



## Fysiikka, filosofia ja teologia kosmologisten haasteiden edessä

Eeva Martikainen



**Kosmologian valitsemista monitieteisen konferenssin yhteiseksi teemaksi saatetaan pitää uhkarohkeana yrityksenä. Miten tutkia maailmankaikkeutta fysiikan, tähtitieteen, filosofian ja teologian yhteisellä keskustelufoorumilla? Viime toukokuussa Helsingissä pidetyn kansainvälisen konferenssin "Infinity, Causality, and Determinism" järjestäjillä ei ollut muuta mahdollisuutta kuin luottaa siihen, että kaikki osapuolet tuntevat jossakin määrin länsimaista ajatteluperinnettä, jolle on ollut ominaista pyrkimys käsittää todellisuus yhtenä ja intellektuaalisena.**



Jo molemmat antiikin suuret mestarit: Platon ja Aristoteles, jotka pitivät myös kosmologiaa hallussaan aina modernin fysiikan syntyyn asti, luottivat siihen, etteivät analyyttinen ja synteettinen ajattelu ole toisensa poissulkevia. 1600-luvulta lähtien ja erityisesti kvanttifysiikan innoittamana fysiikasta on kuitenkin tullut uusi filosofian ja teologian haastaja. Erityisesti postmodernin filosofian ja teologian vastaus fysiikan haasteeseen on ollut väittää, ettei eri tieteiden välillä ole yhteistä rationaliteettia.



### Postmodernin kulttuurin pirstoutuminen



Postmodernia aikaa on yleisessä kulttuurisessa keskustelussa luonnehdittu ajaksi, josta metafysiset kysymyksenasettelut puuttuvat lähes tyystin. Metafysiikka, joka klassisessa filosofiassa käsitti sekä kosmologian eli universumin alun ja luonteen, että ontologian eli olemisopin, tutkimisen, on siinä helposti leimattu epätieteelliseksi spekulatioksi, joka murtui filosofian- ja tieteenhistoriassa jo aikoja sitten. Filosofinen ajattelu onkin helposti päätenyt positivismiin, loogisen empirismin ja myöhäiswittgensteinilaisen kieli- ja -kulttuurifilosofian myötä lähes täydelliseen relativismiin, jossa on aivan liian helposti hyväksytty väite, ettei tieteidenvälistä yhteistä rationaliteettia ole enää löydettävissä eikä sitä ole asetettava tavoitteeksiakaan.



Myös monet teologit (Oswald Bayer, Alistair Mc Grath) ja jotkut fyysikkoteologit (John Polkinghorne) ovat asettuneet tälle kannalle. Filosofia tutkikoon kieltä ja logiikkaa puhtaina abstraktioina ja teologi rajoittukoon vain uskonnollisen kielen ja elämänmuodon tarkasteluun. Uskonnollisella elämänmuodolla on oma traditionsa, käytäntönsä ja merkityksensä, joiden tunteminen on tärkeä osa länsimaista kulttuuriperinnettä. Uskonnollinen kieli noudattaa omaa kielipeliään ja oppi on sen grammatiikka, kielioppi. Postmoderni filosofi tai teologi tulee kuitenkin samalla hyväksyneeksi tieteidenvälisen irrallisuuden ja kulttuurin pirstoutumisen. Postmodernismin tulevaisuuden kauhukuvat siitä, miten tietyt elämänalueet ryöstäytyvät omalakisiksi, ovat kuitenkin jo ovella. Nopeimmin eristyviä lienee talouselämä (näin arvelee esim. taloustieteilijä Pertti Haaparanta), jota globaali markkinatalous siivittää. Myös tieteen sulkeutumista kulttuurin ja sen piirissä tapahtuvan keskustelun ulkopuolelle on väläytetty (ks. Antto Leikola: *Tieteessä tapahtuu* 5/2000). Postmodernia kulttuuria kriittisesti tarkasteleva teologi voi siten tervehtiä myönteisesti uuden kosmologian esiinmarssia, vaikka sen haasteet ovatkin suuria. Länsimaista ajattelua tunteva teologi näkee nykyfysiikassa postmodernia relativismia haastavan myönteisen ajatustavan. Ilman tätä luonnollisesti ei monitieteinen kosmologiakollockio olisi koskaan saanut edes ideatasolla mahdollisuutta.




### Nykyfysiikan yhtenäistämispyrkimykset




Samaan aikaan kun postmoderni filosofia ja teologia ovat turvanneet omaa autonomista siivunsa todellisuuden ymmärtämisessä, kosmologia on viimeisen 30 vuoden aikana muuttunut täsmälliseksi fysikaaliseksi tieteeksi. Myös alan kirjallisuus on huimaa vauhtia kasvussa. Nobel-palkitun fyysikon Steven Weinbergin äskettäin suomennettu kirja *Unelmia viimeisestä teoriasta* on vauhdittanut keskustelua niin USA:ssa kuin Suomessakin. On helppo torjua fyysikkojen kaiken teorian unelmiksi, joita ei koskaan tulla saavuttamaan. Tähänkin on tiettyjä perusteita. Niinpä nobelin vuonna 1979 saanut






Weinberg, joka pystyi yhdistämään kaksi luonnonvoimaa: sähkömagneettisen ja heikon vuorovaikutuksen, valittaa samassa kirjassaan, että hiukkasfysiikka on polkenut paikallaan jo kaksi vuosikymmentä eikä suuria edistysaskelia ole vielä nähtävissä. Tunnetuin kaiken teorian kehittäjä amerikkalainen Witten onkin siirtänyt ennustetta ns. M-teorian valmistumisesta vuoteen 2050. M-teoriassa käytetty salaperäinen kirjain M ei siis tarkoittanutkaan Millenniumia eli vuosituhannen vaihtumista, vaan jotakin muuta. Vaikka sähkömagneettisen ja heikon vuorovaikutuksen yhdistävää fysiikan teoriaa on pidetty merkittävänä edistysaskeleena pyrkimyksessä kohti kaikkien neljän luonnonvoiman yhdistämistä, nykyfysiikkaa yhdistävän teorian valmistumista saadaan siis odottaa.




Nykyfysiikkaa voidaan edelleen luonnehtia kahden teorian, kvanttifysiikan ja yleisen suhteellisuusteorian väliseksi teoreettiseksi kiistaksi. Vastakkain olivat ja ovat yhä tanskalainen Niels Bohr ja saksalais-veitsiläinen Albert Einstein. Toistaiseksi ei ole voitu kehittää teoriaa, joka yhdistäisi kvanttifysiikan ja Einsteinin suhteellisuusteorian. Kvanttifysiikka, joka aiheutti vuosisadan alkupuolella suoranaista kriisiä fysiikan tutkimuksessa, muistuttaa edelleen fysiikan sisäisistä ongelmista. Fysiikka ei ole vielä saavuttanut yhtenäisyyttä.


### Kvanttimekaniikan itsepintainen muistutus mittauksen ongelmasta



Kvanttimekaniikan mittausongelma pysyy sitkeästi sellaisen fyysikon tutkimuksessa, joka taipuu instrumentalismiin eikä lähde helposti spekulointiin avulla poistamaan mittauksen ongelmia (ks. Tarja Kallio-Tamminen: *Tieteessä tapahtuu* 5/2000). Tällainen fyysikko näkee bohmilaisen ontologisen teorian tai davisilaisen monenmaailmanteorian vain kvanttifysiikan mittausongelman "kattilanpaikkaustryksenä", joka spekulointien tasolla pyrkii saamaan kvanttimekaniikan indeterministisen luonteen ja "tilastollisen kausaliteetin" takaisin klassisen mekaniikan kausalistiseen ja deterministiseen ruutuun. Instrumentalistin sitkeä väite on, että mittausilanteessa kvanttifysiikan objektit eivät saa klassisen fysiikan objektin tavoin tarkkoja arvoja, vaan itse mittauslaite "häiritsee" tuloksia: se vaikuttaa esimerkiksi alkeishiukkasen sellaisten ominaisuuksien kuten nopeuden ja paikan arvoihin.




Kvanttimekaniikkaan sisältyvä mittausongelma herättikin siihen sisältyvän tietoteoreettisen ongelman jo itse teorian kehittäjien piirissä. Se laajentui myös itse todellisuuden luonnetta koskevaksi ongelmaksi, kun kööpenhaminalaiset kvanttifysikot uumoilivat kvanttimekaniikan tuovan syvällisiä muutoksia itse länsimaiseen todellisuuskäsitykseen. Erityisesti se on haastanut kaikkia kosmologisia yrityksiä väitteellään, että kausaliteetti on luonteeltaan "tilastollista" eikä newtonilainen mekanistis-deterministinen maailmankuva ole enää voimassa. Ns. kööpenhaminalainen kvanttilänsä on voitu helposti torjua sillä perusteella, ettei sitä kehitäneillä fyysikoilla ole ollut tarvittavaa filosofista käsitteistöä. Sitä on pidetty pragmatistisena, positivistisena tai idealistisena. Filosofit eivät ole aina ymmärtäneet kvanttifysiikan haastetta eivätkä ole voineet eksplikoida sitä omalla filosofisella apparaatilla. Klassiseen fysiikkaan sitoutuneet fyysikot ovat taas voineet torjua kvanttimekaniikan kööpenhaminalaisen tulkinnan helposti sillä perusteella, että fysiikassa on saavutettu uusia tutkimustuloksia. Väitetty klassisen fysiikan ja kvanttimekaniikan ristiriita ei enää olisikaan sovitattomien. Fysiikan sisäinen kriisi olisi voitettavissa ja fysiikan yhtenäisteoria mahdollinen.

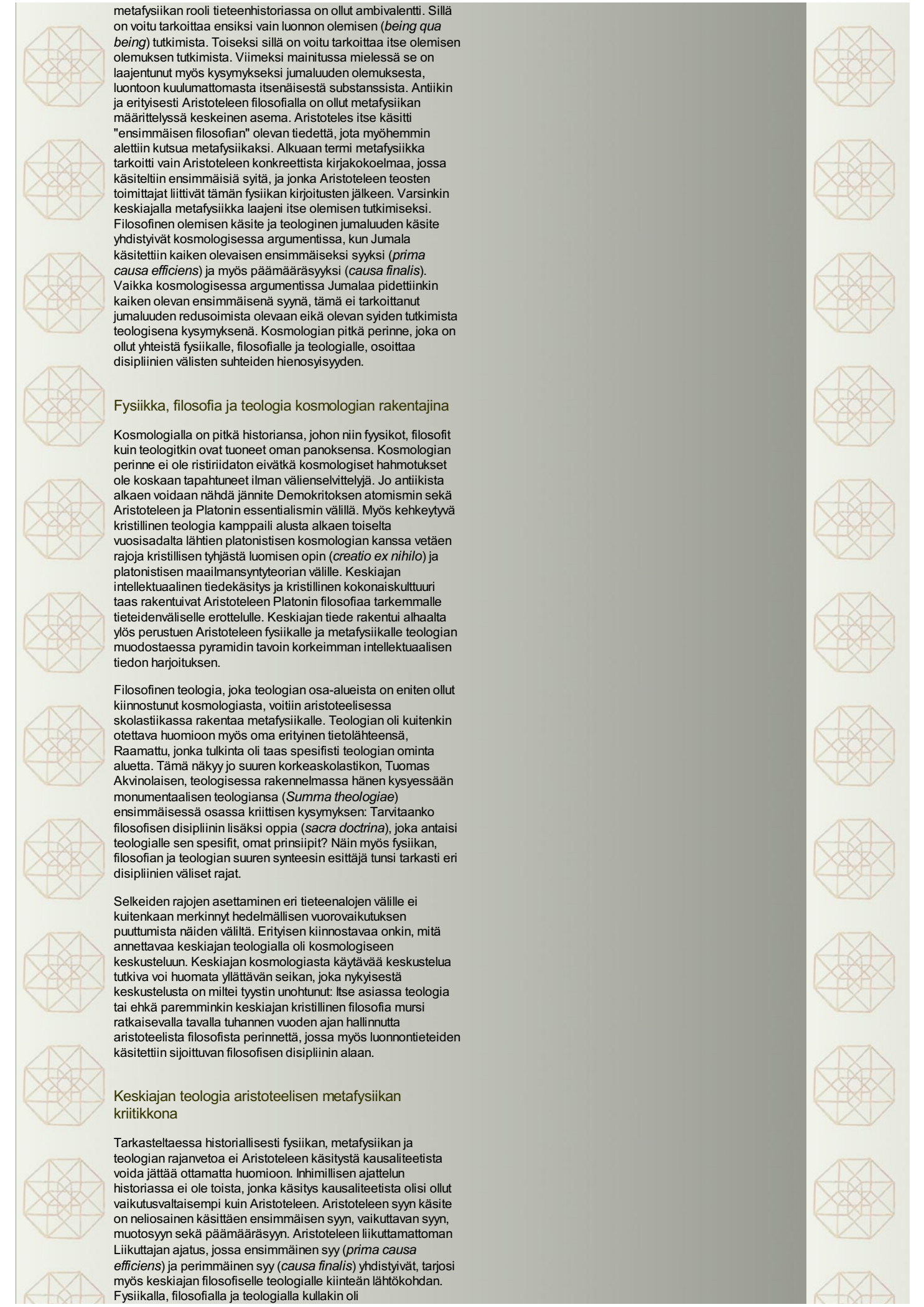


Jos fyysikoiden unelma fysiikan yhtenäistämistä joskus toteutuu, ovatko filosofia ja teologia menettäneet tyystin merkityksensä todellisuuden perimmäisten kysymysten selvittämisessä ja ymmärtämisessä vai tarvitaanko niitä silloin vasta todella? Tämä kysymys palautuu luonnollisesti edelleen kysymykseksi fysiikan ja filosofian suhteista. Onko nykyfysiikka ottanut todellisuuden ymmärtämisessä myös filosofian paikan, kuten jotkut kaiken teorian edustajat ovat julkisuudessaan väittäneet, vai pitääkö aikaisempaa tarkemmin määritellä fysiikan ja filosofian pätevyysrajat? Kysymys metafysiikasta ja sen roolista nousee esille aivan uudella tavalla.

### Metafysiikan roolin ongelmallisuus



Fysiikan ja filosofian vaikeudet ottaa metafysiset kysymykset vakavasti nykytilanteessa johtuvat osaltaan siitä, että



metafysiikan rooli tieteenhistoriassa on ollut ambivalentti. Sillä on voitu tarkoittaa ensiksi vain luonnon olemisen (*being qua being*) tutkimista. Toiseksi sillä on voitu tarkoittaa itse olemisen olemuksen tutkimista. Viimeksi mainitussa mielessä se on laajentunut myös kysymykseksi jumaluuden olemuksesta, luontoon kuulumattomasta itsenäisestä substanssista. Antiikin ja erityisesti Aristoteleen filosofialla on ollut metafysiikan määrittelyssä keskeinen asema. Aristoteles itse käsitti "ensimmäisen filosofian" olevan tiedettä, jota myöhemmin alettiin kutsua metafysiikaksi. Alkuaan termi metafysiikka tarkoitti vain Aristoteleen konkreettista kirjakoelmaa, jossa käsiteltiin ensimmäisiä syitä, ja jonka Aristoteleen teosten toimittajat liittivät tämän fysiikan kirjoitusten jälkeen. Varsinkin keskiajalla metafysiikka laajeni itse olemisen tutkimiseksi. Filosofinen olemisen käsite ja teologinen jumaluuden käsite yhdistyivät kosmologisessa argumentissa, kun Jumala käsitettiin kaiken olevaisen ensimmäiseksi syyksi (*prima causa efficiens*) ja myös päämääräsyiksi (*causa finalis*). Vaikka kosmologisessa argumentissa Jumalaa pidettiin kaiken olevan ensimmäisenä syynä, tämä ei tarkoittanut jumaluuden redusoimista olevaan eikä olevan syiden tutkimista teologisena kysymyksenä. Kosmologian pitkä perinne, joka on ollut yhteistä fysiikalle, filosofialle ja teologialle, osoittaa disiplinaaristen välisten suhteiden hienosyisyyden.

### Fysiikka, filosofia ja teologia kosmologian rakentajina

Kosmologiassa on pitkä historiansa, johon niin fyysikot, filosofit kuin teologitkin ovat tuoneet oman panoksensa. Kosmologian perinne ei ole ristiriidaton eivätkä kosmologiset hahmotukset ole koskaan tapahtuneet ilman välienselvittelyä. Jo antiikista alkaen voidaan nähdä jännite Demokritoksen atomismin sekä Aristoteleen ja Platonin essentialismin välillä. Myös kehkeytyvä kristillinen teologia kamppaili alusta alkaen toiselta vuosisadalta lähtien platonistisen kosmologian kanssa vetäen rajoja kristillisen tyhjistä luomisen opin (*creatio ex nihilo*) ja platonistisen maailmansyntyteorian välille. Keskiajan intellektuaalinen tiedekäsitys ja kristillinen kokonaiskulttuuri taas rakentuivat Aristoteleen Platonin filosofiaa tarkemmalle tieteidenväliselle erottelulle. Keskiajan tiede rakentui alhaalta ylös perustuen Aristoteleen fysiikalle ja metafysiikalle teologian muodostaessa pyramidin tavoin korkeimman intellektuaalisen tiedon harjoituksen.

Filosofinen teologia, joka teologian osa-alueista on eniten ollut kiinnostunut kosmologiasta, voitiin aristoteelisessa skolastiikassa rakentaa metafysiikalle. Teologian oli kuitenkin otettava huomioon myös oma erityinen tietolähteensä, Raamattu, jonka tulkinta oli taas spesifisti teologian ominta aluetta. Tämä näkyy jo suuren korkeaskolastikon, Tuomas Akvinalaisen, teologisessa rakennelmassa hänen kysyessään monumentaalisen teologiansa (*Summa theologiae*) ensimmäisessä osassa kriittisen kysymyksen: Tarvitaanko filosofisen disiplinaarisen lisäksi oppia (*sacra doctrina*), joka antaisi teologialle sen spesifit, omat periaatteet? Näin myös fysiikan, filosofian ja teologian suuren synteessin esittäjä tunsikin tarkasti eri disiplinaaristen väliset rajat.

Selkeiden rajojen asettaminen eri tieteenalojen välille ei kuitenkaan merkinnyt hedelmällisen vuorovaikutuksen puuttumista näiden väliltä. Erityisen kiinnostavaa onkin, mitä annettavaa keskiajan teologialla oli kosmologiseen keskusteluun. Keskiajan kosmologiasta käytävää keskustelua tutkiva voi huomata yllättävän seikan, joka nykyisestä keskustelusta on miltei tyystin unohtunut: Itse asiassa teologia tai ehkä paremminkin keskiajan kristillinen filosofia mursi ratkaisevalla tavalla tuhannen vuoden ajan hallinnutta aristoteelista filosofista perinnettä, jossa myös luonnontieteiden käsitettiin sijoittuvan filosofisen disiplinaarisen alaan.

### Keskiajan teologia aristoteelisen metafysiikan kriittikkona

Tarkasteltaessa historiallisesti fysiikan, metafysiikan ja teologian rajanvetoa ei Aristoteleen käsitystä kausaliteetista voida jättää ottamatta huomioon. Inhimillisen ajattelun historiassa ei ole toista, jonka käsitys kausaliteetista olisi ollut vaikutusvaltaisempi kuin Aristoteleen. Aristoteleen syyn käsite on neliosainen käsittäen ensimmäisen syyn, vaikuttavan syyn, muotosyyn sekä päämääräsyyn. Aristoteleen liikuttamattoman Liikuttajan ajatus, jossa ensimmäinen syy (*prima causa efficiens*) ja perimmäinen syy (*causa finalis*) yhdistyivät, tarjosi myös keskiajan filosofiselle teologialle kiinteän lähtökohdan. Fysiikalla, filosofialla ja teologialla kullakin oli



maailmankaikkeuden selittämisessä ja ymmärtämisessä oma tärkeä osansa. Aristoteelinen intellektuaalinen ajattelutapa oli kuitenkin altis jo keskiajalla kritiikille eikä korkeaskolastiikan huomattavin teologi, Tuomas Akvinolainen, omaksunut sitä sellaisenaan omaan teologiseen kosmologiaansa.

Tuomas Akvinolainen hyväksyi aristoteelisen kosmologian peruskäsitteet, mutta dynaamisti niitä samalla olemisen käsitteellä. Niinpä Tuomaan filosofisessa teologiassa olemisen (esse) ei tullut vielä ymmärrettäväksi pelkillä aristoteelisilla kausaalikäsitteillä. Filosofisen teologian kosmologisessa argumentissa kyllä päti aristoteelinen ensimmäisen syyn käsite: filosofinen teologi voi sen mukaisesti olettaa, että Jumala on *prima causa efficiens*. Samoin teologi voi sovittaa Aristoteleen luonnollisiin olioihin tarkoittaman päämääräsynn teologiaansa: Jumala on *causa finalis* ylluonnollisessa merkityksessä. Sen sijaan teologiaan ei sovi sellaisenaan Aristoteleen käsitys formaalisesta syystä: Jumala ei ole kaiken olevaisen *prima causa forma* eikä hän myöskään luo suoranaisesti olevien olioiden muotoa eli formaa, koska Jumala on suhteellinen itsenäisyys olemiseen nähden. Jumala itse olemisena on *actus purus*, puhdas olemisen akti. Olevaa koskevassa essentiaalisessa tarkastelussa Jumala on tomistisen käsityksen mukaan *ei-mikään*. Kosmologiassa kuitenkin voitiin esittää väite, että Jumala on koko kosmoksen ensimmäinen syy (*prima causa efficiens*). Aristoteelinen kosmologia ja Tuomaan teologiassaan modifioima kosmologia erosivat siten toisistaan. Aristoteelinen kosmologia ei ollut teologista kosmologiaa, eikä Tuomaan teologiassaan hyödyntämä kosmologia ollut puhtaasti aristoteelista.

Oleennaista kuitenkin kosmologian kehittymiselle sydänkeskiajalla olivat Tuomaan hyväksymät kaksi kausaliteetin käsitettä: *prima causa efficiens* ja *prima causa forma*. Kahden kausaliteetin käsite auttoi Tuomasta erottamaan toisistaan luonnollisen ja ylluonnollisen syyn, kuten *Reijo Työrinoja* toi kollokviassa esille. Tuomaan mukaan luonnollisilla oliolla, kuten hevosella, ihmisellä, kivellä jne tuntemillamme arkiolioilla on oma luonnollinen, lajiolemuksellinen syynsä. Ihminen tavoittelee intellektuaalisia asioita ja käyttäytyy rationaalisesti, koska hän on intellektuaalinen ja rationaalinen olento. Hänen harrastuksensa suuntautuu ikään kuin luonnostaan korkeimpiin päämääriin, joihin kuuluu myös koko kosmoksen päämäärän ymmärtäminen. Se, että olevalla on itsessään muutosy, joka tekee ymmärrettäväksi, miksi kukin oliolaji toimii niin kuin toimii, on ollut fysiikkaa, filosofiaa ja teologiaa pysyvimmin yhdistävä seikka. Muodollisen syyn tietty itsenäisyys olevassa mahdollisti luonnon intellektuaalis-empiirisen tarkastelutavan ilman ensimmäistä kosmologista syytä. Teologinen kehitys, joka tuli kuitenkin vaikuttamaan enemmän fysiikan ja teologian suhteisiin, alkoi aristotelismia kritisoivasta islamilaisesta filosofiasta ja teologiasta.

Aristoteleen kirjoitusten arabialaisessa tulkinnassa aristoteelisen järjestelmän kaikenkattavuus näyttäytyi deterministisenä, kun sitä tarkasteltiin ihmisen tahdonvapauden ja Jumalan kaikkivaltiuuden näkökulmista. Varhaiskeskiajan islamilaisessa keskustelussa nousi tässä yhteydessä esiin kaksi kauaskantoista ajatusta. Toisen mukaan Jumalan vaikutus maailmassa on käsitettävä kategorisesti erilaiseksi kuin luonnolliset syyt. Tällöin Aristoteleen kartoittamat luonnonlait pätsivät vain maailman sisällä. Toisen ajatuskulun taustalla oli niin sanottu okkasionalistinen maailmannäkemyks. Tämän pohjimmiltaan atomistisen käsityksen mukaan Jumala luo koko maailman joka hetki uudelleen ainoana kausaaliagenttina. Maailman kulloinkin saamaa muotoa rajaa vain ristiriidan laki.

**Nominalis-okkasionalistinen syyn käsite uuden ajan tieteen mahdollistajana**

Myöhäiskeskiajalla realistien ja nominalistien filosofisessa kiistassa käsiteltiin niin kysymystä reaali maailman tavoitettavuudesta kuin kausaliteetistakin. Aristoteelista näkemystä kritisoineet nominalistit tekivät ensimmäisenä systemaattisia erotteluja fysiikan, filosofian ja teologian välillä. Koska Jumala loi maailman vapaan tahtonsa nojalla, Hänellä täytyi olla valittavanaan vaihtoehtoja, jotka eivät avaudu tätä maailmaa hallitsevista lainalaisuuksista käsin. Ajatus murtaa käsityksen yhdestä rationaalisesti käsitettävästä todellisuudesta. Mikäli luonnonlait eroavat loogisista mahdollisuuksista, voidaan edelleen ajatella, etteivät olioiden ominaisuudet tyhjenny niiden olemuspohjaisiin (aristoteelisiin) määritelmiin. Nominalistien mukaan viime kädessä onkin

olemassa vain yksilöolioita, joille annamme nimiä. Yleisnimiä, kuten lajien ominaisuuksia ja "luonnonlakeja" annamme niiden säännönmukaisuuksien perusteella, joilla näemme yksilöiden käyttäytyvän. Nominalistien asenne ennakoiti näin uuden ajan tiedettä, jolle on ollut luonteenomaista juuri kokeellinen, empiirinen tutkimus eikä asioiden apriorinen määrittely.

Myös okkasionalismia koskeva keskustelu jatkui, nyt nominalistisen tulkinnan puitteissa. Okkasionalismiin sisältyvällä käsityksellä, että maailman kaikella tapahtumalla on vain yksi välittömästi vaikuttava syy (causa immediata), ennakoiti uuden ajan luonnontieteen kausaliteettikäsitystä. Kuten Työrienoja toi esille, William Okkamilaisen mukaan kausaliteetin olemassaolo ei voida tieteellisesti demonstroida. Meillä ei ole intuitiivista tietoa kausaali-relaatiosta eikä muistakaan relaatioista. Myöhäiskeskiajan nominalistien filosofi-teologioiden voidaan siten eräässä mielessä katsoa luoneen ne käsitteelliset edellykset, jotka mahdollistivat luonnontieteen vapautumisen aristoteelisesta metafysiikasta. Hehän itse asiassa - vaikkakin vain käsitteellisellä ja loogisella tasolla - purkivat sen sillan, joka oli yhdistänyt fysiikan ja metafysiikan yhdeksi argumentatiiviseksi ja syllogistiseksi tieteeksi.

Okkasionalistis-teologisen ajattelutavan, joka hyväksyi vain välittömän synn käsitteen (causa immediata), rinnalla on varmaan ollut muitakin tekijöitä, jotka mahdollistivat modernin fysiikan itsenäistymisen ja maailman käsittämisen mekaniikkana. Toisaalta juuri reformaation teologit, jotka nojautuivat periaatteessa yhden vaikuttavan synn käsitteeseen, tukivat uutta luonnontiedettä. Kopernikuksen teoria taivaan mekaniikasta herätti suurta kiinnostusta reformaation pääkeskuksessa pienessä Wittenbergin kaupungissa Saksassa. Astronomi ja teologi Andreas Osiander kirjoittikin varovaisen, mutta kuitenkin positiivisen esipuheen Kopernikuksen kirjaan. Luterilaiset teologit olivat myöhemmin, 1600-luvulla, monipuolisesti oppineita ja harrastivat luonnontieteitä ja luonnonfilosofiaa teologian ohella.

#### Newton fysiikan ja metafysiikan suhteen uutena haastajana

Vaikka myöhäiskeskiajan nominalismia voidaankin pitää kaukaisena yhden yhteisen rationaliteetin murtajana fysiikan, filosofian ja teologian välillä, filosofia ja teologia kohtasivat uusia haasteita Newtonin mekaniikan myötä. Uuden ajan alun tieteessä luonnonilmiöiden selittämisessä tapahtui ratkaiseva muutos. Fysiikassa ilmiöt pyrittiin selittämään viittaamalla vain niiden fysikaalisiin syihin. Fysikaalisesta todellisuudesta uhkasta tulla suljettu, koska jokaiselle fysikaaliselle ilmiölle oli löydettävä syy ja tuon synn piti olla jokin aikaisempi fysikaalinen ilmiö. Jos "voima on ainoa fysikaalisten tapahtumien syy" (kuten Raimo Lehti on kirjoittanut), miten okkasionalistien lanseeraama yksi vaikuttava syy (causa immediata) oli sovitettavissa fysikaalisiin tapahtumiin? Joka tapauksessa luonnon tutkiminen oli saanut uuden ajan alun kehityksen jälkeen itsenäisen ja käsitteellisesti myös teologiasta eroavan tutkimusalan. Tärkeitä tässä kehityksessä olivat Newton ja Descartes. Newton esitti, että oli mahdollista tutkia luontoa luonnonlakien kokoelmana, joka perustui matemaattisesti muotoilluille funktionaalisille riippuvuuksille.

Descartes ja erityisesti Spinoza geometrisen metodin taitajana antoivat newtonilaiselle fysiikalle sen filosofisen perustelun. Newtonin fysiikka haastoi kuitenkin filosofian ja teologian uudella tapaa. Tuohon aikaan syntynyt luonnollisen teologian ohjelma on tästä esimerkkinä. Luonnollinen teologia modernissa mielessä ei ehkä olisi ollut mahdollinen, ennen kuin luonnontieteet olivat saaneet itsenäisyytensä. Valistuksen luonnollisen teologian ohjelma oli yritys vastata kysymykseen, onko luontoa kuvaavasta uudesta matemaattisesta lainalaisuudesta löydettävissä sellaisia piirteitä, jotka tekevät mahdolliseksi sanoa jotakin samalla itse äärettömästä?

Matemaattisen fysiikan ja metafysiikan uuden suhteen ymmärtämiseksi on tärkeä esittää kysymys: Esittävätkö fysiikka ja metafysiikka samaa kohdetta, luonnon olemista, koskevia väitteitä? Jos näin on, ne voidaan nähdä kilpailevassa suhteessa toisiinsa nähden. Ammattitaitoinen filosofi sen sijaan ymmärtää, ettei filosofia pyri laajentamaan fysiikan puhdasta empiiristä tietoa. Vaikka Descartes ja Spinoza olivatkin sitä mieltä, että fysiikka puhtaana empiirisenä tietona tulee hyvin toimeen ilman metafysiikkaa, empiirisen tiedon kokoamisen kokonaisuudeksi eli tieteeksi (scientia naturae) mahdollistaa ja vanhurskauttaa vasta metafysiikka, joka luo kaikelle tieteelle sen filosofisen perustan.

Descartesin ja Spinozan esittämät kysymykset fysiikan ja filosofian suhteesta eivät ole tänäkään päivänä vanhentuneita. Niinpä fyysikko-filosofi Rainer Zimmermann piti Spinozan filosofiaa edelleen ajankohtaisena, kun kysytään kvanttigravitaatioteorialle perustuvan kaiken teorian suhdetta filosofiaan. Hänen mukaansa 1900-luvun tieteessä ei tosin enää ollut tavallista ajatella 1700- ja 1800-luvun tavoin, että filosofia perustaa fysiikan. Sen sijaan filosofia eksplikoii fysiikan tutkimustuloksia ja tuo ne laajemmin kulttuurin piirissä tapahtuvaan keskusteluun. Filosofialla on edelleen heuristinen ja kriittinen rooli fysiikan tutkimuksessa. Sillä on myös tärkeä rooli esimerkiksi keskusteltaessa tieteen etiikasta.

### Kaiken teoria ja kosmologian peruskäsitteet

Tämän vuosisadan alkupuolen fysiikan kehitys ja erityisesti kvanttiteorian kehittäminen on nostanut kysymykset kausaliteetista ja determinismistä sekä todellisuuden rationaalisesta tunnettavuudesta uudella tavalla esille. *Tarja Kallio-Tamminen* väitti esitelmässään (ks. *Tieteessä tapahtuu* 5/2000), että kvanttiteoria on luonteeltaan indeterministinen. Kvantti maailman tapahtumat eivät ole varmuudella ennustettavissa eikä klassisen fysiikan kausaliteetin käsite ole enää voimassa.


Hiukkasfysiikan piirissä on kehitelty ns. Kaiken Teoriaa, joka perustuisi kvanttikentäteorialle. Jos näissä yrityksissä edetään siten, että myös yleinen suhteellisteoria ja heikko sekä vahva vuorovaikutus pystytään yhdistämään, on löydetty teoria, joka saattaa muuttaa ratkaisevasti käsitystä kausaliteetista. Jos supersäieteoriat, joita pidetään parhaimpina kandidaateina fyysikkojen kaiken teorioiksi, voidaan osoittaa tosiksi, joudummeko todellisuuden kaikkein syvimmällä tasolla hylkäämään käsityksemme ajasta ja kausaliteetista tai kuten Kari Enqvist totesi tässä toukokuun kollokviossa: "Kaikkein perustavimmalla tasolla ei ehkä ole aikaa eikä ajan järjestystä, eikä myöskään siellä olisi kausaliteettia siinä mielessä, kuin olemme tottuneet sen määrittelemään."

On huomattava, että suhteellisuusteoriasta vallitsee erilainen sovellutus fysiikan ja tähtitieteen piirissä. Kun fyysikko kiinnittää huomionsa suhteellisuusteoriaan ja erityisesti sen matemaattiseen formuloitavuuteen, tähtitieteilijä tarkastelee sen avulla konkreettista kosmosta. Kari Enqvistin mukaan "Kaiken Teoria, jossa kaikki neljä luonnonvoimaa olisivat yhdistettävissä, olisi mahdollisesti matemaattisesti selitettävissä, mutta voisimmeko ymmärtää sitä lainkaan." Kaiken Teoria, joka tarvitsee hyvin moniulotteisia avaruuksia, olisi siten parhaimmillaan kaunis matemaattinen konstruktio, jonka eri versioiden todentaminen mittauksilla tulisi olemaan ilmeisen vaikea tehtävä. Teoria ei sisällä kausaliteetin eikä determinismin käsityksiä sellaisena kuin olemme ne tottuneet ajattelemaan. Ennusteet voitaisiin osoittaa vain jollakin kalkuloituvalla todennäköisyydellä. Raimo Lehti esittääkin fysiikan ja tähtitieteen eron seuraavasti: "Fyysikko tarkastelee avaruutta yleisen suhteellisuusteorian perspektiivistä, kun taas tähtitieteilijä ainutkertaisen kosmoksen näkökulmasta." Ehkäpä fysiikan ja tähtitieteen erilainen näkökulma pitäisi ottaa vielä kosmologiassa erityisen huomion kohteeksi.


### Johtopäätöksiä

Vastattaessa kysymykseen, mitä johtopäätöksiä kollokviossa käydystä keskustelusta voidaan tehdä fysiikan, filosofian ja teologian nykyisiin suhteisiin, tulokset saattavat näyttää laihoilta. Kollokviossa voitiin ehkä eniten argumentoida sen puolesta, että perinteiset kosmologiset käsitteet, joita juuri kausaliteetti ja determinismi ovat, ovat kvanttifysiikan myötä tulleet uuden huomion kohteeksi. Ne saattavat olla myös suuren käsitteellisen murroksen edessä. Kvanttifysiikan ja myös kvanttikentäteorioille perustuvien fysiikan yhtenäisteorioiden katsotaan muuttavan radikaalisti klassista kausaliteetin käsitettä. Jos klassinen kausaliteetin käsite edellyttää molemminpuolisuutta, kvanttifysiikan kausaliteetin käsite kvanttilogiikkaa tutkivan Jaakko Hintikan mukaan murtaa tämän. Muutos voidaan kuitenkin osoittaa vasta logiikan tasolla. Erityinen huomio on kiinnitettävä uuteen kvanttilogiikkaan, jota on paremman puutteessa kutsuttu "independence-friendly logic" nimellä. Uusi logiikka osoittaa Hintikan mukaan, että kvanttifysiikassa havaittavat ei-kommutoitavat variaabelit ovat molemminpuolisesti toisistaan riippuvaisia. Vastaus kysymykseen, voidaanko uuden logiikan yhteys tieteelliseen selittämiseen aristoteeliseen tapaan esittää, on ehkä jätettävä vielä avoimeksi.







Kollokviossa käytiin myös perustavaa keskustelua fysiikan ja filosofian suhteen tarkemmasta määrittelystä. Olennaista on tällöin vastata kysymykseen, perustaako filosofia fysiikan tieteenä, kuten vielä Immanuel Kantin filosofiassa 1800-luvulla oli asianlaita. Kant määritteli ns. transsendentaalisessa tieteenihanteessaan empiirisen tieteen (fysiikan) ja estetiikan sekä praktisten tieteiden; moraalifilosofian ja teologian aprioriset edellytykset.



Jotkut filosofit olivat taipuvaisia ajattelemaan, että filosofialla on edelleen tämä perinteinen "ensimmäisen filosofian" rooli. Fyysikoista vain hollantilainen Juleon M. Schins yritti luoda eri tieteenaloille yhteistä aksiomaattis-filosofista perustaa. Hänen käsityksensä mukaan kvanttifysiikan aaltofunktion universalistinen tulkinta mahdollistaa sen, että yhteistä perustaa eri tieteenaloille etsitään aristoteeliseen tapaan hylemorfismista. Muiden fyysikoiden yleisenä kantana voidaan pitää käsitystä, että fysiikka edeltää filosofiaa. Filosofia ei jää ilman roolia tässäkin järjestyksessä, vaan sen mukaan filosofialla on fysiikkaa jälkikäteen refleктоiva rooli. Unkarilais-amerikkalainen tieteenfilosofi Stanley L. Jaki kritisoi ehkä kaikkein eniten nykyfysiikkaan sisällytettyä piilofilosofiaa. Kriitikoista sai osansa niin kööpenhaminalainen kvanttifilosofia kuin myös fysiikan uudet kosmologiset yrityksetkin. Hän toistikin tunnetun kantansa, että fysiikka on puhtaasti kvantitatiivinen tiede, jonka tulokset ovat mitattavia. Fysiikkaa ja filosofiaa ei saa sekoittaa toisiinsa. Filosofia voi Jakin mukaan vain seurata fysiikkaa. Päinvastainen järjestys ei ole mahdollinen, jos halutaan pitää kiinni fysiikan tieteellisyydestä. Kosmologiassa myös teologin on jäätävä filosofian tasolle.



Vastaus kysymykseen, vanhurskauttaako filosofia fysiikan tieteenä vai refleктоiko se tätä jälkikäteen, on myös nykyteologian orientoitumisessa olennainen. Teologian historiassa tunnetaan molemmat lähestymistavat. Keskiajan aristoteelista filosofiaa hyödyntävä teologia piti tarkasti kiinni eri tieteenalojen omista tutkimuskohteista ja premisseistä. Aristoteelisen tieteenihanteen mukaisesti myös teologian oli määriteltävä oma kohteensa, joka ei ollut redusoitavissa fysiikan eikä edes metafysiikan kohteeksi. Myös 1600-luvun luterilainen, uusaristoteeliseen filosofiaan perustuva teologia hyväksyi periaatteessa tämän ajattelutavan. Valistuksen jälkeisessä, uskantilaisesta filosofiasta vaikutteita saaneessa teologiassa on tultu entistä riippuvaisemmaksi filosofiasta. Nykyisessä keskustelutilanteessa myös teologin on otettava uudella tavalla kantaa näihin kysymyksiin. Fysiikan herättämä kosmologinen kysymys palvelee siten myös teologiaa - ainakin välillisellä tavalla. Ehkäpä kollokvion kaikkein suurin ja merkittävin anti oli lopulta se, että se pakotti kaikkia osapuolia uudella tavalla tarkastelemaan myös omaa tieteenalaansa; sen rajoja, sen luonnetta ja sen uusia mahdollisuuksia. Ilman syvempää länsimaisen tieteenhistorian perinteen tuntemusta tämä ei ole mahdollista.



*Kirjoittaja on uusimman ajan teologian professori Systemaattisen teologian laitoksella Helsingin yliopistossa.*