

KOPENIKAANINEN MURROS CYGNUSELLA 26.7.2023

Kopernikaaninen murros,
Kopernikuksen aikalaisia, hieman hermeettisestä filosofiasta



Kopernikuksen kenotafi Thornin kirkossa. Kaniikin virkapuvussa.
Tekstin hän oli kirjoittanut seinälle puolustaessaan Alsheimia.

Nikolaus Kopernikus (1473–1543) aloitti maailmankuvamme murroksen kirjallaan *Taivasmaailmojen kiertokulkusta*. Kirja julkaistiin hänen kuolinvuonnaan, ja tarinan mukaan hän sai ensipainoksen kuolinvuoteelleen.

Kopernikus oli osa renessanssiaikaa. Murroksella oli kuitenkin pitkät juuret, sydänkeskiajan sphairopeiaan, aikansa pallotähtitieteeseen ja antiikkiin. Kreikkalainen Aristarkhos Samoslainen (310–230 e.Kr) oli arvioinut Auringon etäisyyden tosin aivan liian pieneksi (19 kertaa Kuun etäisyys maasta, kun todellinen luku on 390) ja esittänyt aurinkokeskisen planeettajärjestelmän. Auringon etäisyyden hän oli mitannut ja arvioinut mittaamalla puolikuun hetkellä Auringon, Maan ja Kuun muodostaman lähes suoran kulman – tulos oli 97 astetta.

nimisessä, Syrakusan kuninkaalle Gelonille omistetussa

τὴν $ΟΔ$ · καὶ ὡς ἄρα ἡ $ΒΑ$ πρὸς τὴν $ΑΓ$, οὕτως ἡ $ΒΟ$ πρὸς τὴν
 $ΟΔ$ · καὶ διελόντι, ὡς ἡ $ΒΓ$ πρὸς τὴν $ΓΑ$, οὕτως ἡ $ΒΔ$ πρὸς τὴν

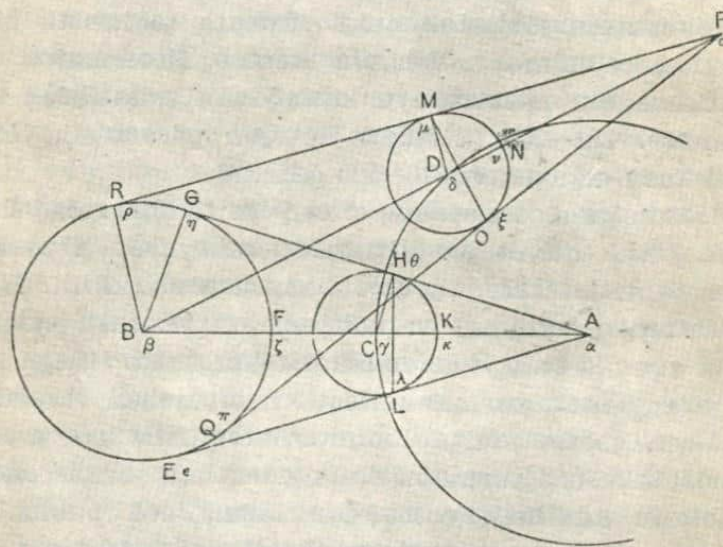


Fig. 19.

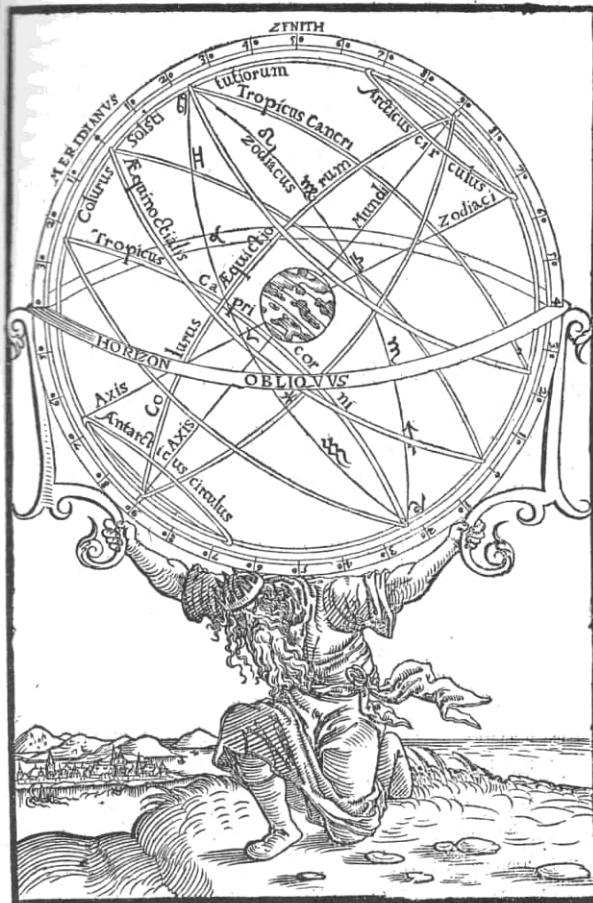
$ΔΟ$, καὶ ἐναλλάξ, ὡς ἡ $ΒΓ$ πρὸς τὴν $ΒΔ$, οὕτως ἡ $ΓΑ$ πρὸς τὴν $ΔΟ$.
καὶ ἔστιν ἐλάσσων ἡ $ΒΓ$ τῆς $ΒΔ$ · κέντρον γάρ ἐστι τὸ $Δ$ τοῦ $ΓΔ$

Kohta Heathin toimittamasta Aristarkhoksen kirjoituksesta »Auringon ja kuun koon ja etäisyyksien määrittämisestä».

Kuva Oiva Ketosen kirjasta *Suuri maailmanjärjestys* (1948)

Näistä ja Maan pyörimisestä oli epäilemättä hypoteesina keskusteltu Kopernikuksen seuraamalla tähtitieteen luennoilla Krakovan yliopistossa eli nykyisin Jagellonian yliopistossa. Yliopisto oli perustettu 1364 eli runsaat sata vuotta ennen Kopernikuksen syntymää.

Klaudios Ptolemaioksen 150 j.Kr kokoamassa ja Almagestissä esittämä maakeskinen järjestelmä oli hyvin perusteltu ja toimiva aivan 1500-luvun loppuun asti. Maa- ja aurinkokeskeiset planeettajärjestelmät olivat matemaattisesti ekvivalentteja eikä matemaattisin perustein toista tai toista voi pitää parempana. Ptolemaioksen oli myös kirjoittanut laajan astrologiaa käsittelevän teoksen: Tetrabiblos eli Nelikirja.



Kuva 15. Ptolemaios kantaa maakeskistä maailmanjärjestelmää. Kuva Johannes Schönerin teoksesta *Opera Mathematica*, 1561 (PM 7.2). Kuva valaisee tähtitieteilijöiden suhtautumista Ptolemaiokseen Kopernikuksen elinaikana ja sen jälkeenkin. Ptolemaios nähtiin tähtitieteen koko painon kantavana jättiläisenä. Ptolemaios kuvattiin kruunupäisenä, koska hänen kuviteltiin olevan yksi Ptolemaios-sukuun kuuluneista Egyptin kuninkaista.

Ptolemaios oli myös laatinut ensimmäisen maailmankartan, jossa tunnettu maa oli jaettu leveys- ja pituuspiireihin. Maahan tiedettiin pallonmuotoiseksi jo Aristoteleen aikana.



Ptolemaioksen maailmankartta

PTOLEMAIOKSEN JÄRJESTELMÄ



PLANEETTOJA (KREIK. HARHAILIJA, LAT. ERRANTES) ON SEITSEMÄN

Kuu, Merkurius ja Venus ovat **sisäplaneettoja**

Aurinko on **keskellä** ja kuin kuoronjohtaja *chorofyros* johtaa alaisiaan planeettoja kuin kuningas henkivartijoitaan (lat. *satelles*, siitä Keplerin ilmaisu satelliitti). Tätä ilmeisesti Ludwig XIV tarkoitti julistaessaan itsensä Aurinkokuninkaaksi 1660.

Mars, Jupiter ja Saturnus ovat **ulkoplaneettoja**.

Planeettojen liike **Maan ympäri** on yhdistelmä **episykliliiikkeistä** tai **ekvanttiliikettä** (lähellä ellipsiliikettä) Heliosentrinen ja geosentrinen maailmanjärjestelmä ovat matemaattisesti ekvivalenteja.



www.alamy.com - FF7CT4

Kuva kartusiaanimunkin ja oppineen Gregor Reischin (1467–1525) ensyklopedisesta oppikirjasta *Margarita Philosophica* (*Filosofisia helmiä*) vuodelta 1508



ARMILLAARIPALLO: MAA KESKELLÄ

Tässä hieman vaatimattomampi malli. Hoveissa oli komeita. Sillä voitin silloisella tarkkuudella laskea taivaankappaleiden paikat.

Portugalin lipussa ja vaakunassa on kuvattuna armillaaripallo.

Kopernikus esitti ajatuksensa käsikirjotuksessa jo joskus 1514, mutta järjestelmän tekeminen todella toimivaksi vei aikansa. Hän oli lainopin ja lääketieteen tohtori ja teki elämäntyönsä Ermlandin hiippakunnan tuomiokapituulin jäsenenä eli kaniikkina Frauenburgissa, Preussissa, nykyisessä Puolassa. Hän opiskeli ja ilmeisesti loi suhteita Italiassa pitkään n. 1496–1506. Välillä oli yksi tauko. Ne olivat hänen elämänsä onnellisimmat vuodet.

Bolognassa hän myös oli aikansa merkittäviin tähtitieteilijöihin kuuluvan professori Dominico Maria de Novaran oppilaana ja assistenttina. Mahdollisesti 27-vuotiaana piti myös luentoja matematiikasta. Italiassa tekemiään havaintoja hän ei kuitenkaan juuri liittänyt teokseensa,

Aluksi näytti helpolta, mutta Kopernikus joutui turvautumaana Maan liikkeen kuvauksessa jopa kahdeksaan ns. episykliin. Kopernikaanista maailmankuvaa oli esitelty paaville jo 1533.

Ermlandin (Warmian) hiippakunta silloisessa Preussissa oli osaksi itsenäinen ruhtinashiippakunta osana Puolan kuningaskuntaa. Valtiollisten suhteiden selvittäminen on sekavaa puuhaa. Kopernikus edusti Ermlandia Preussin valtiopäivillä / maapäivillä. Yksi Ermlandin piispa Enea Silvio Piccolomini, oli sitten paavi Pius II (1458–1564).

Piispa Lucas Watzenrode (piispana 1489–1512) oli Kopernikuksen eno ja hankki tälle ja tämän veljelle Andreakselle kaniikin virat. Nepotismin jalo aate puhkesi näin kauneimpaan kukkaansa.

Kopernikus eli murrosaikaa. Muutamia aikalaisia, vapaasti tulkiten:

Niccolo Machiavelli 1469–1527, italialainen valtio-oppinut ja diplomaatti

Erasmus Rotterdamilainen 1466–1536

Martin Luther 1483–1546

Thomas More 1478–1535

Uskonpuhdistaja Ulrich Zwingli, Sveitsi 1483–1531 (taistelussa)

Uskonpuhdistaja Jean Calvin, Geneve 1509–1561

Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim eli Paracelsus, 1493–1541

Sandro Botticelli 1445–1510

Matemaatikko Gerolamo Cardano (1501–1576); Carsano myös kehitti kardaaniliitoksen, siitä nimi kardaniaksi.

sekä

Tohtori Johann Faust (n. 1480–1541). Tämä myyttiseksi noussut (Marlowen ja Goethen näytelmät), mutta todella elänyt hahmo väitti tehneensä liiton paholaisen kanssa ja tietävänsä monia saloja.

Ja meille suomalaisille ja ruotsalaisille:

Gustav Erikson eli Kustaa Vaasa (1496–1560)

Mikael Agricola (1510–1557)

Ja tietenkin hieman aikaisemmin Gutenberg; kirjapainotaidolla oli käsittämätön merkitys myös tieteelliseen murrokseen. 1500-luvun alkuun mennessä oli noin 30 000 teosta painettu, n. 10 % tieteellistä kirjallisuutta

Samaan aikaan julkaistu, kaikki Johannes Petreiuksen (1497–1550) kirjapainosta Nürnbergissä.

- Kopernikus De Revolutionibus 1543
- Gerolamo Cardano Ars magna 1545
algebrasta. 3. ja 4. asteen yhtälön ratkaisu. Imaginääriluvut.
- Andreas Vesalius 1537 *De humani corporis fabrica libri septem* ("Ihmisruumiin toiminnasta"). Vesaliusta pidetään nykyaikaisen anatomian isänä.

Historiallista taustaa. Musta surma eli rutto raivosi Euroopassa 1346–1353, siis vain runsaat sata vuotta ennen Kopernikuksen syntymää. Se tuhosi arvioiden mukaan 30–50 prosenttia Euroopan väestöstä, joillain alueilla kokonaan. Taloudelliset seuraukset ja vaikutus feodaalijärjestelmän murenenemiseen olivat merkittävät. Endeemisenä rutto oli Euroopassa 1700-luvulle asti ja esiintyi Helsingissä. Tauti on edelleen endeemisenä Kiinassa.

Hansaliitto oli perustettu 1200-luvulla ja tiivistyi 1356 ja Kopernikuksen eläessä eli kukoistuskautensa loppuaikojä. Satavuotinen sota Englannin ja Ranskan välillä Ranskan kruunusta käytiin 1337–1453. Konstantinopoli kukistui samana vuonna. Ja turkkilaiset kolkuttivat myöhemmin Krakovan portteja.

Jeanne d'Arc (Orleansin neitsyt) 1412 – poltettiin kerettiläisenä 1431
rehabilitoitu 1455, kanonisoitu 1920

Kopernikus eli keskellä puolalaista renessanssia, joka on ajoitettu 1400-luvun lopulta seuraavan vuosisadan loppupuolelle.

HERMEETTINEN FILOSOFIA

Hermes Trimegistoksen, myyttisen suuren viisaan teokset käännettiin latinaksi Italiassa 1400-luvun lopulla. Siitä alkoi mystisen hermeettisen filosofian voittokulku. Intellektuaalisena liikkeenä hermetismi jatkui 1600-luvulle. Omalla tavallaan hermetismin vaikutus, rosenkreutzilaisena ajatteluna se näkyi myös Mozartin vapaamuurarioopperassa Taikahuilu. Hermetismi saattoi vaikuttaa ainakin innoittajana nuoren Kopernikuksen ajatteluun, ja pääteoksessaan hän viittasi siihen yhdessä kappaleessa.

Sana edelleen elää ilmaisussa hermeettisesti eristetty. Alun perin tarkoitettiin vain vihityille tarkoitettua tietoa. Ostin äsken uuden hermeettisen litiumakun, kuten pakkauksessa selitettiin.

Hermeettistä filosofiaa on kutsuttu myös uusplatonismiksi.

Kopernikaaninen murros,

ei vallankumouskumous, saksaksi Kopernikanische Wende

Laajasti ottaen noin vuosiin 1450–1700

alun alkua

- **Nicole Oresme**, Lisieux'n piispa 1300-luvun lopulla, Pariisi. Hypoteesi Maan pyörimisestä. Vain hypoteesi, joka ei ollut ristiriidassa havainnon kanssa. Kumosi vastaväitteet: Ilma pyörii maan mukana jne.

Saksalaisen tähtitieteen nousu:

- **Nikolaus Cusanus** (1401 Kusen - 1464 Umbria) ajatus äärettömästä maailmankaikkeudesta
- **Georg von Peurbach** (1423–1461), nimi jää helposti mieleen. Müllerin opettaja
- **Johannes Müller eli Regiomontanus** (1436–1576)

Syntynyt Baijerin Königsbergissä, siitä nimi Regiomontanus. Kuollut Roomassa ilmeisesti kulkutautiin valmistellessaan paavin kutsusta kalenteriuudistusta. Oppikirja Epytoma Ptolemaioksen järjestelmästä Epytoma (lyhyt) johdatus, käännä Eine Kurze Einleitung.

- **Nikolaus Kopernikus** (1473–1543)

Commentariolus (käsikirjoitus, ”ohjelmajulistus”) n. 1612

De revolutionibus orbium coelestium libri VI 1473,

episykliikkeiden yhdistelmä. Aristoteelinen monessa suhteessa, planeettojen liike voi olla vain yhdistelmä täydellisiä ympyräliikkeitä eli episykliliikettä.

-

Idea oli arabialaisilta tähtitieteilijäiltä.

Myös tutkielma rahan arvosta noin 1520. Sekä käännös kreikasta 1514: Theophylaktos Simokattes, Kirjeitä. VII vuosisadalla Bysantissa elänyt alun perin Egyptistä kotoisin oleva oppinut. Ilmeisesti Kopernikus tällä osoitti kiitollisuuttaan enoan ja hyväntekijäänsä piispaa kohtaan, Nimi Simokattes tarkoittaa ”nykerönenäistä kissaa”

Nimi Niklas Koppernigk, latinaksi Nicolaus Copernikus

Ei itse käyttänyt saksalaista muotoa Nikolaus Kopernikus.

- Kopernikus oli pitkään, yli 30 vuotta, valmistellut teoksena käsikirjoitusta ja epäröinyt sen painattamista. 1540 Wittenbergin yliopiston matematiikan professori Georg Joachim Rheticus – siis suoraan protestanttien leiristä – saapui hänen vieraakseen sekä ainoaksi oppilaakseen ja valmisteli painatustyön. Hän myös laati teoksen Narratio Prima (Danzig 1540), jossa Kopernikuksen pääteesit esitettiin lyhyesti ja helposti. De revolutionibus oli hyvin

tekninen ja edellytti perehtyneisyyttä tähtitieteeseen ja matematiikkaan. Kopernikus muuten käytti hieman vanhentuneita ja kömpelöitäkin matemaattisia menetelmiä.

- Painatustyö annettiin sen ajan etevimmälle tieteellisten kirjojen painajalla Petrieukselle Nürnbergiin. Korrehtuurit kulkivat sitten Frauenbergiin Puolaan, jossa Kopernikus oli ollut hiippakunnan talousasioista vastaava kaniikki ja lääkäri. Rheticus ei voinut valvoa koko työtä, ja sitä jatkoi protestanttinen teologi Andreas Osiander (1496/98–1652 Königsberg). Pyytämättä lupaa Osiander liitti kirjaan nimettömän Ad lectorem – esipuheen, jossa selitti aurinkokeskisen maailmankuvan olevan vain laskuja helpottava hypoteesi.

Tämän herätti sekä Rheticuksen että Kopernikuksen, ja hänen suosijansa, humanisti Tiedemann Giesen (1480- 1550) ärtymystä, ja he vaativat sen poistamista*. Huomautus kuitenkin säilyi. Olettaisin, ilman perusteita tosin, että takana oli myös Petreius.

- Tämähän oli hyvä diplomaattinen väistöliike. Reformaatio oli levinnyt koko saksan- ja hollanninkieliselle alueelle, myös ja erityisesti Baijeriin.
- (* Irtolehtiä on helppo korvata toisella)
- Jossain reuna-alueilla, kuten Wittenbergissä ja katolisessa Frauenburgissa asioihin voitiin suhtautua vielä kiihkottomasti, mutta esim. 20.8.1566 Antwerpenin katedraalin ihmeen kauniit koristeet kalvinistiset kuvainraastajat tuhosivat muutamassa tunnissa. Kirjanpainajan oli syytä varoa yli-innokkaita Jumalan sanan puolustajia.
- Salamancan yliopistossa Espanjassa saattoi opiskella tähtitiedettä sekä Ptolemaioksen että Kopernikuksen järjestelmän mukaan.
- Kirja sai selvästi kiinnostuneen vastaanoton oppineiden maailmassa. Painos oli suuri, noin 400. Ja uusintapainos, samoin noin 400–500, Baselissa vajaan 20 vuotta myöhemmin. Yllättävän monet, 50–60 % ovat säilyneet eri kirjastoissa.
- Kaksi vuotta Taivasmaailmojen kiertokulun julkaisemisen jälkeen alkoi Schmalkaldenin sota (1545–1555) protestanttisten ruhtinaiden

ja kaupunkien (mm. Saksi, Hessen, Lübeck ja Bremen) ja keisari Kaarle V:n välillä. Sodan lopullisesti päätti Augsburgin uskonrauha 1555, jossa kompromissina hyväksyttiin periaate "cuius regio eius religio" (Kenen maa, sen usko.)

- **Tycho (Tyge) Brahe** (n. 1580–1600): **Brahen systeemi:**

Maa maailmankaikkeuden keskipiste, muu planeettakunta kiertää Aurinkoa. Erinomainen kompromissi, mutta myös sen ajan fysiikassa liikeopillisesti ja matemaattisesti parempi.

- **Johannes Kepler** (1571–1630): **Astronomia Nova 1609**

Kepleriläinen vallankumous: ellipsiliike. Keplerin kolme lakia

Näissä kolmessa maailmanjärjestyksessä maailmankaikkeus on äärellinen. Planeettakuntaa ympäröi kiintotähtien kuori.

1. EPÄSUORA TODISTUS MAAN LIIKKUMISESTA.
YKSINKERTAISIN JÄRJESTELMÄ.

- **Galileo Galilei: Kaukoputki 1609.** Ei oma keksintö, mutta kehitti ja teki tähtitieteellisiä havaintoja
- teksti selkeätä. Kirjoitti myös italiaksi
 - perin riitaisa herra ja aika kelju tyyppi

- Ei mitään tavatonta siihen aikaan, vrt. Kuningatar Kristiina.

- **Newton** (1643–1726) **Principia 1687** (43-vuotiaana)

[Philosophiae Naturalis Principia Mathematica](#)

Toinen epäsuora todistus Maan liikkumisesta, taivaanmekaniikan perusteet.

lu varmistettiin reaalisesti vasta v. 1838 (F. W. Bessel ja muut). Ilmiötä kutsutaan tähtien vuotuisiksi parallaksiksi. Että parallaksia ei havaittu aikaisemmin ja että tänäkin päivänä parallaksin voi havaita suhteellisesti ottaen vain mitättömän harvoille tähdille, johtuu juuri Kopernikuksen ilmoittamasta syystä: tähtien suuresta etäisyydestä.

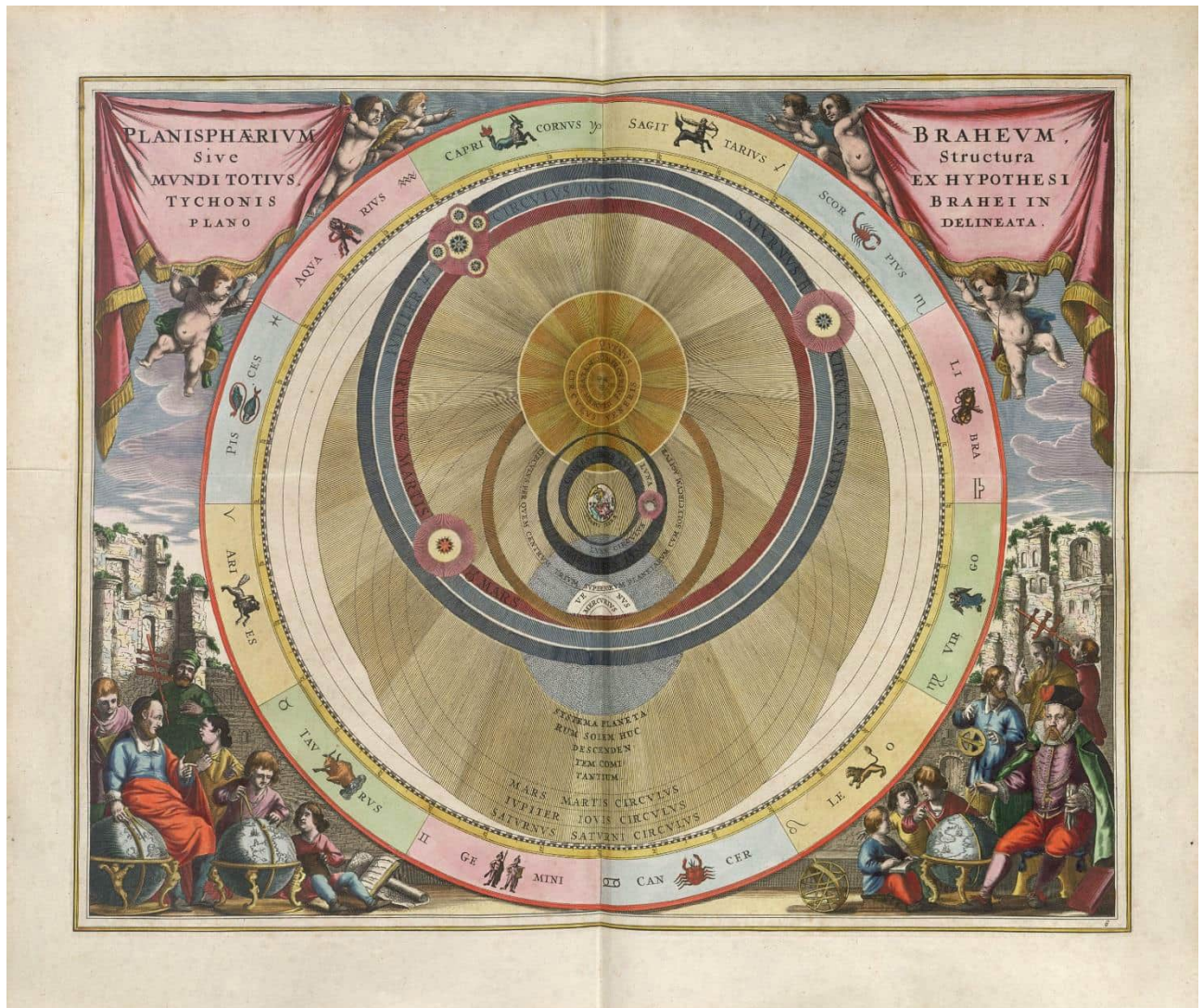
4.4. Maapallon liikkeen perspektiiviset vaikutukset

Kopernikuksen 3 viimeistä olettamusta koskivat niitä perspektiivisiä seurausilmiöitä, mitä Maan liikkuminen aiheuttaa Maasta käsin havaittuun planeetta-liikkeeseen.

Olettamus 5. "Tähtitaivaan näennäinen liike seuraa Maapallon liikkumisesta. Maapallo ja sitä lähinnä sijaitsevat elementit kiertyvät vuorokaudessa Maan muuttumattomien napojen ympäri, kun taas tähtitaivas ja ulommainen taivas ovat levossa".



Kuva 3. Sivu kirjan De Revolutionibus käsikirjoituksesta. Kopernikus on kuvannut yksinkertaistetussa muodossa systeemiään. Numeroilla 1–7 varustetut ympyrät esittävät kiintotähtien, Saturnuksen, Jupiterin, Marsin, Maan (ja Kuun), Venuksen ja Merkuriuksen pallonkuoria. Systeemin keskellä on Aurinko.



Tykon järjestelmä Andreas Cellariuksen esittämänä 1708

SUORA TODISTUS MAAN LIIKKUMISESTA

Englantilainen **Bradley**: 1728 aberratio. Tähtien näennäinen liike, selittyy valon äärellisellä nopeudella (300 000 km/s) ja Maan ratanopeudella 30 km/s eli n. 1/10 000-osa valon nopeudesta. Taivaalla 20" -säteinen ympyrä tai ellipsi. Vrt. veneen kannella tuulen koettu suunta riippuu veneen suunnasta ja nopeudesta. Pariisin observatoriossa mitattiin joskus 1840–1850 aberration avulla Maan ratanopeus, ja sitä kautta Auringon parallaksi varsin tarkkaan. Valon nopeus jo tiedettiin.

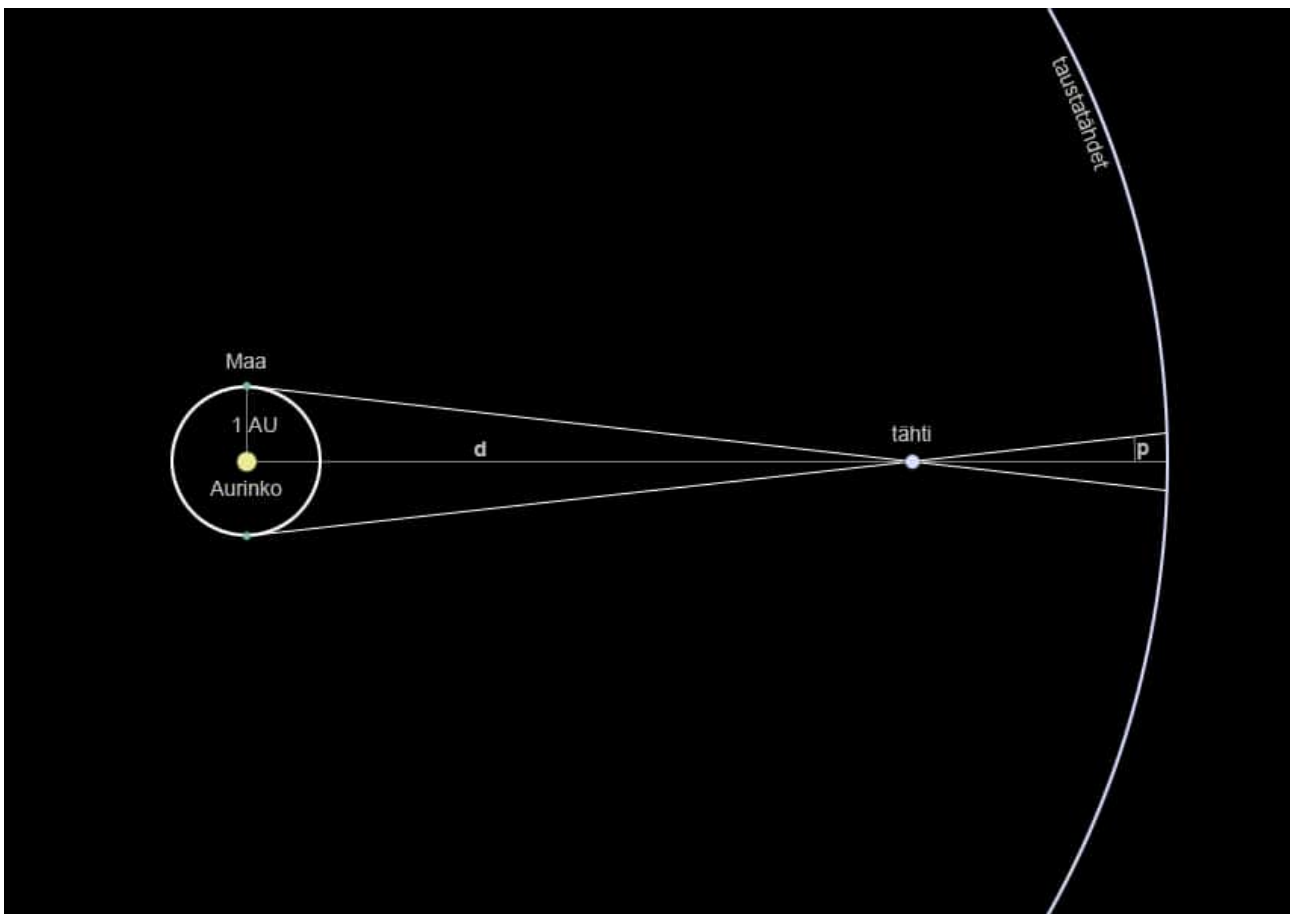
Lopullinen varmuus 1838

Friedrich Bessel (1784 Minden – 1846 Königsberg, nyk. Kaliningrad). Osoitti kiintotähden paikan taivaanpallolla riippuvan maapallon sijainnista radallaan. Ensimmäinen varma parallaksimittaus, n. 0,3". 61 Cygni. Ei lähin tähti, eikä kirkas, suuruusluokkaa 5 (selvästi silmin havaittava), etäisyys siis n. 11,4 valovuotta, korkeus n. 38 astetta taivaanpallolla. Etelässä ollessaan n. 61 asteen korkeudella.

Königsberg oli noin 80 kilometrin eli 15 tunnin reippaan kävelymatkan päässä Kopernikuksen kotikaupungista Frauenburgista (nykyään Frombork).

Kilometrin päässä yksi kaarisekunti vastaa 5 mm matkaa eli n. 2 tulitikun paksuutta.

Parallaksi ([kreikaksi](#) παράλλαξις, *parallaksis* = vaihtelu, vaihteleva liike) on tähtitieteessä kulma, jossa maapallon radan säde eli yksi astronominen yksikkö näkyy tähdestä. Se ilmoitetaan tavallisimmin kaarisekunteinä tai millikaarisekunteinä. Trigonometrinen parallaksi nykyään mitata kaarisekunnin tuhannesosan tarkkuudella. Siksi parallaksin avulla kiintotähtien etäisyys voidaan mitata suoraan muutaman tuhanteen valovuoteen saakka. Sitten täytyy käyttää muita, lähinnä arviopohjaisia menetelmiä.



AURINKOMYSTIIKKA?

Aurinkomystiikaksi on professori Raimo Lehden mielestä turhan helposti tulkittu Kopernikuksen ainoa runollinen kohta hänen pääteoksessaan Taivasmaailmojen kiertokulusta. Hyvin se kuvaa aikakauden henkeä:

”Mutta kaiken keskuksena on Aurinko; sillä kuka voi tässä kauneimmassa tempelissä asettaa tämän valon toiseen tai parempaan paikkaan, jossa se voisi valaista yhtä aikaa kaikkia? Sitä nimittävät jotkut sattuvasti maailman valoksi, toiset sieluksi ja vielä toiset ohjaajaksi. Trimegistos nimittää sitä näkyväksi jumalaksi. Sofokleen Elektra kaiken näkijäksi. Niin ohjaa tosiasiallisesti Aurinko, kuninkaallisella valtaistuimellaan istuen, sen ympäri kiertävää tähtien perhettä.”

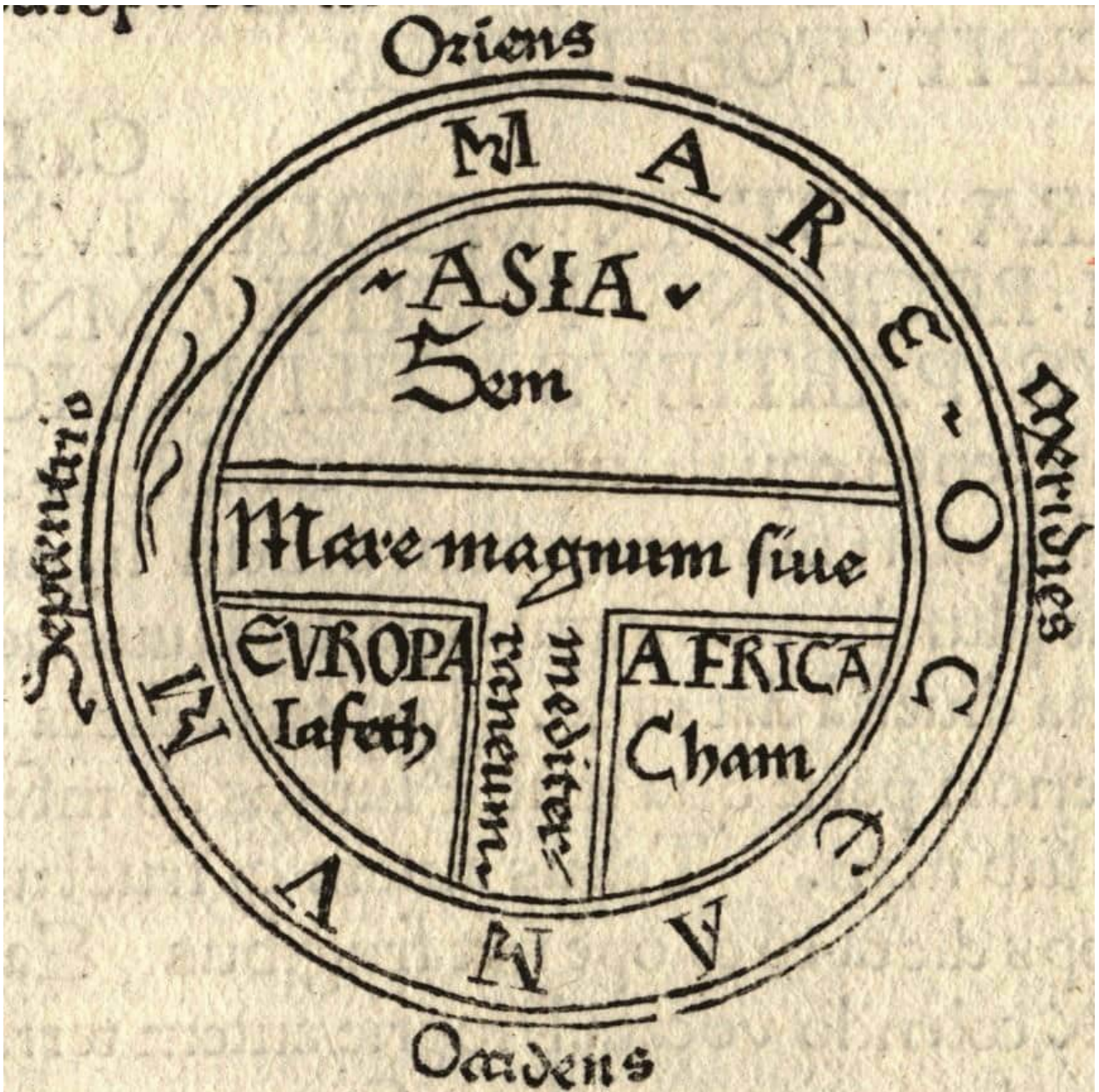
Hollantilainen Simo Stevin (1548–1620) kirjoitti oppikirjasassaan Van dem Hemmelloop:

”Mitä siihen tulee, että Kopernikus 1. kirjan 10. luvussa kysyy, miten tässä kauneimmassa kirkossa voisi tuon lampun sijoittaa parempaan paikkaan kuin keskelle, josta se valaisee kaikkea; tämä on kovin liikuttavaa ja luonnollista puhetta, mutta se ei perustu mihinkään geometriseen todistukseen.”

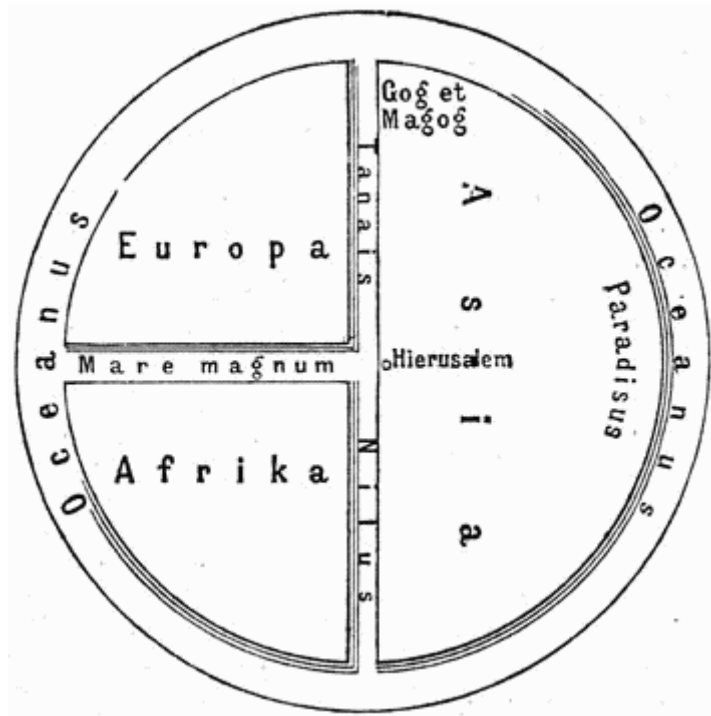
Suomalainen lukija muistaa Paasikiveä:

”Ministeri puhuu hyvin ja kauniisti, mutta ministeri puhuu täyttä paskaa.”

Keskiaikainen T-O kartta :



Alkuperäisessä versiossa itä on ylhäällä. Niili ja Don yhtyvät T-alahaara on Välimeri. Jerusalem keskellä.



Tässä hieman havainnollisemmin.

TANSKAN VALTAKUNNANOMENA.
MAAN PIIRIN JAKAA KAKSI VIRTAA (NIILI JA DON) SEKÄ VÄLIMERI



ANREA PREVITALI: SALVATOR MUNDI 1569

