

# Tiede Arvona

Antti Kupiainen

Suomen Tiedeseura järjesti 12.5. Helsingin Säätytalolla keskustelutilaisuuden "Eri tieteenalojen arvoperusteet – Värdegrunderna i olika vetenskaper". Tieteessä tapahtuu -lehti julkaisee muutamien (Antti Kupiainen, Thomas Wallgren, Stig-Olof Londen, Matts Roos ja Yrjö Haila) tilaisuudessa pidettyjen puheenvuorojen pohjalta laaditut kirjoitukset keskustelun edelleen jatkamiseksi.

Kuten kaikki hyvin tiedämme, erilaisilla pseudotieteillä menee nykyään hyvin: homeopatia, astrologia ja ufologia ovat levinneet myös Suomeen ja kreationismikin näyttää vihdoin tekevän tuloaan. Muualla maailmassa erilaiset uskonnolliset fundamentalismit ovat pitkään olleet nousussa.

Vaihtoehdot tieteet ja fundamentalismi edustavat erilaisia haasteita normaalitieteen edustamalle maailmankuvalle. Fundamentalismia karakterisoi usko totuuteen, jonka fundamentalisti on löytänyt jumalaisen tai muun ilmoituksen kautta kun taas pseudotieteissä usein puhutaan vaihtoehtoisista totuuksista tai kiistetään totuuden olemassalo kokonaan. Tämä jälkimmäinen asenne on viimeisten parin vuosikymmenen aikana levinnyt myös akateemisiin piireihin, missä se kulkee postmodernismin tai relativismin nimellä.

Moni varmaan epäilee, voidaanko niin erilaisia ilmiöitä kuin yllämainitut niputtaa yhteen: voimmeko puhua sofistikoituneista dekonstruktivistista ja kiihkeästä kreationistista lainkaan samassa yhteydessä? Ja vaikka voisimmekin, niin onko kyseessä vain harmiton ilmiö vai edustavatko nämä antitieteet (tämä on G. Holtonin käyttämä termi teoksessa *Science and Anti-Science*, 1994, joka on toiminut tämän artikkelin innoittajana) uhkaa tieteelle, tai yleisemmin kulttuurillemme? Haluaisin väittää, että molempien kysymyksiä kohdalla löytyy perusteita myöntävään vastaukseen.

## Miksi älykkäät ihmiset päätyvät absurdeihin johtopäätöksiin?

Aloitakaamme antitieteen sofistikoituneista muodoista, joita esiintyy tieteenfilosofian ja sosiologian sekä yleisen kulttuurikritiikin piirissä. Ne pyrkivät asettamaan perinteisen tieteen kyseenalaiseksi kaikilla tasoilla: kiistämään sen väitteet niin ontologisella kuin epistemologisellakin tasolla samoin kuin sen kumulatiivisuuden ja edistyskäsityksen. Niinpä nykyään kuuluu sanoa, että tiede on yksi tarina muiden joukossa, sosiaalinen myytti, tai että luonnonlait ovat sosiaalisia konstruktioita ja tieteelliset teoriat tiedemiesten valtakamppailujen tulosta. On syntynyt kokonainen uusi tieteenala, tieteen tutkimus, jossa tällaiset näkemykset ovat olleet vallitsevia. Moni tieteen tekijä on varmasti yllätynyt kuullessaan, että "luonnolla on pieni tai olematon rooli tieteellisen tiedon synnyssä", kuten tieteen sosiologi Harry Collins toteaa (*Social Studies of Science*, 11, 1981, s. 3), tai että "todellisuus on faktojen sosiaalisen konstruktion seuraus eikä syy", kuten yksi tieteen tutkimuksen guruja, ranskalainen sosiologi Bruno Latour, väittää (B. Latour, S. Woolgar, *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, 1979, s. 237).

Miksi älykkäät ihmiset päätyvät näin absurdeille kuulostaviin johtopäätöksiin? Jokaisella varmasti on kokemuksia siitä, kuinka uudet tieteelliset väittämät tai teoriat saattavat tulla aluksi hyväksytyiksi ilman kovin painavia syitä, kenties siksi, että alan gurut antavat niille hyväksyntänsä, tai että ne vain resonoivat yleisten odotusten tai toiveiden kanssa. Thomas Kuhn korosti tämän irratiionaalisen prosessin tärkeyttä uusien paradigmojen syntyprosessissa ja sosiaalisia konstruktivisteja kiinnostaa juuri tämä aspekti tieteen käytännössä. Metodologisena ohjenuorana heillä on jälkiviisauden kieltäminen: uuden tiedon syntyprosessia tutkiessamme meidän tulee välttää ennakoasenteita, jotka syntyvät siitä, että myöhemmin on käynyt selväksi kuka oli oikeassa. Tämä on varmasti puolustettavissa oleva asenne, mutta se johtaa helposti seuraavaan askeleeseen, jossa sekoitetaan ja samaistetaan tieteellinen tieto ja tieteen käytäntö. Jälkimmäinen on mutkikas sosiaalinen prosessi, edellinen vahvasti todellisuuden sanelemaa. Hyvä esimerkki on Andrew Pickeringin nykyaikaisen alkeishiukkasteorian syntyä kuvaavan tutkimuksen loppupäätelmä (*Constructing Quarks, A Sociological History of Particle Physics*, 1984):

*Alkeishiukkasten kvarkki-mittakentäteoriat tulisi nähdä kulttuurisesti spesifinä tuotteena, yhteisöllisenä todellisuuden esityksenä. Tietäen hiukkasfysiikkoyhteisön kulttuuriset voimavarat, ainoastaan täydellinen inkompetenssi olisi voinut estää sitä tuottamasta ymmärrettävää versiota todellisuudesta... Matematiikan suurta roolia hiukkasfysiikoiden todellisuuden kuvassa ei ole sen vaikeampi ymmärtää kuin etnisten ryhmien kiintymystä äidinkieleensä.*

Koska tiede on yhden etnisen ryhmän kielipeli, ei se voi vaatia itselleen universaalia merkitystä. Niinpä Pickering päätyy toteamaan, ettei "kellään, joka pyrkii nykyään rakentamaan itselleen maailmankuvaa, ole mitään syytä huomioida sitä mitä 20:n vuosisadan tieteellä on sanottavana". Näillä tieteen sosiologeilla on toki paljon arvokasta sanottavaa tieteen käytännöstä, laboratorioden valtapeleistä, meriittisysteemeistä yms. Mutta samaistaessaan totuuden sosiaalisen sanktion kanssa heiltä jää näkemättä se, mikä on kaikkein silmään pistävintä luonnontieteissä: kokemuksesta abstrahoitujen teorioiden kyky ennustaa uusia ilmiöitä, jotka ovat usein aivan päinvastaisia kuin ne jotka alunperin motivoivat nuo teoriat.

Yksi esimerkki lukemattomien joukossa: kaksi vuosisataa Newtonin Principian jälkeen Poincaré näytti teoreettisesti, että Newtonin yhtälöt eivät kuvaa pelkästään kellopelin lailla toimivaa säännöllistä liikettä, jolta taivaankappaleiden liike näytti, vaan myös kaaottista, epäsäännöllistä. Ja sata vuotta hänen jälkeensä kaaos löytyi myös tuosta näennäisen säännöllisyyden perikuvasta, aurinkokunnasta ja tämä havainto todella laskennallisesti johdettiin Newtonin laeista. Tämä teorioiden hämmästyttävä ennustuskysyys samoin kuin niiden universaalisuus, ts. kyky liittää ensinäkemältä täysin erilaiset ilmiöt samojen lakien piiriin, muodostavat vakuuttavan evidenssin niiden objektiivisuudesta. Joka haluaa tämän evidenssin sivuuttaa on vähintäänkin selityksen velkaa. Fysikko Steven Weinberg on todennut osuvasti sosiaalisesta konstruktivismista (*Dreams of A Final Theory*, 1993, s. 1495):

*On yksinkertaisesti looginen virhe päätyä siitä havainnosta, että tiede on sosiaalinen prosessi, johtopäätökseen, että lopputulos eli tieteelliset teoriamme ovat sitä mitä ovat tuossa prosessissa vaikuttavien sosiaalisten ja historiallisten seikkojen vuoksi. Vuorikiipeilyryhmä saattaa kiistellä siitä, mikä on paras tie huipulle, ja näihin kiistoihin saattaa vaikuttaa ryhmän historia ja sosiaalinen rakenne, mutta lopulta he joko löytävät hyvän tien huipulle tai eivät löydä, ja sinne päästyään tietävät tämän. (Kukaan ei antaisi vuorikiipeilyä käsittelevälle teokselle nimeä "Everestistä Konstruoimassa").*

Relativismi ei ole suinkaan rajoittunut pelkästään tieteen tutkimukseen, vaan esiintyy yleisemmin kulttuurintutkijoiden, varsinkin vasemman rannan "Haute Culture":sta oppinsa ammentaneiden keskuudessa. Nämä ajattelijat, kutsuttakoon heitä paremman puutteessa vaikka postmodernisteiksi, puhuvat suurten kertomusten, "metanarratiivien", kuulemasta, todellisuuden pirstoutumisesta jne. Tällöin esitetään usein väite, että tämän vuosisadan luonnontiede antaa perusteet näihin johtopäätöksiin. Tiede on heidän mukaansa itse nakertanut oman jalustansa, korvannut varmuuden epävarmuudella, determinismin sattumalla ja kaaoksella, reduktion ja tieteen yhtenäisyyden useilla toisistaan riippumattomilla ilmiö- ja selitystasoilla.

## Myytti tieteen maailmankuvan pirstoutumisesta

Toisin kuin edellä mainitut sosiologit, joista jotkut (esim. Pickering) ovat erittäin hyvin perillä tutkimastaan tieteenalasta, nämä post-ajattelijat osoittavat usein suorastaan hämmästyttävää tietämättömyyttä ja naiviutta suhteessa siihen miten paljon he kommentoivat ja käyttävät luonnontieteitä. Tämä ilmiö tuli vuosi sitten laajalti tunnetuksi Alan Sokalin paljon julkisuutta saaneen huijauksen ja sitä seuranneen keskustelun yhteydessä. Viittaan tässä vain *Arkhimedes* lehdessä alkuvuodesta julkaistuu J. Bricmontin artikkeliin (*Postmodernism and its Problems with Science*, *Arkhimedes* 5/96, s. 13), jossa käsitellään tunnettujen ranskalaisajattelijoiden tragikoomista tapaa kommentoida ja soveltaa ajatteluunsa matematiikkaa ja luonnontieteitä.

Myytti tieteen maailmankuvan pirstoutumisesta on kuitenkin levinnyt paljon laajempiin piireihin kuin mitä ranskalaiset post-ajattelijat ja heidän seuraajansa edustavat, myös piireihin, joiden olisi luullut tietävän paremmin. Stephen Toulmin puhuu kirjassaan *Cosmopolis* (1990) siitä kuinka myös tieteen piirissä "olemme vapautuneet rationalismin puhtaasta teoreettisesta ohjelmasta" ja kuinka meidän täytyy oppia pärjäämään sen ajatuksen kanssa, että inhimillisellä tiedolla ei ole varmaa pohjaa aivan kuten ei ole etiikassa ja politiikassakaan. Tämä kuva varmuuden katoamisesta tieteessä on keskeisellä sijalla myös Felipe Fernández-Armeston teoksessa *Millenium*, jossa se nähdään tärkeänä syynä koko länsimaisen sivistyksen hegemonian romahduksessa. Myös akateemikko Georg Henrik von Wrightin viime Tieteen päivillä pitämän esitelmän yksi kantavia teesejä oli tieteen maailmankuvan väitetty pirstoutuminen, lainalaisuuden ja kausaliteetin kriisi ja siirtyminen reduktiosta holismiin (*Kanava* 2/97 ja teoksessa *Maailmankuvaa etsimässä*. Tieteen päivät 1997, toim. J. Rydman).

Tässä yhteydessä on mahdotonta ryhtyä tämän tieteen maailmankuvan pirstoutumisen ja varmuuden katoamisen myylin perusteelliseen dekonstruktioon ja tydyn vain esittämään muutamia huomioita, jotka ovat selviä useimmille luonnontieteiden kehitystä seuranneille (ks. myös K. Enqvist, *Kanava* 3/97).

Ensinnäkin, mitä tulee kausaalisuuteen ja determinismiin, klassinen determinismi onnistui selittämään myös kaaoksen ja vaikka kvantiteorian (esimerkiksi kvantisähködynamiikan) ennusteet ovatkin tilastollisia ne on kokeellisesti verifioitu ennennäkemättömällä tarkkuudella. Toiseksi, reduktionismi on jatkanut voitokulkuaan. Hiukkasfysiikassa tapahtui 70-luvulla tieteellinen vallankumous, jonka seurauksena painovoimaa lukuunottamatta kaikki tunnetut vuorovaikutukset redusoidtiin saman, kauneudessaan suhteellisuusteorian veroisen teorian piiriin. Koko alkeishiukkasten valtava kirjo on periaatteessa ja tietokoneiden laskentatehon kasvuun myötä myös käytännössä laskettavissa tuosta teoriasta lähtien. Reduktiivisten menetelmien voitokulku biologiassa ja neurotieteissä ei liene jäänyt keltään huomaamatta.

Lopulta, myös tuo paljon parjattu mekaaninen maailmankuva voi makrotasolla mitä parhaiten: ns. kompleksisilla systeemeillä (jotka ovat mekaanisia, deterministisiä) kuvataan paitsi fysikaalisia niin myös biologisia, taloudellisia ja yhteiskunnallisia ilmiöitä. Näiden monimutkaisten systeemien lainalaisuudet ovat emergenttejä; niiden osasten vuorovaikutusten seurausta eivätkä redusoitumattomalla tavalla holistisia. Emergenssin mekanismien matemaattinen ymmärtäminen alkoi 60-70-luvun fysiikan toisen suuren mullistuksen, olomuodonmuutosten teorian synnyn myötä ja on ilmei kokonaan jäänyt filosofeilta huomaamatta.

## Kohti "vaihtoehtoisia" totuuksia?

Ajatukset tieteen maailmankuvan rappiosta eivät toki ole uusia, edellisen kerran ne olivat muodissa 1920-luvulla Oswald Spenglerin julkaistua "Länsimaiden perikato" kirjansa. Tälle rappiolle on Spenglerin mukaan kaksi syytä: toisaalta tiede pyrkii soveltamaan rationaalisia menetelmiään alueille -kuten historiaan- joilla ne suoraan epäonnistuvat. Toisaalta myös omassa piirissään tiede menettää varmuuden esimerkiksi joutuessaan turvautumaan tilastollisiin menetelmiin.

Konstruktivistit ennakoivat Spengler myös korosti tieteen käsitteiden kulttuurisidonnaisuutta ja sen mukana niihin sisäänrakennettua rappion mekanisme. Mikromaailman oudot ilmiöt ja suhteellisuusteoria olivat Spenglerin ajan kulttuurikriitikoille samanlainen merkki tieteen kriisistä kuin on kaaosteoria meidän aikamme. Ja molemmissa tapauksissa radikaalit johtopäätökset lepäävät varsin hataralla pohjalla. Kuten sosiaalisten konstruktivistien kohdalla, on tieteen pirstoutumisesta ja varmuuden lopusta puhuille esitettävä kysymys: missä on evidenssi näille väitteille? Tieteen parissa työskenteleviltä tämä ilmiö on jäänyt huomaamatta.

Relativismin "Anything goes" asenteesta on lyhyt askel toiseen anti-tieteen muotoon, jota Gerald Holton on kuvannut "dionysiseksi" (*The Advancement of Science and its Burdens*, 1986): tämä sisältää kaiken New Age ajattelusta aina itämaisen mystismin ja modernin tieteen väitetyin yhteyden julistamiseen. Nyt puhutaan vaihtoehtoisista totuuksista ja kiistetään tutkittavien ilmiöiden toistettavuuden ja objektiivisuuden vaatimus. Homeopatia, Benevenisten veden muisti yms. kuuluvat tähän ryhmään. Monien juuret johtavat 60-luvun vastakulttuuriin tai viime vuosisadan romantismiin. Raja tämän suunnan vakavasti otettavien (vaikka epäilen onko sellaisia) edustajien ja huuhaan (astrologia, telepatia yms.) välillä on veteen piirretty.

Vielä radikaalimpaa tieteenkritiikkiä edustavat eräät feministiset ajattelijat, jotka eivät tyydy tarkastelemaan fallokraatia sosiologisella tasolla vaan päätyvät väittämään, että tiedettä hallitsevat Oidipaalisten pakkomielleiden projektiot kuten voima, energia, teho jne. Jopa loogiset päättelysäännöt kuten modus ponens saavat tuomion, koska ne eivät muka ole naisille ilmeisiä.

Näissä viimeksimainituissa anti-tieteen muodoissa tieteen yhteiskunnalliset seuraukset (dionysisten kohdalla) tai tiedeyhteisön hierarkkinen, meritokraattinen ja miesvaltainen luonne (feministien kohdalla) nähdään evidenssinä tieteen arvojen kuten objektiivisuuden, kvantitatiivisuuden ja universaalisuuden virheellisyydestä. Todellakin, suuri osa tieteellisestä tutkimuksesta on edelleen valjastettu sotateollisuuden tarpeisiin, eikä pelkästään soveltavan tutkimuksen alueella. Monella puhtaasta matematiikan ja teoreettisen fysiikan perustutkimuksen edustajalla esim. USA:ssa on (tai ainakin oli kylmän sodan päättymiseen saakka) tutkimussopimus Ilmavoimien tai Department of Energy:n (joka rahoittaa myös ydinasetutkimusta) kanssa. Samoin suuri määrä tutkimusta tapahtuu suurten yritysten tutkimuslaitoksissa ja on näin enemmän tai vähemmän alisteista lyhytnäköisen voitontavoittelun tarpeille. Ja varmasti useimpien meidän mielikuvamme tieteestä sisältää paitsi suhteellisuusteorian, antibiootit ja DNA:n, myös Hiroshiman, Bhopalin ja Tshernobylin. Tämä on kaikille meille tuttu Faustinen dilemma.

Edellä mainitut kriitikot haluavat kuitenkin kytkeä nämä tiedeinstituution rakenteen ja tieteen sosiaalisten seurauksien oikeutetut kriitit itse tiedon objektiivisuuden vaatimuksen kritiikkiin. Ikäänkuin kiistämällä nykytieteen teorioiden totuus, tai tosien teorioiden mahdollisuus ylipäättään, noista haitallisista seurauksista päästäisiin eroon. Ydinpommi on kuitenkin vaarallinen juuri sen vuoksi, että se toimii niin hyvin, että siinä tapahtuvia prosesseja kuvaavat teoriamme ovat niin tarkkoja, tosia. Tämän kiistäminen tekee kriitistä voimattoman. En myöskään näe, miten objektiivisuuden ja rationaalisuuden vaatimuksista luopuminen yhteiskunnallisessa keskustelussa helpoittaisi näiden ongelmien ratkaisemista. Miten moniarvoinen suhtautuminen totuuteen, eri etnisten ym. ryhmien keskenään ristiriitaisten ennakkoluulojen kutsuminen erilaisiksi totuuksiksi voisi palvella minkäänlaista mielekästä emansipaatiota, jota näiden ajatusten kannattajat kuitenkin näytävät etsivän.

Näitä ajattelijaita leimaa kaipuu objektiivisuuden ihanteen korvaamisesta subjektiivisilla kokemuksilla, universaalisuuden ihanteen paikallisella ja henkilökohtaisella, rationaalisen moralistisella ja rationalismin uskolla. Vaclav Havel on kaunopuheisesti kuvannut näitä tunteja (lainaus kirjasta G. Holton, *Science and Anti-Science*, 1994):

*Modemia aikakautta on dominoinut usko siitä ...,että maailma .... on täysin ymmärrettävissä oleva systeemi, jota säätelee äärellinen määrä universaaleja lakeja, jotka ihminen voi ymmärtää ja rationaalisesti ohjata palvelemaan omia tarpeitaan. Tätä aikakautta, joka sai alkunsa Renessanssista ja kehittyi valistuksen kautta sosialismiin ....luonnehti rationaalisen ajattelun nopea kehitys. Tämä puolestaan synnytti ylpeän uskon, että ihminen kaiken olevaisen kruunun oli kykenevä kuvaamaan, selittämään ja kontrolloimaan*

*kaikkea olevaista ja omaamaan ainoan oikean totuuden maailmasta. Se oli aikakausi jolloin palvottiin persoonatonta objektiivisuutta, aikakausi, jolloin objektiivista tietoa kerättiin ja hyödynnettiin.... Kommunismin kukistumista voidaan pitää merkinä siitä, että moderni ajattelu, joka perustuu sille, että maailma on objektiivisesti ymmärrettävissä..., on joutunut lopulliseen kriisiinsä. Tämä aikakausi on luonut ensimmäisen globaalin koko maailman kattavan teknisen sivilisaation, mutta se on saavuttanut rajansa, pisteen, jonka jälkeen edessä on kuilu...*

Havel ei ole tässä pelkästään kritisoimassa liian hätäisesti ja dogmaattisesti kyhättyjä suuria kertomuksia. Se, mistä kenkä puristaa käy ilmi seuraavasta:

*Aikakautemme kieltää henkilökohtaisen kokemuksen olennaisen tärkeyden, mukaanlukien ihmeen ja absoluuttisuuden kokemuksen, ja asettaa maailman mitaksi henkilökohtaisesti koetun absoluutin tilalle uuden, ihmisen luoman absoluutin, joka on riisuttu ihmeestä, joka on vapaa subjektiivisuuden oikuisista ja sellaisenaan persoonaton ja epäinhimillinen. Kyseessä on niin sanotun objektiivisuuden absoluutti: tieteellisen maailmankuvan objektiivisuus ja rationaalisuus. Luodessaan kaikenkattavan kuvan maailmasta, moderni tiede .....tuhooa pelkkänä fiktiona sen, joka muodosti kaikkein syvimmän perustan luonnolliselle maailmalle; se tappaa Jumalan, ottaa hänen paikkansa vapautuneella valtaistuimella, niin että tästedes tiede on se, joka pitää olevaisen järjestystä käsissään sen ainoana laillisena vartijana ja kaiken totuuden ainoana laillisena tuomarina.....Moderni rationalismi ja moderni tiede, jotka syntyivät luonnollisessa maailmassa ihmisen työn tuloksena, jättävät tuon maailman nyt järjestelmällisesti jälkeensä, kieltävät sen, halventavat ja häpäisevät sen, ja tietysti samalla valtaavat sen."*

Havel on tietenkin tavallaan oikeassa  $\bar{n}$  "all that is solid, melts into the air"  $\bar{n}$  tiede nakertaa pohjan pois monelta tutulta ja turvalliselta uskonnolliselta. Tällaisesta vanhoja hyviä aikoja haikailevasta tieteenvastaisuudesta on kuitenkin pieni matka paljon vaarallisempaan tieteenvastaisuuteen, jossa luodaan järjestäytyneitä vastatiede, oli se sitten natsien arjalainen tiede tai fundamentalistikristittyjen kreationismi. Gerald Holton esittää teoksessaan *Science and Antiscience* (1994) sen huomion, että kun Luddiitit, jotka kapinoivat teknologian epähuomaania käyttöä vastaan yrittämällä tuhota koneet on aina murskattu, niin kulttuurin Luddiitit, jotka vihaavat modernia kulttuuria ja tiedettä ovat ajoittain onnistuneet, kuten natsismin aikana Saksassa. Tämä on sopusoinnussa sen kanssa, että fundamentalistiset uskonnolliset liikkeet ovat usein valmiit säilyttämään tieteen instrumentaalisen puolen ja teknologian, mutta haluavat vaieta sen maailmanatsoomuksellisista seurauksista. Tässä mielessä lienee syytä yhtyä Holtonin hieman pateettiseen johtopäätökseen, että "poliittisesti kunnianhimoisiin antitieteen suuntiin on syytä suhtautua kuin nukkuvaan petoon. Kun se herää, ... se tulee tekemään todellisen mahtinsa tunnetuksi."

Ei kuitenkaan tule unohtaa, että suuremman uhkan tulevaisuudelle muodostaa tieteen ja tekniikan edellämainitunlainen väärinkäyttö. Antitieteiden suurin ongelma onkin mielestäni se, että niiden kritiikin kohde on väärä. Useilla niistä on juurensa tieteen ja teknologian yhteiskunnallisten seurausten kritiikissä, jonka ne ovat kääntäneet totuuden ja objektiivisuuden kritiikiksi. Itse tieteen tekoon tällä tuskin on suurta vaikutusta: tieteen sisällä näille ajatuksille ei löydy kannatusta, vaikkakin tiede saattaa esim. rahoituksen kautta epäsuorasti kärsiä yleisestä tieteenvastaisesta ilmapiiristä. Mutta jos olemme kiinnostuneita tieteen ja teknologian sovellutusten suuntamisesta yhteiskunnallisesti hyödyllisiin kohteisiin  $\bar{n}$  kuten monet antitieteilijät alunperin olivat  $\bar{n}$  tarvitsemme varmasti noita mörköjä: mahdollisimman totuudenmukaista tietoa ja rationaalista keskustelua.

*Antti Kupiainen on matemaattisen fysiikan professori Helsingin yliopistolla.*