

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Slavov, Matias

Title: Ajan havaitsemisesta : onko aika empiirinen käsite?

Year: 2018

Version: Published version

Copyright: © Slavov, 2018.

Rights: CC BY 4.0

Rights url: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Please cite the original version:

Slavov, M. (2018). Ajan havaitsemisesta : onko aika empiirinen käsite?. In H. Laiho, & M. Tuominen (Eds.), *Havainto : Suomen Filosofisen Yhdistyksen yhden sanan kollokvion esitelmiä* (pp. 233-240). University of Turku. Reports from the Department of Philosophy, 40. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-7136-7>

Ajan havaitsemisesta: onko aika empiirinen käsite?

Matias Slavov

Pohdin tässä artikkelissani, missä mielessä tapahtumien välinen aikajärjestys on havaittavissa. Mikä siis on ajallisten käsitteiden, kuten samanaikaisuus ja peräkkäisyys, suhde havaintoihin? Mikäli havainnoilla on perustava rooli ajallista järjestystä koskevien käsitteiden alkuperään, määrittelyyn, viittaamiseen ja oikeuttamiseen liittyen, voitaisiin ajan sanaa olevan ainakin jossain mielessä havaittavissa. Kiinnitän huomioni suppean suhteellisuusteorian (tästedes SST) samanaikaisuuden suhteellisuutta koskevaan argumenttiin. Nähdäkseni se antaa perusteita ajatella, ettei aika ole newtonilainen absoluuttinen ja havaitsematon rakenne, eikä kantilainen aikajärjestyksen havaitsemista edellyttävä aistimellisuuden *a priori* -muoto. Sen sijaan aika voidaan mieltää empiiriseksi käsitteeksi. Ajallista järjestystä ilmaisevat käsitteet, perättäisyys ja samanaikaisuus, viittaavat havaintoihin. Lisäksi havaintoja tarvitaan oikeuttamaan tapahtumien järjestystä koskevat arvostelmat.

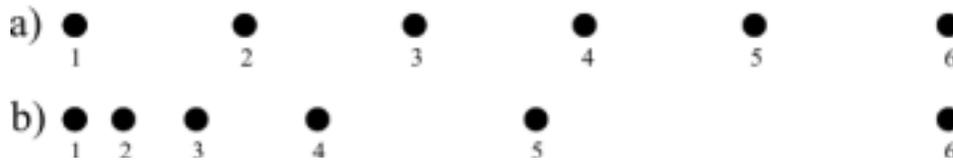
Lopuksi esitän väitteelleni lievennyksen. Vaikka aikaa voidaan pitää empiirisenä käsitteenä, jyrkkä käsite-empirismi ei ole hyväksyttävä kanta, sillä se on jännitteisessä suhteessa suppea suhteellisuusteorian (SST) edellyttämän realistisen ontologian kanssa. Ilmiöiden havaittu aikajärjestys voi olla eri kuin niitä koskevien tapahtumien todellinen aikajärjestys — todellinen suhteessa valittuun inertiaalikoordinaatistoon, paitsi absoluuttisen menneisyyden tapauksessa.

Absolutistinen ja transsendentalistinen argumentti

Newtonin dynamiikan mukaan aika on todellinen, itsessään olemassa oleva rakenne. *Principiassa*an (1999, 408) hän kirjoittaa: "Absoluuttinen, tosi [...] aika virtaa itsestään ja luonnostaan tasaisesti vailla suhdetta mihinkään ulkoiseen ja on toiselta nimeltään kesto." Edellinen lainaus paljastaa Newtonin oletuksen ajan absoluuttisuudesta. Aika on olemassa täysin itsenäisesti. Sen olemassaolo on riippumaton havaittsijoista, ainekappaleista sekä ylipäänsä mistään luonnontapahtumista. Aika kuluu tasaisesti, ja sillä on määrätty suunta menneisyydestä tulevaisuuteen. Näin samanaikaiset ja peräkkäiset tapahtumat ovat absoluuttisesti määritettävissä niin, että samanaikaisten tapahtumien

välinen aikaero on nolla, ja kahden eriaikaisen tapahtuman välinen kesto poikkeaa nolasta.

Newtonin oletuksesta seuraa, että aika on havaitsematon. Hän (1999, 408) kirjoittaa, että ajan suureta ”ei voi käsittää pelkästään viittaamalla aistihavaintojen kohteisiin”. Mikäli aika (sekä avaruus) määritettäisiin ainoastaan havainnon kohteiden avulla, olisi mahdotonta tehdä eroa todellisen (kiihtyvän) ja suhteellisen (tasaisen) liikkeen välille. Newtonin argumentti ajan (ja avaruuden) absoluuttisuudesta kehystääkin hänen dynamiikan lakejansa. Tätä voi kuvata alla olevan liikediagrammin avulla (kuva 1). a-kohdassa liikkuvaan kappaleeseen ei kohdistu voimaa, joten se liikkuu tasaisesti. b-kohdassa voima vaikuttaa kappaleeseen, jolloin se kiihtyy. Aikavälit 1–2–3–4–5–6 ovat a-kohdassa ehdottoman saman suuruisia, mutta b-kohdassa ne ovat ehdottoman eri suuruisia.



Kuva 1. Absoluuttisen tasaiset ja epätasaiset aikavälit idealisoidun liikediagrammin avulla hahmotettuina.

Newton ei pohjustanut dynamiikkaansa pelkkiin oletuksiin. *Principiassaan* (1999, 412–413) hän esittää myös kuuluisan vesiämpärikokeensa. Pyörivän vesiämpärin veden kovera pinta viittaa siihen, että veteen vaikuttaa todellinen voima, joka aiheuttaa todellisen kiihtyvän liikkeen. Veden liikettä ei voi selittää pelkästään havainnoimalla sen ympäristöä. Pätevä selitys ilmiölle edellyttää viittaamista havaitsemattomiin absoluuttisiin rakenteisiin.

Toinen vaikutusvaltainen ei-empiristinen kanta ajan käsitteestä on löydettävissä Kantin *Puhtaan järjen kritiikistä*. Kantin kanta eroaa Newtonista merkittävästi. Kant (KrV, A32/B49; 2013, 74) selvästi kritisoi Newtonia väittäessään, ettei ”aika ole mitään, mikä olisi olemassa itsenäisesti”. Siinä missä Newton käyttää ajasta puhuessaan substantiiviva, Kant kiinnittää huomiota ajan käsitteen adverbiaaliseen käyttöön. Hänen mukaansa emme havaitse tapahtumia ajassa vaan ajallisesti (Bardon 2013, 33). Kant kiteyttää näkemyksensä seuraavasti:

Aika ei ole empiirinen käsite, joka on saatu jostakin kokemuksesta. Samanaikaisuus tai perättäisyys eivät nimittäin itse päätyisi havaintoon, mikäli ajan representaatio ei olisi perustana *a priori*. Se, että jotakin on

yhdellä ja samalla hetkellä (samanaikaisesti) tai eri hetkinä (perättäin), voidaan representoida ainoastaan edellyttämällä aika. (KrV, A30/B46; 2013, 73.)

Kantin transsendentalistinen argumentti perustuu olennaisesti empiristisen kannan riittämättömyyden osoittamiseen. Empiristinen argumentti, joka on löydettävissä esimerkiksi Locken *Esseestä*, ei selitä ajallisten käsitteiden alkuperää. Locke (*Essay*, 14.3) ajatteli, että havaintojen seuraanto mahdollistaa ajan kokemisen. Tämä päättely on ongelmallinen. Kun olemme tietoisia ajan kulusta havaintojen sarjan avulla, emmekö jo oletta, ennen yksittäisiä havaintojamme, ajallisen seuraannon? Miten voisimme mieltää menneen havaintojen sarjan ajallisesti, ilman että jo sovellamme ajallisuuden miellettyä? Yksittäisten havaintojen kokeminen ajallisesti järjestyneiksi ei ole mahdollista ilman havaintoja edeltävää tiedostusta.

Kantin johtopäätös on, että tämä *a priori* välttämättömyys on aikasuhteiden perusta. "Ajalla on vain yksi ulottuvuus: eri ajat eivät ole samanaikaisia vaan perättäisiä", hän kirjoittaa (KrV, A31/B47; 2013, 73). Näin transsendentalistinen argumentti selittää, miten me koemme ajan, ja miksi ajan kululla on (meille ihmisille) vain yksi määrätty suunta menneisyydestä tulevaisuuteen.

Empiristinen argumentti

Empirismin perinne, hyvinä esimerkkeinä Humen ja Machin filosofiat, esittää hyvin erilaisen kannan ajan käsitteestä verrattuna absolutistiseen ja transsendentalistiseen argumenttiin. Tämän perinteen ymmärtäminen on tärkeää, sillä käsite-empirismi oli osittain yhteydessä SST:n syntyyn. SST on ensimmäinen tieteellinen teoria, joka tekee ajasta empiirisen käsitteen.

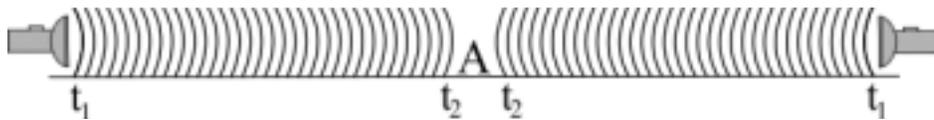
Humen filosofian tärkein periaate on kopioperiaate. Sitä voi luonnehtia tomistisella tunnuslauseella: "Mikään ei ole mielessä mikä ei ole ensin aisteissa." Jokainen yksinkertainen idea muistuttaa jotakin yksinkertaista aistivaikutelmaa. Yksittäinen vaikutelma aiheuttaa sen idean; idea on kopio sen vaikutelmasta. Kaikkien ideoiden, mukaan lukien monimutkaiset, yleiset ja abstraktit, alkuperä on vaikutelmissa. Lisäksi jokainen mielekäs ja ymmärrettävä kielen sana tulee voida liittää yksittäiseen ideaan, jonka voi palauttaa sitä vastaavaan vaikutelmaan (EHU 2).

Kun ajan käsitettä arvioidaan kopioperiaatteen avulla, on selvää, että absolutistiset ja transsendentalistiset argumentit ovat sen kanssa ristiriidassa. Newtonin argumentti absoluuttisen avaruuden puolesta selittää havaittavat ilmiöt, liikkeen lait, vetoamalla havaitsemattomaan rakenteeseen. Meillä ei ole aistivaikutelmista kopioituja ideoita tällaisesta oletetusta absoluuttisesta

rakenteesta. Kant puolestaan vetoaa siihen, että ajallisuuden havaitseminen edellyttää *a priori*-tiedostusta. Tämän on myös kopioperiaatteen kanssa yhteensovittamaton kanta. Periaate olettaa, ettei minkäänlaisia sisäsyntyisiä ideoita¹, tai ylipäänsä mitään *a priori*-tiedostuksen osia, kuten aistimellisuutta tai esimerkiksi kategorioita, ole olemassa ennen vaikutelmia. Hume (EHU 2.9) tylästi toteaaakin, että kopioperiaatetta soveltamalla voimme ”tehdä lopun kaikesta siitä jargonista, joka on jo niin pitkään hallinnut metafyyisistä ajattelua, ja aiheuttanut sille häpeää”.

Mach muotoili empirisminsä/empiristisen filosofiansa kiinteässä yhteydessä fysiikkaan. Hänen mielestään absoluuttinen aika on ”tyhjä metafyyisinen käsitys”, josta kypsän tieteen tulisi päästä eroon. *Mekaniikan tiede* (1919, 224) -teoksessaan Mach argumentoi, että Newtonin vesiämpärikokeen tulkinta on spekulatiivinen. Se ei ota huomioon koko maailmankaikkeuden keskimääräistä massajakaumaa. Vettä ympäröi ämpäri, rakennus, planeetta Maa, Aurinkokunta, kaukaiset tähdet, ja niin edelleen. Emme tiedä, miten havaitsija kokisi kiihtyvyyden tilanteessa, jossa kaikki maailmankaikkeuden aine ja kiintopisteet, kuten kaukaiset tähdet, olisi poistettu. Silloin emme välttämättä havaitsisi mitään eroa pyörimisen ja ei-pyörimisen, kiihtyvyyden ja tasaisen liikkeen, tai edes liikkeen ja levon välillä. Tämän argumentin avulla Mach (1919, 229) päätyi lopulta siihen, että Newtonin vetoaminen aikaan sinänsä, joka virtaa tasaisesti, on perusteeton metafyyisinen lisä dynamiikan lakeihin, jota ei voi ”tuottaa kokemuksessa”.

Einstein opiskeli Hume ja Machin teoksia 1900-luvun alussa ennen SST:n muotoiluaan. Hän oli selvästi vaikuttunut käsite-empirismistä (Norton 2010). Hän käytti tätä filosofiaa samanaikaisuuden suhteellisuutta koskevassa argumentissaan (Einstein 2001, luku 9). Tämä auttoi häntä osoittamaan, että SST:n postulaatit, valon vakionopeus tyhjiössä, c , sekä luonnonlakien invarianssi, ovat keskenään ristiriidattomia. Seuraavassa sovellan Einsteinin alkuperäistä argumenttia (kuva 2).



Kuva 2. Kahden tapahtuman, jotka eivät liity toisiinsa kausaalisesti, samanaikaisuus IK:ssa.

Inertiaalikoordinaatistossa (IK) havaitsija A sijaitsee akselin keskellä. Taskulamput kytketään päälle akselin ääripäissä ajanhetkellä t_1 . A havaitsee

¹ Tässä kohtaa on hyvä tarkentaa, ettei aika ole Kantille sisäsyntyinen idea.

lampuista saapuvan valon sekä oikealta että vasemmalta samanaikaisesti, sillä valoaalot liikkuvat absoluuttisella nopeudella c , ja saavuttavat A:n hetkellä t_2 . Mikäli toinen havaitsija B liikkuisi vakionopeudella v akselin suhteen vasemmalta oikealle, ohittaessaan A:n hän havaitsisi oikean puoleisen valon tulevan ennen vasenta. Vastaavasti nopeudella $-v$ liikkuva havaitsija C näkisi akselin vasemman puolen valon ennen oikeaa ohittaessaan A:n.

Tämä SST:n – teorian, joka on varmennettu kokeellisesti lukuisia kertoja – perustava tulos osoittaa, että aikajärjestys on havaittavissa. Se kumoo Newtonin oletuksen absoluuttisen tasaisista aikaväleistä. Ei ole olemassa aikaa sinänsä; se on suhteellista IK:n sopimukselliseen valintaan. Tapahtumien aikajärjestys riippuu havaitsijoiden keskinäisistä suhteellisista liikkeistä. Lisäksi tulos myös näyttäisi osoittavan, ettei ajalla ole *a priori* perustaa intuitiossamme, kuten Kant ajatteli. Samanaikaisuus ja peräkkäisyys ovat havaintoihin viittaavia ja niiden avulla määritettäviä ja oikeutettavia käsitteitä. Ne eivät ole havainnointia edeltäviä ja niitä mahdollistavia aistimellisuuden muotoja.

Tästä huolimatta jyrkkä käsite-empirismi on myös ongelmallinen kanta. Se ei tee eroa havaitun aikajärjestyksen ja tapahtumien aikajärjestyksen välille. Tämä on hahmotettavissa kuvan 3 avulla.



Kuva 3. Tapahtumat näyttävät A:sta samanaikaisilta, mutta ne ovat kyseisessä IK:ssa todellisuudessa eriaikaisia.

A sijaitsee akselin vasemmalla äärilaidalla. Hän havaitsee lampuista saapuvan valon samaan aikaan. Tarkoittaako tämä, että havainnot aiheuttavat tapahtumat, lamppujen kytkennät, ovat samanaikaisia? Ei. Oikean puolen lamppu kytketään päälle ensin, sillä valoaalot liikkuvat äärellisessä ajassa äärellisen akselin puolelta toiselle. Kun oikeanpuoleisen lampun valo on saavuttanut A:n, vasemmanpuoleinen lamppu kytketään päälle. Koska $t_2 > t_1$, tapahtumat ovat eriaikaisia, vaikka näyttävätkin samanaikaisilta.

Havaittu aikajärjestys voi siis erota tapahtumien todellisesta aikajärjestyksestä.² SST edellyttää ontologisiin kategorioihin, kuten tapahtuma,

² Käyttämässäni esimerkissä todellisesta voi puhua vain valitun IK:n suhteen. SST:ssa mikään IK, ja näin mikään niissä tapahtuvista aikajärjestyksistä, ei ole ensisijaisessa asemassa. Toisaalta samanaikaisuuden suhteellisuudella on seuraava rajoitus, jonka Mauro Dorato ja Marc Wittman (2015, 195) ilmaisevat selkeästi: "[T]ämä suhteellisuus pätee *vain* sellaisissa tapauksissa, jotka eivät voi olla kausaalisessa suhteessa edes valosignaalien avulla. Johtuen

rakenne ja kausaliteetti, sitoutumista. Tapahtuma on olemassa tietyissä avaruuden pisteissä ennen kuin se havaitaan. Valo rakentuu sähköisistä ja magneettisista kentistä, jotka yhdessä muodostavat sähkömagneettisen aallon joka säilöo energiaa ja kuljettaa informaatiota absoluuttisella nopeudella. Valo on myös kausaalisesti merkittävässä roolissa informaation välittämisessä ja vastaanottamisessa.

Perustellun ontologisen kannan puolustaminen tapahtuman, rakenteen ja kausaliteetin suhteen ei ole tässä lyhyessä artikkelissa mahdollista. On kuitenkin hyvin tunnettua, että empiristiset ja positivistiset perinteet filosofiassa tyypillisesti suhtautuvat joko epäillen tai suorastaan torjuvasti tällaiseen ontologiseen kategorisointiin, koska se on havaintojen "tuolle puolen" kurottavaa metafysiikkaa. Tästä syystä jyrkkä empirismi ei ole SST:n kanssa yhtäpitävä kanta.

Lopuksi

Olen artikkelissani perustellut, että aika on empiirinen käsite siinä mielessä, että samanaikaisuuden ja peräkkäisyyden käsitteet viittaavat havaintoihin. Havaintoja tarvitaan näiden ajallisten käsitteiden määrittelyyn, sekä niitä koskevien arvostelmien oikeuttamiseen. Nähdäkseni maltillista empirismia, joka sitoutuu SST:n olettamiin ontologisiin kategorioihin, voi pitää onnistuneena ajan filosofiana. Kun IK on asetettu, ei ole syytä olettaa, että aika olisi havaitsematon absoluuttinen rakenne tai *a priori* aistimellisuuden muoto. Sen sijaan, aika on empiirinen käsite.

Tästä ei kuitenkaan seuraa, että newtonilaiset ja kantilaiset kannat olisivat täysin vanhentuneita tai vääriä. Vaikka Newtonin olettamaa absoluuttista aikaa (tai avaruutta) ei ole, monet fyysikot ja fysiikan filosofit pitävät absoluuttista aika-avaruutta todellisena. Kiihtyvyyksien, kuten pyörivän vesiämpärin veden liike, voidaan ajatella tapahtuvan sen suhteen (ks. Greene 2004, 61). Myös Kantin argumenttia ajallisten käsitteiden alkuperästä voi pitää onnistuneempana kuin empirististä argumenttia (ks. Bardon 2007, 60). Hän on oikeassa siinä, ettei aika ole empiirinen käsite *siinä mielessä*, että se voitaisiin jotenkin johtaa kokemuksesta. Käsitteiden käyttö edellyttää sopimuksia ja määritelmiä, ennen kuin niitä voi soveltaa. Ennen havaintojen, mittauksien ja

valonnopeuden rajoittavasta luonteesta, mitkä tahansa kaksi tapahtumaa voivat liittyä toisiinsa kausaalisesti, jos ja vain jos, signaali ensimmäisestä tapahtumasta voi tavoittaa toisen nopeudella, joka on valonnopeus tai sitä pienempi nopeus." Kyseinen rajoitus mahdollistaa absoluuttisesta menneisyydestä puhumisen. Kaikissa IK:oissa pätee, että tapahtuma on todella varhaisempi, jos sen lähettämä valosignaali saavuttaa sen suhteen todella myöhäisemmän tapahtuman. C. W. Rietdijk (1966) on todistanut tämän matemaattisesti.

kokeiden tekoa keskeiset oletukset, kuten SST:n kaksi postulaattia, ja määritelmät, kuten IK ja havaitsija (ja esimerkiksi kello), on eksplikoitava. Samanaikaisuuden ja peräkkäisyyden käsitteet eivät painaudu passiivisen havaitsijan mieleen yksisuuntaisesti. Lisäksi kantilaisen ajan filosofian voi nähdä yhtäpitävänä eternalismin kanssa, jota pidetään yleisesti ottaen SST:n suhteen ristiriidattomana. Neliulotteinen aika-avaruus ei tee objektiivista eroa menneen, nykyisen ja tulevan välille. Ajan kulu saattaa olla miellemme subjektiivinen piirre, ja todellisuus ajaton ja staattinen – kuten Kant ajatteli (ks. Weinert 2005, 588). Näiden seikkojen huomioon ottaminen ei kuitenkaan edellytä sitoutumista absolutistiseen ajan filosofiaan tai transsendentaaliseen idealismiin.

Jyväskylän yliopisto

Kirjallisuus

- Bardon, Adrian (2007). "Empiricism, Time-Awareness, and Hume's Manners of Disposition", *Journal of Scottish Philosophy* 5, 47–63.
- Bardon, Adrian (2013). *A Brief History of the Philosophy of Time*. New York: Oxford University Press.
- Dorato, Mauro & Wittman, Marc (2015). "The Now and the Passage of Time. From Physics to Psychology", *Kronoscope* 15, 191–213.
- Greene, Brian (2004). *The Fabric of the Cosmos: Space, Time, and the Texture of Reality*. New York: Alfred A. Knopf.
- Einstein, Albert (2002). *Relativity. The Special and the General Theory*. Käänt. Robert W. Lawson. London & New York: Routledge.
- Hume, David (2000). *An Enquiry concerning Human Understanding*. Toim. Tom L. Beauchamp. Oxford: Clarendon Press. **(EHU)**
- Kant, Immanuel (2013). *Puhtaan järjen kritiikki*. Suom. Markus Nikkarla & Kreetta Ranki. Helsinki: Gaudeamus. **(KrV)**
- Locke, John (1996). *An Essay concerning Human Understanding*. Toim. Kenneth P. Winkler. Indianapolis: Hackett Publishing. **(Essay)**
- Mach, Ernst (1919). *The Science of Mechanics*. Käänt. Thomas McCormack. Chicago: Open Court.
- Newton, Isaac (1999). *Principia. The Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Käänt. I. Bernard Cohen & Anne Whitman, avustanut Julia Budenz. Berkeley: University of California Press. **(Principia)**
- Norton, John D. (2010). "How Hume and Mach Helped Einstein Find Special Relativity", teoksessa M. Domski ja M. Dickson (toim.), *Discourse on a New Method: Reinvigorating the Marriage of History and Philosophy of Science*. Chicago: Open Court, 359–386.

- Rietdijk, C. W. (1966). "A Rigorous Proof of Determinism Derived from the Special Theory of Relativity", *Philosophy of Science* 33, 341–344.
- Weinert, Friedel (2005). "Einstein and Kant", *Philosophy* 80, 585–593.