

Aristoteles ja taevas

Piret Kuusk

Vana-Kreeka õpetlane Aristoteles (384–322) oli huvitatud kõigest, mis oli tema ümber: inimestest, loomadest, taimedest, eluta kehast, ruumist, ajast, maast ja taevast. Kõigil neil teemadel on ta ka kirjutanud ning mitukümmend autentseks tunnistatud teksti on tänaseni säilinud, lisaks veel teist samapalju, mida autentseteks ei peeta.

Aristotelese loodusteaduslike teoste korpusesse paigutatakse harilikult neli teost, mille pealkirjad eestikeelses tõlkes võiksid olla Füüsikaloengud, Taevast, Tekkimisest ja kadumisest ning Meteoroloogia.

Üks nimetatud teostest on pealkirjaga Taevast *Περὶ οὐρανοῦ* praegu rohkem tuntud oma ladinakeelse nime all *De caelo*. Võib-olla ei teeks paha seda pisut tutvustada siinsetele taevateadlastele. Ma ei ole küll antiikteaduse ajaloo asjatundja ja kreeka keelt ma ka ei oska, kuid mitmete tõlgete abil on siiski võimalik saada aimu sellest, mida Aristoteles selles teoses kirjutas.

Kõigepealt aga tuleb hoiatada, et teoste pealkirjad ei pärine Aristoteleselt, vaid on ajapikku lisatud käsikirjadele ümberkirjutajate poolt. Seetõttu ei ole *De caelo* tolleaegse taevateaduse ülevaade ja võib-olla isegi mitte tervikteos, vaid kompilatsioon mitmest erinevast Aristotelese tekstist, kokku pandud hilisemate aristoteliaanide poolt. Teos on jagatud neljaks osaks, neist kaks esimest käsitlevad taevaseid kehasid ja kaks viimast maiseid. Sellisest jaotusest saab alguse seisukoht, et taevane ja maine maailm on üksteisest olemuslikult erinevad kõigis aspektides, nii kehade ehituse kui ka liikumise alal. See teadmine kinnistus aastatuhandeteks ja murdus alles siis, kui Isaac Newton (1643–1727) tõestas matemaatiliselt, et Kuu liikumine taevas ja kehade kukkumine maa peale on tegelikult ühe ja sama raskusjõu ilmingud.

Enne kui alustada *De caelo* lehitsemist tuleb öelda, et sarnaselt Aristotelese teistele loodusteaduslikele tekstidele ei ole see kirjanduslikult viimistletud ja tundub olevat pigem lektori abivahend Lykeionis peetud loengute tarvis. Õppeasutuse nimiga Lykeion asutas Aristoteles tolleaegse Ateena lõunapoolses äärelinnas ja pidas seal loenguid aastail 335–323. Lykeioni vundamendid on hiljuti välja kaevatud ja neist on näha, et tegevuse põhirõhk oli seal kehalisel kasvatusel: kahe suure gümnasiumi (tänapäeva mõistes võimla) ja saunaruumide keskel on ainult üks väiksem loenguruum.

Vaatame nüüd läbi *De caelo* kaks esimest osa taevaste kehade kohta, sest kolmandas ja neljandas osas käsitletud maistest kehast on põhjalikumalt juttu Aristotelese teoses pealkirjaga *ἡ φυσικὴ ἀκρόασις* „füüsika loeng“. Sõna *φυσική* tähendab loodust, seega on kõne all looduslikud asjad. Kuid seda teost me siinkohal vaatluse alla ei võta.

De Caelo I–II

I osa (A)

1. Alustatakse väitest, et teaduses loodusest käsitletakse kehasid ja suuruseid ning nende liikumisi ja põhimõtteid. Üksikud kehad ei ole täielikud, sest äärepindadel nad puutuvad ja täiendavad üksteist. Kõik kehad kokku moodustavad kõiksuse ($\pi\acute{\alpha}\nu$), mis on täielik ja lõpetatud.
2. Maapealsed kehad koosnevad neljast lihtkehast (elemendist), milleks on õhk, tuli, vesi ja maa. Nende loomupärane liikumine on piki sirgjoont üksteise suhtes vastandlikult – õhk ja tuli liiguvad ülespoole, vesi ja maa allapoole. Kuid on olemas veel üks lihtne liikumine – mööda ringjoont. Ringjoonel pole vastandlikku liikumist ja ta on lõplik, erinevalt sirgjoonest, millel pole lõppu. Lõplik on lõpmatuga võrreldes täiuslikum, seega tuleb liikumist mööda ringjoont pidada algupäraseks ja eelistatuks. Siit on näha, et lisaks neljale elemendile peab olema veel viies element, millest koosnevate kehade loomupärane liikumine on piki ringjoont. Need kehad on maapealsetest kehadest täiesti erinevad ja nende suhtes seda ülimumlikumad, mida kaugemal on nad maisest maailmast.
3. Raskeks nimetatakse keha, mis loomupäraselt liigub allapoole, kergeks aga keha, mille loomupärane liikumine on ülespoole. Kehadel, mille loomupärane liikumine on mööda ringjoont, pole ei raskust ega kergust. Nende liikumisel pole ei algust ega lõppu. Ka pole neis kehadest muutlikkust, sest muutumine tähendab materjali lisandumist või kadumist, kuid neil pole materjali, millest nad oleksid tekkinud. See on kooskõlas iidsete uskumustega (jumalad ei muutu), samuti ka tähelepanekutega, et taevas ja tema osad on muutumatud. Viienda elemendi nimi on eeter ($\alpha\iota\theta\acute{\eta}\rho$), sest ta „jookseb alati“ ($\acute{\alpha}\epsilon\iota\ \theta\epsilon\acute{\iota}\nu$).
4. Mitmed arutlused näitavad, et ringliikumisel ei ole vastandlikku liikumist ning vastandiks ei saa olla liikumine mööda sama ringjoont vastupidises suunas.
5. Järgmisena tuleb vastata küsimusele, kas keha saab olla lõpmata suur või on see võimatu. Arutlused näitavad, et nii neljast elemendist koosnevad ja piki sirgjooni liikuvad maapealsed kehad kui ka viiendast elemendist koosnevad ja ringliikumises olevad taevased kehad ei saa olla lõpmata suured.
6. Maapinna poole liikuvad rasked kehad ei saa olla lõpmata suured, sest siis oleks ka nende raskus lõpmata suur; arutlused näitavad, et see pole võimalik.
7. Veel üks argument lõpmata suurte kehade vastu: nende liigutamiseks oleks tarvis lõpmata suurt jõu, mis pole võimalik, aga kogemus ometi näitab, et nii maapealsed kui ka taevased kehad liiguvad. Seega peavad kõik kehad olema lõplikud ja järelikult peab ka nende summa – kõiksus – olema lõplik.
8. Näidatakse, miks lõplik kõiksus on ainukordne. Tõesti, kui selliseid oleks palju, siis oleks loomulik oletada, et nad koosnevad samalaadsetest elementidest samalaadsete loomupäraste liikumistega. Kuid erinevates kõiksustes peaksid ülesalla suunad ja ringliikumiste keskmed (kõiksuste keskmed) olema erinevad, mistõttu loomupärane liikumine ühes kõiksuses on sunnitud liikumine teises kõiksuses. Aga liikumine ei saa ühekorraga olla loomupärane ja sunnitud, seega erinevate kesketega kõiksused on võimatud. Kui aga kõigi kõiksuste keskmed ühitavad, saab neid käsitleda üheainsa kõiksusena.
9. Keha on mingit vormi omav materjal. Sama vorm võib olla paljudel materiaalsel kehadel. Sel alusel võiks ka kõiksuse idee materialiseeruda mitmel viisil. Kuid

siiski ei saa see nii olla, sest kõiksus sisaldab kogu materjali ja on seega ainukordne. Et paremini mõista, mille üle selles teoses arutletakse, tuleb selgitada, mida nimetatakse taevaks. Seda sõna kasutatakse kolmes tähenduses. Esiteks, taevaks võib nimetada loomulikku keha, mis moodustab kõiksuse kõige välimise sfääri ja kus oletatavasti asuvad jumalad. Teiseks nimetatakse taevaks keha, mis vahetult piirneb kõiksuse kõige välimise sfääriga ning kus asuvad Kuu, Päike ja mõned tähed [planeedid], sest nende kohta ju öeldakse, et nad liiguvad taevas. Kolmandaks võib taevaks nimetada kõike, mis asub välimisel sfääril ja selle sees; seda nimetatakse ka kõiksuseks. Selles mõttes sisaldab kõiksus paratamatult kõik loodusliku ja tunnetatava ning välimise sfääri taga ei saa olla mitte midagi. Kuna seal pole ühtegi keha, ei ole seal ka ühtegi kohta kehade jaoks. Ei ole ka tühjust, sest tühjus on koht, kus keha ei ole, aga võiks olla. Ei ole ka aega, sest aega mõeldakse kehade liikumisega. Mis iganes seal võiks olla, ei ole see ei ruumis ega ajas ja ei muutu ealeski, kuid sellest sõltub rohkem või vähem kõikide teiste olendite olemasolu ja elu.

10. Kui on selgitatud, et kõiksus on lõplik ja ainukordne, tuleb edasi küsida: kas ta on tekkinud ja kas hävib või on igavene ja muutumatu? Vastuseid on antud mitmesuguseid: kõiksus on kunagi tekkinud, kuid kestab igavesti [Platon]; kõiksus on kunagi tekkinud ja edaspidi hävib nagu kõik muudki kehad [Demokritos ja atomistid]; kõiksus tekib ja kaob perioodiliselt [Herakleitos, Empedokles]. Tekkimise puhul peaksid asjad enne seda olema lõpmata kaua mitte olemas ja pole selge, mis asjaolu tõi kaasa nende tekkimise.
11. Arutletakse terminite 'mittetekkinud', 'tekkinud', 'hävunud' ja 'hävimatu' tähenduste üle.
12. Kui miski võib olla ja mitte olla, peab olema antud maksimaalne ajavahemik, mil see on olemas, kuid enne ja pärast seda ei ole. Kui olemasolu ajavahemik ei ole määratud, vaid võib olla pikem ükskõik millisest suurusest, siis peaks miski lõpmata pika aja jooksul olema olemas ja teise lõpmata pika ajavahemiku jooksul mitte olemas olema, mis aga on vastuolu ja seega võimatu.

II osa (B)

1. Eelnevad arutlused kinnitavad, et välimine sfäär ehk taevas on ainukordne ja igavene, ilma alguse ja lõputa. Kuna tal pole raskust, püsib ta iseenesest, ilma vajaduseta millelegi toetuda, nagu ekslikult arvasid varasemad mõtlejad. Tema loomulik liikumine on ringjooneline ja iseeneslik.
2. Pythagorase pooldajad väitsid, et taeval on parem ja vasak pool. Kui nii, siis peaksid seal olema ka teised vastandipaarid: üles ja alla ning ette ja taha. Need on seotud pigem elusloodusega: ülespoole on kasvamise suund, paremale on liikuma hakkamise suund, ettepoole on vaatamise ja teadasaamise suund. Taevasfääri ringliikumine toimub iseeneslikult sisemise põhjuse tõttu, mis on iseloomulik ka eluslooduse liikumistele. Kui taevale saab omistada kõik kolm vastandipaari, siis on ta sarnane elusaga.
3. Küsitakse, miks on taevas mitmeid ringliikumisi ja mitte ainult üksainuke üleüldine välimise sfääri tiirlemine. Vastus: kõikidel ringliikumistel on ühine kese. Seal asuv keha on paigal. Seega peab olema olema liikumine üheainsa keskme poole, mis on omane elemendile maa. Kuid koos sellega tuleb sisse ka vastupidine liikumine ülespoole ja sellega seotud element tuli ning vahepealsed elemen-

did õhk ja vesi. Neist koosnevad maised kehad ei ole igavesed, vaid tekivad ja kaovad.

4. Taevas peab olema täpselt kerakujuline, sest ainult see on lõplik ja piiratud üheainsa pinnaga.
5. Taevasfäär võiks pöörelda ühes või teises suunas; pöörlemise tegelik suund on neist parim.
6. Välimise taevasfääri pöörlemine on täiesti ühtlane ja seal on igasugune muutus võimatu. Alumiste sfääride liikumine on kompositsioon mitmest erinevast liikumisest ja seetõttu on mitteühtlane.
7. Tähed on samast materjalist, millest on taevasfäär, kuhu nad on kinnitatud, seega eestrist. Nende sära ja valgus tulenevad sellest, et liikumise tõttu nende ümbrus kuumeneb ja hakkab hõõguma.
8. On näha, et mõned tähed liiguvad teiste suhtes. Arutlus näitab, et selle nähtuse parim seletus on seisukoht, et need tähed on kinnitatud alumiste sfääride külge ja pöörlevad koos nendega.
9. On arvatud, et tähtede liikumises on harmoonia, kuid see ei ole usutav.
10. Astronoomid tunnevad tähtede liikumist hästi ja teavad, et tähe liikumine on sõltuv tema kaugusest välimise sfäärini. Tõesti, kui eeldada, et kõige välimise sfääri pöörlemine on lihtne ja kõige kiirem, siis järgmiste pöörlemine on aeglasem ja keerulisem – vahel liiguvad mõned tähed koguni vastupidiselt välimise taevasfääri pöörlemisele.
11. Mis puutub tähtede kujusse, siis kõige arukam on pidada neid kerakujulisteks.
12. Jääb üle veel kaks rasket küsimust. Esiteks, miks ei suurene tähtede liikumiste keerukus kooskõlas nende kaugusega välimisest sfäärist, vaid keskmiste tähtede liikumisel on kõige rohkem komponente? Teiseks, miks on välimisel sfääril lugematu arv tähti, aga järgmistel igaühel ainult üks? Seletusi saab leida, kui oletada, et tähed on nagu elusolendid, kelle liikumistel on ajendid ja eesmärgid.
13. Lõpuks tuleb esitada küsimused Maa kohta: kus ta asub, kas ta liigub või mitte ning milline on tema kuju. Kõige selle üle on esitatud väga erinevaid seisukohti, millest antakse pikk ülevaade.
14. Jõutakse järeldusele, et Maa asub sfääride keskmes, on kerakujuline ja liikumatu.

Aristotelese kosmograafia

Nagu öeldud, ei anna *De caelo* ülevaadet tolleaegsest astronoomiast. Selles on näiteks palju arutlusi erinevatest taevasfääridest, kuid pole nimetatud ei nende järjekorda ega liikumiste konkreetset iseloomu. Mõnevõrra on see teema avatud Aristotelese teises kuulsas teoses *Metafüüsika*, mille 12. osa (Λ) 8. peatükk kirjeldab lühidalt tähistaeva kontsentriliste sfääride süsteemi, mille esitas tolleaegne kuulus matemaatik ja astronoom Eudoxos Knidosest (elas umbes 408–355) ning mida täiendas Kallipos Kuzikosest (elas umbes 370–300). Kõige välimisel sfääril on tähed, mis üksteise suhtes ei liigu. Päikese, Kuu ja 5 planeedi liikumist on kirjeldatud kontsentriliste sfääride abil. Igaühe nimetatud seitsme taevakeha juurde kuulub süsteem mitmest sfäärist, millel on erinevad pöörlemisteljed, erinevad pöörlemiste suunad ja erinevad, kuid ühtlased pöörlemiskiirused. Taevakehad on kinnitatud oma sfääride süsteemi kõige sisemise sfääri külge. Piisavalt paljude sfääride kaasamisega õnnestub seletada planeetide seisakuid ja retrograadseid liikumisi. (Ühe sellise süsteemi liikumise näitlik animatsioon on leitav Wikipedia veebilehel *Concentric_spheres*.) Eudoxose süsteemis on Päikese, Kuu ja planeetide liikumiste jaoks

kokku 26 sfääri, millele Kallipos lisas veel 7; saadud mudelis on 33 sfääri. Kõige sisemisel sfääril on Kuu ja ainult see sfäär puutub kokku maise ehk Kuu-aluse maailmaga.

Tolleaegse astronoomia eesmärgiks oli taevaste valgusallikate liikumiste ennustamine ja see teema kuulus matemaatikasse. Juba Pythagorase järgijad (6.–5. saj.) olid kokku ühendanud neli matemaatilist teadust: aritmeetika, geomeetria, astronoomia ja muusika; hiljem hakati seda nimetama kvadriiviumiks. Eudoxose–Kallipose mudelit peeti esialgu puhtalt matemaatiliseks konstruktsiooniks.

Aristoteles püüdis tähtede liikumisi mõista kui looduslike mõjudega süsteemi. Tema arvates pole taevased sfäärid mitte kahemõõtmelised pinnad, vaid kolmemõõtmelised eestrist koosnevad kerakihid. Iga sfäär puudutab eelmist ja järgmist sfääri ning hõõrdumise tõttu kanduvad pöörlemised ühelt sfäärilt teisele. Ta lisas pöörlevatele sfäärile veel 22 vahepealset mittepöörlevat sfääri, mis kompenseerisid välimiste sfääride mõju planeetide liikumisele. Vajalike sfääride koguarv oleks siis 55.

Aristotelese Füüsikaloengutes on põhjalikult käsitletud liikumisi ja nende mitmesuguseid põhjuseid ning jõutud seisukohale, et lõppude lõpuks peab olemas olema midagi, mis ise ei liigu ega muutu, kuid tekitab liikumisi. Ta nimetas seda liikumatuks liigutajaks. Tema teoses *Taevast* on taevASFäärde pöörlemisi peetud nende loomulikuks olekuks ja liikumise põhjuste üle pole arutletud. Küll aga on see küsimus tõstatatud *Metafüüsikas* (A, 7–8), kus on öeldud, et võiks ju oletada, et igal taevASFääril on oma liikumatu liigutaja, mis kõik asuvad välimisest sfäärist väljaspool. (Vrdl. *De caelo* A, 9). Kuid see pole kooskõlas varasema tulemusega, et taevast on ainukordne. Seega peavad kõikide taevASFäärde liikumatud liigutajad olema tekitatud üheainsa, igavesti olemas oleva liikumatu liigutaja poolt, mis on immateriaalne ja tunnetamatu, kuid täiuslik ja ilma osadeta tervik. Olles immateriaalne, ei saa see tekitada teisi liikumisi mõju avaldamise kaudu, vaid ainult mõtteliselt, läbi soovimise ja ihaldamise.

Niisugune paljude kontsentriliste sfääridega mudel lubas ennustada planeetide liikumisi, kuigi mitte just eriti täpselt. Sellest puudusest olulisem oli aga probleem, miks planeetide heledus muutub, olgugi et kontsentrilistel sfääridel asuva taevakeha kaugus keskpunktis asuvast Maast ei muutu.

Lõpetuseks

Erinevalt Aristotelese füüsikaloengutest, mida veel praegugi loetakse ja kommenteeritakse, on Aristotelese kosmograafia uurimine vaid ajaloolaste pärusmaa. Kontsentriliste sfäärde mudeli ehitus ei lubanud muid muutusi kui sfäärde pöörlemiste muutmist ja täiendavate sfäärde lisamist. See aga ei olnud piisav selleks, et mudelit saaks viia kooskõlla kõikide taevavaatlusega.

Neli sajandit hiljem esitas Egiptuses elanud astronoom Klaudios Ptolemaios (elas umbes 83–161) uue mudeli taevakehade liikumiste kirjeldamiseks, kus planeedid liikusid epitsükliks nimetatud ringjoontel, mille keskmed liikusid ümber Maakera deferendiks nimetatud ringjoonel. Siiski säilitas see mudel midagi Eudoxose–Kallipose–Aristotelese kontsentriliste sfäärde süsteemist. Nimelt kui Ptolemaiiose konstruktsiooni hakati vaatama mitte kui puhtalt matemaatilist mudelit, vaid püüti anda sellele ka füüsikalist sisu, siis osutus kasulikuks kujutleda deferente mitte ringjoontena, vaid kolmemõõtmeliste kerakihtidena, mille paksus parajasti mahutas epitsükliid.

Kasutatud tõlked

The Works of Aristotle, vol. 1. Ed. W. D. Ross. Chicago [etc.]: Encyclopaedia Britannica; 1952.

– Physics. Transl. R. P. Hardie and R. K. Gaye; pp. 259–355.

– On the Heavens. Transl. J. L. Stocks; pp. 359–405.

– Metaphysics. Transl. W. D. Ross; pp. 499–626.

Аристотель. Метафизика. Пер. А. В. Кубицкий, ред. В. Ф. Асмус. –
Сочинения в четырех томах, том 1. Москва: Мысль; 1975.

Аристотель. О небе. Пер. А. В. Лебедев, ред. И. Д. Рожанский. –
Сочинения в четырех томах, том 3, стр. 263–378. Москва: Мысль;
1981.