ja milline oli maailmasüsteem pärast Kopernikut?**

Kopernik võttis oma süsteemi kokku juba *Commentariolus*'es seitsme teesiga:

1. Taevastel liikumistel pole kõikide taevakehade jaoks üht keskpunkti;
2. Maa keskpunkt ei ole universumi keskpunkt, vaid kese ainult gravitatsioonile ja Kuu sfäärile;
3. Kõik sfäärid pöörlevad Päikese keskpunkti ümber ja seega Päike on Universumi keskpunkt;
4. Vahemaa Maa ja kinnistähtede sfääri vahel on mõõtmatult suur;
5. Maa on päevases liikumises, kuna kinnistähtede taevas on liikumatu ja ainult paistab ümber Maa liikuvat;
6. Samuti on Päikese liikumine ainult näiv ja seisneb Maa liikumises ja Maa pöörlemises ümber Päikese. Seega Maa võtab osa rohkem kui ühest liikumisest;
7. Planeetide retrograadne ja otsene liikumine ei ole põhjustatud nende liikumistest, vaid Maa omast. Seega piisab üksi Maa liikumisest paljude näivate erinevuste seletamiseks.

Tegelikult toetus ka Koperniku süsteem keerukatele ringliikumistele ja ei olnud sugugi täpsem Ptolemaiiose omast. Ikka jäid mängu deferent ja epitsükkel – Ptolemaiosel oli neid 80, Kopernik piirdus 48ga. Kuid ekvandi Kopernik kaotas.

### **Lõpetuseks**

Koperniku maailmasüsteemi võib nimetada üheks kõige olulisemaks avastuseks, mida inimõte on teinud Universumi kirjeldamisel. Koperniku surematu õpetus on nagu piir, millest algab Universumi füüsikaline käsitus ja lõppevad dogmad.

## Tänuavaldus

Olen väga tänulik Hans-Fredrik Wennströmile, kes mulle kinkis Owen Gingerichi raamatu *Boken som ingen läste*, kui me 2012. aastal Veni saart külastasime.

## Kasutatud kirjandus

1. М.Я. Энгельгарт, *Николай Коперник. Его жизнь и научная деятельность*, Жизнь замечательных людей.
2. Н.И. Идельсон, *Николай Коперник*, Издательство Академии Наук СССР, 1943.
3. G. Wolfschmidt, Der Weg zum modernen Weltbild. In *Nicolaus Copernicus. Revolutionär wider Willen*. (Hrsg. G. Wolfschmidt), Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Stuttgart, 1994.
4. [https://de.wikipedia.org/wiki/Nikolaus\\_Kopernikus](https://de.wikipedia.org/wiki/Nikolaus_Kopernikus)
5. O. Gingerich, *Boken som ingen läste. I spåren av Copernicus revolution*, Norstedts förlag, 2005.
6. O. Gingerich and J. MacLachlan, *Nicolaus Copernicus: Making the Earth a Planet*, Oxford University Press, 2004.