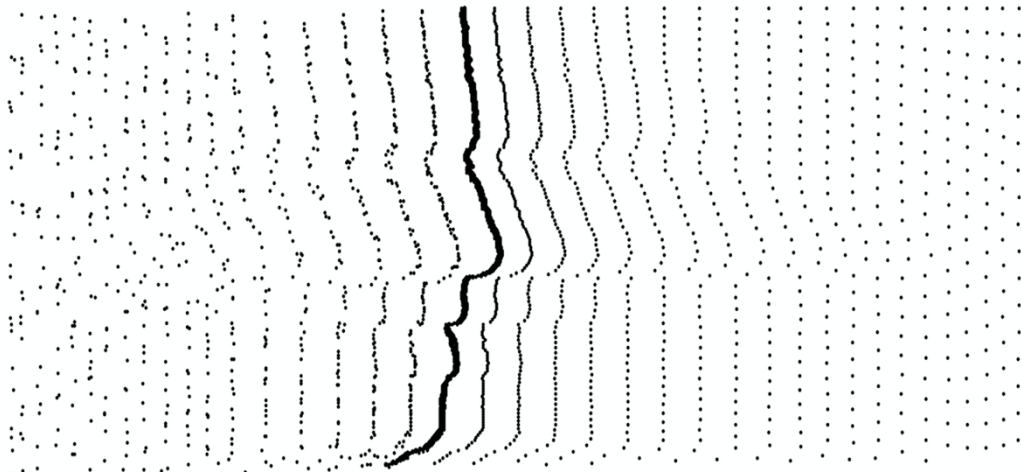


---

LUONNONFILOSOFIAN SEURA



OLEVAINEN

– johdatus maailmankuvaan

KULLERVO RAINIO



---

LUONNONFILOSOFIAN SEURA

# OLEVAINEN

– johdatus maailmankuvaan

KULLERVO RAINIO

## LUONNONFILOSOFIAN SEURA

<https://www.luonnonfilosofia.fi/>

Kansikuva: Tuomo Rainio

## E-BOOK (PDF)

Tämä e-kirja on lisensoitu käyttäjälle

Creative Commons Nimeä-Epäkaupallinen - Ei muutoksia 3.0 Ei sovitettu - käyttöluvalla.



ISBN 978-951-98191-7-4 (paperback)

ISBN 978-951-98191-8-1 (e-book, PDF)

## Sisällys

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SISÄLLYS</b>                                                                     | <b>5</b>  |
| <b>JULKAISIJAN ESIPUHE</b>                                                          | <b>10</b> |
| <b>LUKIJALLE</b>                                                                    | <b>13</b> |
| <b>”ESIPUHET</b>                                                                    | <b>15</b> |
| <b>JOHDANTO. MITÄ ON OLEMASSA?</b>                                                  | <b>17</b> |
| 1. Hapuilua: Katsaus ontologisiin ”ismeihin”                                        | 17        |
| 2. Uuden ontologian kehkeytyminen                                                   | 22        |
| Kolme oivallusta                                                                    | 22        |
| Hahmopsykologiasta                                                                  | 22        |
| Hahmojen jäsentymisestä                                                             | 23        |
| Skeeman mukainen jäsentäminen                                                       | 24        |
| Hahmon olemassaolosta                                                               | 25        |
| Diffuusi, ei jäsentynyt ja differentioitunut, jäsentynyt hahmo                      | 27        |
| Vaihdantakuvioista                                                                  | 27        |
| Kaikki on hahmoa                                                                    | 28        |
| 3. Fenomenologiasta                                                                 | 28        |
| <b>LUKU 1 OLEVAINEN KVANTTITEORIAN NÄKÖKULMASTA. DISKREETTI PROSESSIMALLI (DPM)</b> | <b>30</b> |
| 1.1 Superpositiotila. ”Kvanttivirkamies”                                            | 31        |
| 1.2 Diskreetti prosessimalli (DPM) esimerkin valossa: kaksoisrakokoe                | 32        |
| 1.2.1 Tonomuran tutkimus                                                            | 32        |
| 1.2.2 David Harrisonin kaksoisrakosimulaatio ja DPM                                 | 35        |
| 1.3 Systeemin muutosprosessi                                                        | 36        |
| 1.3.1 Muutosprosessi siirtymä- eli transitiomatriisina                              | 36        |
| 1.3.2 Kvanttivirkamies uudelleen                                                    | 37        |
| 1.3.3 Kvanttiprosessin transiotapahtuma                                             | 39        |
| 1.3.4 Transitiomatriisin ominaisuuksia. Ominaismatriisi                             | 40        |
| 1.3.5 Matriisin homogenisoituminen                                                  | 41        |
| 1.3.6 Yksikkövektori                                                                | 42        |
| 1.3.7 Ominaismatriisin muotoutuminen esimerkkien valossa                            | 43        |

|       |                                                            |    |
|-------|------------------------------------------------------------|----|
| 1.4   | McCallin, Whitakerin ja Georgen tutkimus                   | 45 |
| 1.5   | Ergodiset ja entrooppiset prosessit                        | 47 |
| 1.6   | Ainepartikkelin spontaani synty kvanttitilasta             | 49 |
| 1.7   | Kvanttimekaniikka ja diskreetti kvanttiteoreettinen kuvaus | 49 |
| 1.7.1 | Standardimallin ja diskreetin mallin vertailua             | 49 |
| 1.7.2 | Diskreetin kvanttimekaniikan puolestapuhujia               | 50 |
| 1.8   | Olevainen ennen alkuaan                                    | 52 |

## **LUKU 2 KVANTTISYSTEEMIEN VUOROVAIKUTUKSET. VEKTORI-INTERFERENSSI**

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1   | Kvanttisysteemien vuorovaikutuksesta. Kahden tilavektorin interferenssi | 55 |
| 2.2   | Interferenssi kaksoisrakokokeessa                                       | 57 |
| 2.3   | Lomittuminen                                                            | 59 |
| 2.4   | Interferenssin erityistapauksia                                         | 61 |
| 2.4.1 | Homogeeninen vektori ja matriisi                                        | 61 |
| 2.4.2 | Stabiloiva ykkösvektori                                                 | 62 |
| 2.4.3 | Detektori-efekti. Detektori aaltofunktion ”romahduttajana”              | 63 |
| 2.5   | Inversiovektori                                                         | 65 |
| 2.6   | Kysymys ainepartikkelien interferenssistä                               | 67 |
| 2.7   | Todennäköisyyskvantti, p-kvantti                                        | 69 |
| 2.8   | Dynaamisesta Universumista                                              | 70 |
| 2.8.1 | Deterministinen kuvaus diskreetin prosessin erikoistapauksena           | 71 |
| 2.8.2 | Kosmologista tarkastelua                                                | 72 |
| 2.9   | Spekulaatiosta ja p-kvantista                                           | 73 |
| 2.10  | Dekoherenssista                                                         | 73 |
| 2.11  | Olevainen kvanttimaailmana ja aineellisenä                              | 76 |

## **LUKU 3 TAJUNNASTA**

|       |                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------|----|
| 3.1   | Tajunnan ontologiaa. Psykofyysisen probleema     | 79 |
| 3.1.1 | Sokrates torin laidalla                          | 79 |
| 3.1.2 | Onko tajuntaa?                                   | 80 |
| 3.1.3 | Tajunnan ja tietoisuuden määrittelyä ja kuvausta | 81 |

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.2 Ecclesin eksosytoositeoria: Miten tietoisuus säätelee aivojaan</b>         | <b>85</b>  |
| 3.2.1 Johdannoksi. Atmanspacher Ecclesin teoriasta                                | 85         |
| 3.2.2 Sir John C. Eccles                                                          | 86         |
| 3.2.3 Aivosoluista                                                                | 86         |
| 3.2.4 Synapsi ja eksosytoosi                                                      | 88         |
| 3.2.5 Ecclesin ja Beckin teoria tietoisuuden ja aivojen interaktiosta             | 90         |
| 3.2.6 Ecclesin ”psykonien oma maailma”                                            | 92         |
| <b>3.3 Ecclesin brain/mind -teorian matemaattinen malli</b>                       | <b>93</b>  |
| 3.3.1 Eksosytoosin matemaattinen ratkaisu                                         | 93         |
| 3.3.2 Synapsin aktivoituminen                                                     | 95         |
| 3.3.3 Dendronin eksosytoosi                                                       | 96         |
| 3.3.4 Binding-probleema (sitominen)                                               | 97         |
| 3.3.5 Palautuminen eksosytoosin jälkeen                                           | 98         |
| 3.3.6 Tajunnan ”lepotyhjiö”. ”Korkeamman” tajunnan vapautuminen                   | 99         |
| <b>LUKU 4 HAVAITSEMINEN</b>                                                       | <b>101</b> |
| <b>4.1 Ecclesin teorian täydennys ja havaitsemisen matemaattinen malli</b>        | <b>101</b> |
| 4.1.1 Tarkkaavuus (attention)                                                     | 101        |
| 4.1.2 Havaitsemisprosessin perusongelma                                           | 102        |
| 4.1.3 Havaitsemisprosessin perusongelman matemaattinen ratkaisumalli              | 103        |
| <b>4.2 Havainnon hahmottaminen</b>                                                | <b>108</b> |
| 4.2.1 Mentaalisten systeemien oma maailma                                         | 108        |
| 4.2.2 Ecclesin ”psykonien oma maailma”                                            | 109        |
| <b>4.3 Hahmojen jäsentymisestä diskreetin prosessimallin valossa</b>              | <b>110</b> |
| <b>4.4 Vaihduntakuvion havaitsemisprosessi</b>                                    | <b>112</b> |
| 4.4.1 Vaihduntakuvioista (reversible figures)                                     | 112        |
| 4.4.2 Vaihduntakuvion hahmotusprosessin malli                                     | 113        |
| 4.4.3 Vaihduntakuvioiden psykologisesta tutkimuksesta. Neckerin kuutio            | 114        |
| <b>4.5 Hahmon syntytahtuma</b>                                                    | <b>117</b> |
| <b>4.6 Hahmon tarkentuva differentioituminen. Mentaaliset tasot</b>               | <b>118</b> |
| <b>4.7 Psykologista pohdintaa. Muisti. Minä</b>                                   | <b>120</b> |
| <b>4.8 Tiivistelmä Erwin Laszlon yhteyshypoteesista (connectivity hypothesis)</b> | <b>122</b> |
| <b>LUKU 5 ELÄMYSTEN MAAILMA</b>                                                   | <b>125</b> |
| <b>5.1 Tietoisuuden sisällöistä. Elämykset. Itseisominaisuudet</b>                | <b>125</b> |
| <b>5.2 Tajunta ilman elämyksiä: Zombit</b>                                        | <b>126</b> |
| <b>5.3 ”Tietoisuuden ankara probleema”</b>                                        | <b>126</b> |

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4 Elämysten ontologiaa                                                                  | 129        |
| <b>LUKU 6 TIETOISUUDEN KENTTÄTEORIA</b>                                                   | <b>133</b> |
| 6.1 Kurt Lewinin topologisesta tietoisuuden dynamiikan ja psykologisen voiman kuvauksesta | 133        |
| 6.2 Tietoisuuden elämänkenttä diskreetin prosessimallin viitekehyksessä                   | 141        |
| 6.2.1 Elämänkentän jäsentyminen. Attraktio ja repulsio. Kentän valenssi ja potenssi.      | 141        |
| 6.2.2 Attraktio, asenne ja arvot elämänkentän muotoajina                                  | 144        |
| 6.3 Tietoisuuden kenttäteorian kokeellinen sovellus. Ryhmäsokkelo -koe (Group Maze)       | 148        |
| 6.3.1 Koejärjestely                                                                       | 148        |
| 6.3.2 Diskreetin prosessimallin soveltaminen ryhmäsokkelotehtävään                        | 151        |
| 6.3.3 Ryhmäsokkelotehtävän kenttien vaikutus tilavektoriin                                | 151        |
| 6.3.4 Simulointimallin osuvuus ("goodness-of-fit")                                        | 154        |
| <b>LUKU 7 KOHTI PARADIGMAN MUUTOSTA. INFORMAATIOTEORIASTA JA -FILOSOFIASTA</b>            | <b>157</b> |
| 7.1 Paradigmasta poikkeavan tutkijan osa                                                  | 157        |
| 7.2 Mikä on fundamentaalista?                                                             | 159        |
| 7.3 Wheelerin "It from bit" -doktriini                                                    | 160        |
| 7.4 Whiteheadin "prosessifilosofia"                                                       | 163        |
| 7.5 Shannon-informaation laskeminen                                                       | 164        |
| 7.5.1 Mimmin keltaiset uimahousut                                                         | 164        |
| 7.5.2 Systeemin tilavektorin ja transitiomatriisin informaatio                            | 166        |
| 7.5.3 Informaatio kvanttievoluution funktiona                                             | 168        |
| 7.5.4 Kvanttitilan informaation ergodinen ja entrooppinen muutosprosessi                  | 169        |
| 7.5.5 Tilavektorin elementtiluvun kahdentaminen                                           | 173        |
| 7.5.6 Interferenssin vaikutus systeemien informaatioon                                    | 173        |
| 7.5.7 Informaation ja energian ekvivalenssi?                                              | 175        |
| 7.6 Informaatiofilosofiasta                                                               | 177        |
| 7.6.1 Bohmin "aktiivinen informaatio"                                                     | 177        |
| 7.6.2 Doylen informaatiofilosofia                                                         | 179        |
| 7.6.3 Ergodinen prosessi                                                                  | 181        |
| 7.6.4 Olevainen informaationa                                                             | 182        |
| <b>LUKU 8 TULKITTU OLEVAINEN JA TULKITSEMATON. FENOMENALISMI</b>                          | <b>183</b> |
| 8.1 Johdatus fenomenologiseen ajatustapaan                                                | 183        |



|                                                                                         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>8.2 Fenomenologinen käsitteistö ja hahmopsykologinen tulkinta</b>                    | <b>186</b>     |
| 8.2.1 Peruskategoriat                                                                   | 186            |
| 8.2.2 Noesis ja noema                                                                   | 186            |
| 8.2.3 Ilmiö (phenomenon)                                                                | 187            |
| 8.2.4 Horisontti                                                                        | 188            |
| 8.2.5 Ilmiö ja ilmentymä                                                                | 188            |
| <b>8.3 Tiede ja fenomenologia</b>                                                       | <b>190</b>     |
| <b>8.4 Empatia</b>                                                                      | <b>192</b>     |
| <b>8.5 Subjekttiivinen, intersubjekttiivinen ja ”olio sinänsä” (”das Ding an sich”)</b> | <b>194</b>     |
| <b>8.6 Tiivistelmä fenomenalismista</b>                                                 | <b>196</b>     |
| <br><b>LUKU 9 MAHDOLLISUUKSIEN FILOSOFIA: POSSIBILIANISMI</b>                           | <br><b>197</b> |
| 9.1 Possibilianismin synty                                                              | 197            |
| 9.2 Possibilianismin, mahdollisuusfilosofian perus-aksiooma                             | 199            |
| 9.3 Possibilianisteja ennen Eaglemania                                                  | 199            |
| 9.4 Evidenssivaatimus. Kuka ”loi” aurinkokunnan?                                        | 200            |
| 9.5 Tiivistelmä: possibilianismin lähtökohta ja perusaksiooma                           | 201            |
| 9.6 Lakthesis-efekti ja ihmeen ilmentymä                                                | 202            |
| 9.7 Realisoitumisen ehdot ja ketjut                                                     | 204            |
| 9.7.1 Tilanteen suotuisuus                                                              | 204            |
| 9.7.2 Realisoitumisen suotuisuuden lisääntymisketjut                                    | 205            |
| 9.7.3 Kulttuuri possibilianismin valossa; arkikulttuuri ja korkeakulttuuri              | 206            |
| 9.8 Tapahtuminen ja teot                                                                | 208            |
| 9.9 Ihmisen merkitys                                                                    | 210            |
| 9.10 Kuolemasta possibilianismin valossa                                                | 210            |
| 9.11 Jumalan olemassaolon ja realisoitumisen kysymys                                    | 212            |
| 9.12 Elämän tarkoituksesta                                                              | 214            |
| <br><b>KIRJALLISUUTTA:</b>                                                              | <br><b>217</b> |

## Julkaisijan esipuhe

Kullervo Rainion käsillä olevaa teosta ”OLEVAINEN – johdatus maailmankuvaan” voi hyvin kutsua hänen henkiseksi testamentikseen. Kullervo viimeisteli teosta innolla kirjeenvaihdossa Luonnonfilosofian seuran jäsenten kanssa. Teos saa nyt julkisen muotonsa osin postuumina Kullervon poikien Antti ja Vesa Rainion toimittamana.

Luonnonfilosofian seuralle on mieluisa tehtävä olla teoksen julkaisijana ja sijoittaa se oman julkaisusarjansa jatkumoon. Kullervo Rainio on ollut seuran aktiivisimpia keskustelijoita vuosikymmenien ajan. Tämä selittyy hänen pitkän yliopistouransa myötä. Hänet muistetaan ennen muuta Helsingin Yliopiston sosiaalipsykologian professorina vuosina 1963 -1986, jolloin hänellä oli tilaisuus myös tutustua seuramme perustajaan K. V. Laurikaiseen. Kullervon laajasta kirjallisesta tuotannosta voi tässä mainita pienenä pilkahduksena teoksen ”Älyn älyäminen”, joka kuvastaa hänen ottamiaan puheenvuoroja seuran tilaisuuksissa yleisemminkin.

Kullervo on muistellut yhtenä perustajajäsenenä ja ensimmäisenä puheenjohtajana Luonnonfilosofian seuran alkuaikojä:

”Luonnonfilosofian seurassa keskusteltiin - kuten sanottua - mitä moninaisimmista aiheista, mutta ennen pitkää oltiin aina pohtimassa ontologisia syviä kysymyksiä. Materialismi ja kaikenlainen fysikalismi hylättiin jyrkästi, jonkinlaisena kompromissina tartuttiin d’Espagnat’n ”hunnunpeittämään todellisuuteen”, mutta useimmiten päädyttiin Kantin todellisuuteen ”an sich”, josta ei voida mitään tietää.”

Kullervo Rainio syntyi Jyväskylässä 1924 ja kävi koulunsa ikään kuin luonnostaan maailman vanhimmassa suomenkielisessä oppikoulussa Jyväskylän lyseossa. Kaupunki Suomen Ateenana ”Tieteen ja taiteen kehtona” antoi hyvät eväät Kullervolle luoda uraa pääkaupungissa Helsingissä. Nuorena hän toimi aktiivisena ja tunnustettuna runoilijana, mutta sitten tiede vei voiton. Voimme hyvin puhua kirjailijasta. Synteesi rationaalisen ja irrationaalisen välillä muodostui samalla pysyväksi henkiseksi haasteeksi, mikä on nytkin käsillä tässä kirjassa. Kullervo ehti julkaista oman elämäkertansa pitkänä sarjana, mihin kannattaa myös tutustua.

Postuumin teoksen julkaisu on sekin haaste. Meillä on ollut onnea saada Antti ja Vesa työstämään kirja painoasuun ja periaatteena on ollut pysyä Kullervon tekstissä, lukuun ottamatta oikoluvun tasoista työtä. Teoksen julkaisun etenemistä auttoi myös Seuramme aiemman puheenjohtajan Tuomo Suntolan käymä ajatusten vaihto Kullervon kanssa, joka jatkui

Kullervon poismenoon 2020 asti. Vain neljä päivää ennen kuolemaansa Kullervo lähetti viimeisen version tästä teoksestaan. Pisteinä I:n päällä on ilo tuoda esiin, että kannen on suunnitellut pojanpoika Tuomo Rainio, joka on onnistunut profiloimaan sanomansa iskeväksi isoisän tapaan.

Iskukykyä Kullervo tarvitsi monopolisessa elämässään, ei vähiten, taistelllessaan Suomen yliopistolaitoksen perinteiden puolesta ja laajemmin toimiessaan sekä Kokoomuksen että Perustuslaillisen Kansanpuolueen kansanedustajana 1970 luvulla.... Käsillä oleva teos voidaan varmaan käsittää yhdeksi taistelevan humanismin puheenvuoroksi ikuisessa pyrkimyksessämme ymmärtää ihmisen asema universumissa.

Kullervo seurasi antaumuksella tieteen kehitystä, mistä esimerkkinä kiinnostus vaikkapa ns. ”ergodiseen prosessiin”, mistä runollinen lausuma:

”Kun istutat kukan portin pieleen, kun suojelet taimea pakkaselta, ikuisuus liikahtaa, tekosi on osa ergodista prosessia, vain vähäinen osa, mutta kuitenkin.”

Edellä sanottu pätee Luonnonfilosofian harrastukseen ja ihmisen uutta etsivän ajattelun kunnioittamiseen. Tätä kuvastaa Kullervon tilinpäätös:

”Kahden tuhannen miljardin galaksin joukossa on yksi tavallinen - linnunrata. Sen linnunradan satojen miljardien tähtien keskellä on yksi tavallinen tähti. Ja sen kieppuvan kiertolaisen pinnalla niinkuin pisteitä kummallisia kaupunkeja... Ja kummallisessa kaupungissa Helander-kodin kolmannen kerroksen kahdennestatoista ikkunasta katselee kauas ryppynaamainen vanha mies. Hän keskusteleo Luojansa kanssa, asiantuntevasti, miten tämän maailman järjestäisi...”

Ajan myötä tuo vanha mies kiinnostui enemmän ja enemmän mahdollisista maailmoista. Hänen mukaansa elämätyömme jatkuu mahdollisuuksien parissa toisten toiminnassa. - Hyvä Lukija, aloittamalla tästä voit samalla myös tarkistaa olemmeko oikealla tiellä...

Helsingissä 10.10.2021

*Tarkeo Oksala*



## Lukijalle

Lukija, joka antaa tämän kirjan sivujen lipua peukalonsa ja etusormensa välistä ja selatessaan näkee numeroita miltei jokaisella aukeamalla, saattaa säikähtää: Matematiikkaa! Lukuja lukujen perästä! Tämä ei ole minulle! – Haluan heti oikaista asian: En mielestäni esitä varsinaista matematiikkaa, vaan *olen halunnut havainnollistaa* esitystäni *kuvilla, joissa on numeroita!* Olen tietoisesti välttänyt tavanomaista algebrallista esitystapaa, jonka symboliikka todella saattaa vaikeuttaa ymmärtämistä.

Suuri osa tästä kirjasta käsittelee kvanttimekaniikkaa, jonka specialistitkin usein lausahtavat, ettei sitä voi kukaan todella ymmärtää. Ehkä syvimmältään niin onkin, mutta puolustukseksi vakuutan, että olen esittänyt sen niin *helpossa muodossa* kuin mahdollista, Heisenbergin mallin mukaisena *diskreettinä kvanttimekaniikkana*. Käytännössä se tarkoittaa vapautumista integraalilaskennasta ja mahdollisuutta esittää asiat neljän alkeislaskutavan avulla.

On toki syvempiäkin syitä rakentaa esitys diskreettien (epäjatkuvien) muuttujien pohjalle: Kvanttimaailman tapahtumat ovat johdonmukaisemmin kuvattavissa ”*kvanttihyppyinä*” kuin jatkumoina. – Suuntautuminen diskreettiin kvanttimekaniikkaan on viime vuosikymmeninä lisääntynyt, mutta lukijan on tarpeellista tietää, että mikään valtavirtaus fysiikassa se ei ole.

En ole spesialisti fysiikassa. Tämä teokseni on ensi sijassa nähtävä *olemasaolon filosofisena analyysinä*, ontologisena tutkielmana, jossa kylläkin fysiikalla on merkittävä osuus.

Esityksen painopiste on kolmessa viimeisessä luvussa, joissa filosofinen näkökulma on vallitseva.

Helsingissä 5.9.2020

*Kullervo Rainio*



## ”Esipuhet<sup>1</sup>

Kaikki, mitä maailmasta ymmärtäväisen eteen tulewat, taikka joihin hän koskea eli tarttua taitaa, owat kappaleiksi kutsuttawat. Net owat luonnon kappaleita, joita Walon Isä on antanut tutkinnoksi jokaiselle, joka tiedon perään ja päälle pyrkii. Me ihmiset käsittelemme, ja käsitämmekin kappaleita niistä omaisuksista jotka me meidän aistimilla heistä tulemme äkkäämään eli huomaitsemaan; ja mitä himokkaampi tiedon into kullakin on, sitä innokkaampi on hän kysymään, Mintähden? Mitä enemmän Luoja on lainannut neroa ja ymmärrystä, sitä usiammin taitaa hän löytää wastauksen, Sentähden. Koko mailma on hänelle awoin kirja, josta hän lukee Luojan Töitä; kaikki kappaleet ja niiden omaisuudet owat hänellen eläwät kirjaimet (puustawit), ja mitä enemmän hän näitä tutkistelee, sitä tarkemmaksi tulee hänen mielensä käsittämään ja tähtäämään aina suurempia, sywempia ja salaisempia Luonnon vaikutuksia.

Mutta Luonto on ääretöin, niin kuin kaikkiwaltiaan Luojan Wiisus ja Woima, ja ihminen on katoowainen ja rajain sisälle suljettu, niin että monta kysymystä, Mintähden? vielä jääwät wastaukseta, ja tulewat niin jäämään siihen asti kuin silmämme awataan äärettömään ijankaikkisuuteen.

Tämä kirja on tehty yksinkertaisia ja wasta:alkawaisia warten, eikä taida täyttää täysi oppineiden tarpeita ja vaatimuksia. Tässä on ainoasti koettu saada ylimmäisten wiisasten tutkintoja yksinkertaisesti käsitettäwiksi ja Suomen kielellä selwitetyiksi, että jo jokainen Tieto-Mies, nähtyänsä tämän suloisen kielen jotenkin sujuwan mieltä myöden, ihastuisi sitä paremmalla ja nerokkaammalla woimalla kartuttamaan. Latinaisia nimiä olen pannut suomalaisten wiereen koukkuwiiwain wäliin, ettei Lukialle niistä pitäisi haittaa tuleman, mutta sille johdatusta joka oikein Lukumieheksi aikoo.”

---

<sup>1</sup>Ule (1845) – ”Esipuhet” on sitaatti teoksesta: Ule, Otto: Mintähden ja Sentähden. Kysymyksiä ja Wastauksia Kaikkeen Luonnon Tietoon kuuluwista Asioista. Frenckelin ja Pojan Kirjapainossa; J.W. Lilljan kustannuksella. Turussa 1845. – Ulen kirjan ”esipuhet” sellaisenaan on tässä paikallaan, sillä tämäkin teos ”on tehty yksinkertaisia ja wasta-alkawaisia warten, eikä taida täyttää täysi oppineiden tarpeita ja vaatimuksia”. – Tekijä





## Johdanto. Mitä on olemassa?

### 1. Hapuillua: Katsaus ontologisiin ”ismeihin”

Sokrates (S) liikkui kadulla jo antiikin ajoilta tutussa puuhassaan: luontaisena TV-haastattelijana. Muutamat ohikulkijoista saivat kuulla kiinnostavia keskusteluja kadun hälinässä:

S: ”Hyvä herra, onko Teillä hiukan aikaa? Voisitteko kertoa minulle, mitä on olemassa? –

H: ”Mitäkö olemassa? No, kaikki mitä näkyy, muutama kivitalo, pari lehmusta, asfalttikatu, pari ihmistä.”

S: ”Vain sitäkö, mikä näkyy?” – H: ”Tietysti myös tämä liikenteen meteli. Taikka ei oikeastaan. Eikös se ole vain ilman liikettä. Ilma kyllä on olemassa, ne ilmamolekyylit tai mitä ne on... Emmä tiedä, mulla on kiire.” (Poistuu)

S: ”Hyvä rouva, voitteko sanoa, mitä on olemassa?” R: ”Hyvän aika, kuka sitä tietoa tarvitsee! No, on ainakin maitoa ja juustoa ja perunoita!” (Nauraa ja näyttää kantopussiaan.) ”Mutta jos vakavasti puhutaan, niin eikös ne sano, Valtaoja ja muut viisaat, että kaikki on atomeja.”

S: ”Mitä ne atomit ovat?”

R: ”Eiks toimittaja ole kuullu atomeista, voi hyvä mies! No, ne ovat hyvin pikkuisia, pieniä palloja, tai oikeesti elektroneja tai semmosia myoneja, ninku hiukkasia, ja niitä on kaikissa esineissä. Ja mitä niitä nykyisin on – kvarkkeja kai.”

S: ”Oletteko nähnyt niitä?”

R: ”En minä, mutta kyllä kai minä kuvia olen nähnyt. Niissä ne on kaunisvärisiä palloja. Tai en minä tiedä. Voihan ne olla väärennöksiä.”

S: ”Onkos ajatuksia olemassa?”

R: ”Emmä tiedä... Onks tää jokin pelleohjelma? Nyt minä menen...” (Menee.)

Ensimmäisen haastattelun herran maailma on sitä mitä se on, ja me havaitsevamme sen sellaisena kuin se on. Filosofisessa puheessa sitä

sanotaan naiiviksi realismiksi. Rouvan haastattelussa sen sijaan näyttäytyy jo hiven tieteen vaikutusta: se heijastelee luonnontieteellistä valtasuuntausta, materialismia eli fysikalismia.

Lapset ovat niin pitkälle kuin heidän lapsuuttaan riittää – naiiveja realisteja, mitäpä muutakaan, jopa niin, että määrättyssä kehitysvaiheessaan he suhtautuvat mielikuvituksensa tuotteisiin kuin ympäristönsä aineelliseen todellisuuteen. – Hieman hämmäntävää on huomata, että valtaosa aikuisistakin on näköjään luokiteltava naiiviksi realisteiksi. Tosin varsinkin ”oppia saaneiden” ja varsinaisten fyysikkojen joukossa on niitä, joita tarkentaen tulisi kutsua – kuten myös pikku sadussamme esiintynyttä rouvaa – pikemminkin fysikalisteiksi. Fysikalistisen todellisuuskäsityksen tiivistää tunnettu fyysikkomme Enqvist sanoihin: ”On vain atomeita, energian kasaumia ilman tahtoa tai itsetietoisuutta. On vain ainetta, energiaa, miksi maailman pohjimmaista olemusta sitten haluammekaan nimittää; muuta ei ole.”<sup>2</sup>

Fysikalistille tuottaa vaikeuksia kysymys tajunnan olemassaolosta. Kii-vaimmat fysikalistit, eliminoivaa materialismia edustavat, kuten Patricia Churchland – ja edellä mainittu Kari Enqvist – saattavat sen kokonaan kieltää primitiivisenä harhakäsityksenä, mutta on heissä myös moderneja emergentin materialismin kannattajia, jotka pääsevät kaikista älyllisistä vaikeuksista toistamalla fraasia, että tajunta on aivojen emergentti ominaisuus, niin kuin rautakangen lujuus on sen molekyylien emergentti ominaisuus, jota sen molekyyleillä ei ole, mutta on niiden rautakanki-kokonaisuudella.

Miten emergenssi aivoissa toteutuu, on jotakuinkin avoin kysymys ja emergenssikäsitys – lievästi sanoen – epäselvä. Emergenssi-materialistisessa näkemyksessäkin tajunta jäisi kuitenkin olemaan aineellista ja kausaalilait tulisivat edelleen olemaan aineen kausaalilakeja. Miten emergentti kokonaisuus syntyy rakenteen monimutkaistumisen tietä, sitä emergenssimaterialismi ei pysty sanomaan. Kun se esittää tajunnan ilmiöiden olevan aineen emergentteja ilmenemiä, väite on vailla perusteita. Merkitykset, joilla juuri tajunta operoi, eivät ole aineen emergentteja muodostumia. Tätä korostaa mm. Lauri Rauhala.

---

<sup>2</sup> Enqvist, Kari: ”Olemisen porteilla”, s.223.

Meidän päivinämme tuskin on enää niitä filosofeja, joiden maailmankatsomus rakentuisi puhtaalle idealismille, jonka mukaan kaikki on perimmältään henkeä.

Muutamat irtautuvat fysikalismista ja hyväksyvät ”henkisen” olemassaolon asettumalla yksinkertaisesti dualismiin kannalle. He katsovat, että tajunta eli tietoisuus ja aineelliset ilmiöt ovat kaksi eri maailmaa, joita on kuvattavakin eri käsittein. Mutta se, miten ne vaikuttavat toisiinsa, ”jää nähtäväksi”. Dualistin on pakko myöntää vuorovaikutusta tajunnan ja aineen (aivojen) välillä esiintyvän, mutta se jää selittämättömäksi.

Dualismiin sijasta jotkut filosofit (esimerkiksi Suomessa Georg Henrik von Wright) ovat kannattaneet parallelismia, jossa tajunnan ilmiöt ja aivosolujen aineellinen toiminta nähdään rinnakkaisina ilmiöinä. Joskus tämä tulee esiin epifenomenalismina, jossa nimenomaan ”todellinen tapahtuminen” katsotaan aivotoinnoiksi ja tajunnalliset elämykset niiden ”varjoilmiöiksi”, ts. kognitiivisen tapahtumisen syyt katsotaan aina aineellisiksi aivotapahtumiksi; tajunnallinen myönnetään olemassa olevaksi, mutta ei tapahtumisen syyksi.

Dualismiin mukanaan tuoma psykofyysisen probleema<sup>3</sup> (mind/body problem) on ehkä filosofiselle mielelle tarjoutuvista probleemoista syvällisin. Sitä voi sanoa olemassaolon filosofian (ontologian) ydinkysymykseksi. Mitä ilmeisimmin juuri sen ratkaisemisen vaikeus on saanut eksaktiin tieteeseen taipuvaiset ajattelijat kaihtamaan dualismia.

Psykofyysisen probleemaa voidaan luonnehtia esim. G. H. von Wrightin tapaan kysymyksillä, jotka hän kiteytti esitelmässään Suomen Filosofisen Yhdistyksen kokouksessa 1998 seuraavasti<sup>4</sup>:

”Eikö aineellisista prosesseista pitäisi seurata edelleen vain uusia aineellisia prosesseja? Ja eikö vastaavasti aineellisten prosessien syiden kuuluisi olla aineellisia?” ja ”kuinka ‘tahto’, aineeton tietoisuuden akti, voi synnyttää lihastoimintaa? Eikö ole jonkinlaista ‘animismia’ ja ‘tieteellisen maailmankuvan’ vastaista ajatella, että jollakin aineellisella voisi olla aineeton syy tai että jokin aineeton voisi aiheuttaa jotakin aineellista?”

---

<sup>3</sup> Yleisesti käytetään ilmaisua ”psykofyysinen ongelma”. Se on kuitenkin kielellisesti virheellinen muoto. Itse ongelma ei ole psykofyysinen vaan psykofyysistä koskeva. Siksi käytän ilmaisua: ”psykofyysisen” ongelma!

<sup>4</sup> von Wright, Georg Henrik: Sielu, aivot ja käyttäytyminen, Tieteessä tapahtuu, Vol. 16, Nro 4/1998.

Mainittakoon tässä, että akateemikko von Wright nimeää itsensä mainitussa artikkelissaan *psykofyysisen parallelismin* kannattajaksi. Hänen esityksensä on hyvin lähellä sen jyrkintä muotoa, joka olisi nimeävä *psykofyysiseksi identiteettiteoriaksi*. Hän kirjoittaa mm.: ”Hänen (henkilön) toimintansa päätään kääntäessään on täsmälleen sama asia kuin se, että hänen päänsä kääntyy.” Mihin von Wrightiltä on jäänyt täydellisesti sivuun se vahvasti kokemuksellinen ilmiö, jota arkikielessä kutsumme *tahdoksi*. Henkilön pää kääntyy, *koska* hän kääntää sitä! Mutta eiväthän pään kääntäminen ja sen kääntyminen silloin ole ”sama asia”! – Vielä selvemmin tämä virhe – näkyy, kun hän kirjoittaa: ”...aistimuksemme, mielipiteemme, halumme ja toiveemme jne., on nimi niille tavoille ja muodoille, joilla me subjekteina koemme sen, mitä aivoissamme (hermostossamme) tapahtuu.” Vain aivoissa siis tapahtuu (aineellista) ja kokeminen on vain sen nimeämistä. Tämä on pikemminkin epifenomenalismia kuin parallellismia.

Niin kauan kuin klassinen fysiikka oli kulkenut voittokulkuaan ja leimasi maailmankuvaa, psykofyysisen ongelma päästiin torjumaan pitämällä sitä virheellisesti asetettuna. Kun oli vain aineellista, ei voitu kysyä, mikä muu siihen vaikuttaisi. ”Todellisuudessa” oli vain aineen vaikutusta aineeseen.

Vasta 1900-luvun lopulla kvanttimekaniikka (tai ehkä oikeammin ”kvanttimestiikka”) toi muutoksen ajatteluun. Fysiikka itse oli *aalto-partikkelidualismissa* vääjäämättömästi osoittanut, ettei todellisuus ollutkaan perimmältään biljardipallon-pyöreitä hiukkasia vaan samalla jotakin ”aineetonta”, pelkkiä aaltoja ilman aaltoilevaa substanssia. Oli ajateltava oudosti, että hiukkanen, silloin kun se ei ollut jotenkin, jollakin laitteella havaittavissa, oli ns. *superpositiotilassa*, yhtä aikaa monessa tilassa jollakin todennäköisyydellä kussakin.

Kesti kuitenkin varsin pitkään, ennen kuin sanottiin julki kvanttifysiikan mahdollisuus yhdistää fyysinen ja tajunnallinen toisiinsa. Eräs selkeä ontologinen kannanotto oli kvanttifyysikko Henry Margenaun teos *The Miracle of Existence* (1984). Siinä Margenau kirjoittaa<sup>5</sup>:

---

<sup>5</sup> ”[The mind] is a non-material field, its closest analogue is perhaps a probability field... nor it is required to contain energy in order to account for all the phenomena in which mind interacts with the brain.” (Kursivointi: K.R.)

”[Tajunta] on *ei-aineellinen kenttä*, jonka lähin analogia on ehkä *todennäköisyyskenttä*... sen ei tarvitse sisältää energiaa tuottaakseen kaikki ne ilmiöt, joissa tajunta vuorovaikuttaa aivojen kanssa.”

Margenau teki voimakkaan vaikutuksen J. C. Ecclesiin, joka oli saanut aivotutkimuksistaan v. 1963 Nobel-palkinnon ja jo 1970-luvulla paneutunut brain/mind -probleemaan julkaisten sitten 1990-luvulla (90-vuotiaana) pääteoksensa *The Self and Its Brain*. Myöhemmin Eccles sai työtoverin kvanttifyysikko F. Beckistä, joka tarkensi hänen teoriansa kvanttimekaanista kuvausta.

Eräät *Ecclesin* vahvoin empiirisiin perusteisiin tutustuneet tutkijat, vaikkakin harvat, ovat omaksuneet myös hänen filosofiset päätelmänsä eli hänen *dualistisen interaktionisminsa*, jonka mukaan tajunnalliset tilat voivat kontrolloida fyysistä aivotapahtumista, esim. motoriikkaa. Mikäli Ecclesin idea voidaan kehittää teoriaksi, dualistisuus siitä katoaa ja päästään *monistiseen* tajunnan ja aineelliset aivotapahtumat yhdistävään maailmankuvaan, ns. *mind/brain* -probleeman ratkaisuun. Luvussa 2 esitän oman, matemaattisen teoriaehdotukseni.

Yhtenä ”perimmäisenä kysymyksenä”, joita ontologinen keskustelu sivuaa, on *Jumalan olemassaolon* probleema. Se käydään etupäässä teologisin käsittein ja on siten jätettävä pois tästä tarkastelusta – paitsi siltä osin kuin se liittyy luonnonfilosofiseen ontologiaan.

Uskonnollisena suuntauksena esiin tullut *panteismi* – usko Jumalan kaikkiallisuuteen – on saanut luonnonfilosofiset vastineensa *panpsykismissa* ja *panenteismissa*, joiden mukaisesti kaikki, mikä on olemassa, on Jumalaa tai – tarkemmin – ”Jumalan sielua”.

Luonnontieteellisen katsomuksen sisäistäneistä, varsinkin fyysikoista, suuri enemmistö lienee tätä nykyä *ateisteja*, jotka pitävät varmana sitä, ettei Jumalaa ole. Heidät tunnistaa siitä, että he saattavat puuttua keskusteluun asiasta suu virneessä todeten, ”ettei ole vielä moinen ukko vastaan tullut”.

Helpointa on julistautua *agnostikoksi*: Emme tiedä tätä asiaa, emme voi tietää. (Tällaisena agnostikkona olen minäkin julistanut jotakin sen suuntaista kuin: ”On turha pohtia Jumalan olemassaoloa: jos Jumala on, Hän on, ja jos ei ole, Häntä ei ole, kokonaan riippumatta siitä, uskonko minä hänen olevan vai en”. Jos uskoni on virheellinen, se on oma vikani. Toisen uskoon on suhtauduttava empaattisesti, toista ymmärtäen.) – Luvussa 9 palataan lähemmin tähän ontologian osakysymykseen.

## 2. Uuden ontologian kehkeytyminen

### *Kolme oivallusta*

Tässä teoksessa esitetty käsitys olevaisesta rakentuu kolmelle suurelle oivallukselle, jotka ovat:

- a) Immanuel Kantin ajatus, että ”asioista sellaisenaan” (das Ding an sich) meillä ei ole tietoa – ts. tietomme olevaisesta on aina ihmisen muovaamaa.
- b) Hahmopsykologia, joka osoittaa vahvoin kokeellisin perustein ja havainnoin yksityiskohtaisesti todeksi Kantin oivalluksen osoittaen, miten maailma näyttäytyy ja jäsentyy ihmiselle hänen tulkitsemina hahmoina.
- c) Kvanttimekaniikka, joka kumoaa klassisen fysiikan deterministisen käsityksen kaiken rakentumisesta syy-seurausketjuille, joille ei ole vaihtoehtoja, ja todentaa kokeellisesti indeterministisen tapahtumisen, vaihtoehtojen valikoitumisen aineellisessa maailmassakin (atomitasolla).

On vaikea sanoa, mikä näistä maailmaamme mullistavista oivaluksista on ollut tärkein sen valtavan paradigman muutoksen toteutumisessa, joka on jo läntisessä kulttuurissa selvästi näkyvissä.

### *Hahmopsykologiasta*

Saksalaiset tutkijat Max Wertheimer, Kurt Koffka ja Wolfgang Köhler työskentelivät vuodesta 1910 lähtien jonkin aikaa yhdessä Frankfurtissa psykologian laitoksessa tutkien takistoskoopilla havaintojen tekoa. Heistä vanhin, Max Wertheimer, julkaisi v. 1912 artikkelin ”Experimental Studies of the Perception of Movements”<sup>6</sup>. Tästä voidaan laskea hahmopsykologian saaneen alkunsa. Se muutti juuriaan myöten käsityksen ihmisen suhteesta ulkomaailmaan: Me emme rakenna käsitystämme maailmasta minään palapelinä, vaan kokonaisuutena, jolla on oma merkityksensä ja jonka mukaan sen osat saavat merkityksensä.

---

<sup>6</sup> Muita aikaisia merkittäviä hahmopsykologiaa käsitteleviä teoksia ovat esim. Koffka, Kurt: An Introduction to the Gestalt-theorie (1922), Köhler, W.: Gestalt Psychology. 1929 Koffka, Kurt: Principles in Gestalt Psychology. 1935.

Kokonaisuus ei näin ollen ole mikään osiensa summa, vaan päinvastoin osat ovat jotakin vasta hahmoon kuuluvina.

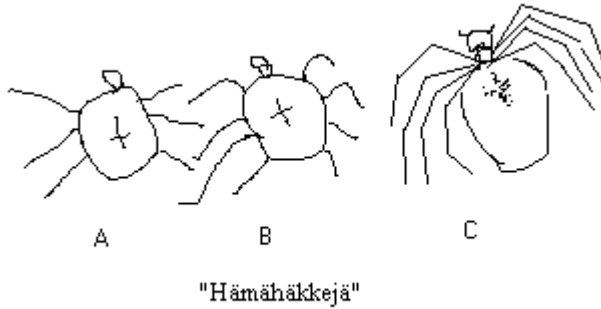
Kiinnostavaa on se, että samaan aikaan Picasso loi ensimmäiset *kubistiset* teoksensa, joissa hän vapauttaa itsensä havaitun ympäristön valokuvamaisesta asetelmasta ja voi hahmottaa todellisuutta haluamallaan itsenäisellä jäsentämistavalla. Tämä oivallus muuttaa perusteellisesti koko taidekulttuurin lukuisiksi vapaan hahmottamisen suunniksi – tuottaa ekspressionismin, surrealismin ja muun ns. modernismin.

### *Hahmojen jäsentymisestä*

Havainto ei siis muodostu valmiina vaan on prosessi, joka etenee diffuusista hahmotuksesta differentioituneeseen eli jäsentyneeseen hahmotukseen. Milloinkaan lopputulos ei ole täydellisesti jäsentynyt. Se on yksilön kehitystasosta ja tilanteen sallimista mahdollisuuksista riippuvainen.

Kuvassa J-1 on havainnollistettu jäsentymiseroja. Jos koehenkilö pannaan yllättäen muistinvaraisesti piirtämään hämähäkin kuva, tulos on yleensä A:n tai B:n kaltainen, ei juuri koskaan C-kuvan tapainen. (Se, että piirrokset ovat muistinvaraisia, ei ole oleellista; lyhytaikainen havainto tuottaa samanlaisia piirroksia, lapsilla pitkäaikainenkin.)

A ja B ovat *diffuuseja* hahmoja siinä suhteessa, että osia on vähän, ne ovat toistensa kaltaisia ja niiden lukuisuus- ja keskinäiset suhteet ovat epämääräisiä: ”Jalkoja” on kolme tai neljä paria, ne ovat epämääräisen muotoisia, yksinkertaisia eikä niillä ole ”niveliä”. Ne lähtevät ”josta-kin”, epämääräisestä paikasta ”keskiruumiissa”. Pää ja ruumis erottuvat, mutta ovat muodoltaan epämääräisiä. (”Risti” muistetaan/havaitaan ilmeisesti siksi, että tunnetuin hämähäkki Suomessa on Sibeliuksen ”Ristilukki”! Sen sijainti ei kuitenkaan ole havainnossa loppuun asti jäsentynyt vaan se sijoitetaan diffuusisti, keskelle selkää.)



*Kuva J-1. Havainnon (ja mielikuvien) jäsentyminen.*

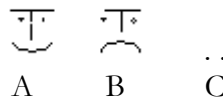
Kuva J-1 C edustaa jäsentyneempää hahmotusta, vaikka ei suinkaan sekään täydellistä. Huomattakoon, että pään ja takaruumiin lisäksi esiintyy myös keskiruumis ja että jalat, joita on neljä paria, lähtevät siitä. Jalat ovat nivelikkäitä – mutta onko nivelten lukumäärä oikea? Takaruumiilla on muoto ("päärynä") ja "risti" sijoittuu sen yläosaan eikä keskelle. – Jäsentyneessä hahmotuksessa on siten lukuisampia yksityiskohtia, hahmon osia, suhteellisen hyvin järjestyneinä ja niillä on itsenäisiä ominaisuuksia.

Jäsentyminen kuvassa J-1 C ei suinkaan ole täydellistä ja lopullista. Siitä puuttuu esim. "karvapeitteen" kuvaus ja arvattavasti monia asiantuntijalle tuttuja yksityiskohtia. Asiantuntijan hahmotus voisi olla täydellisempää, mutta ei sekään *absoluuttisen* täydellistä. *Itse asiassa mikään kuvaus – tai havainto – ei sitä voi olla.*

### *Skeeman mukainen jäsentäminen*

Luonnossa hämähäkin hahmottaminen esiin ympäristöstään perustuu siihen, että havaitsijalla on tietty ennakkokäsitys, *skeema*, malli hämähäkistä.

Mitä on nähtävissä kuvan J-2 kuvioissa?



*Kuva J-2. Skemaattisia hahmoja*



Arvattavasti aivan välittömästi A:ssa nähdään hyväntuulinen naama ja B:ssä pahantuulinen. Välitön hahmotus on tällaisten skeemojen mukaista. Vasta myöhemmin järkeilyn tuloksena voidaan analysoida, millaisista viivoista kuviot muodostuvat.

A:ssa ja B:ssä näkyy eräänlainen katse, joka kohdistuu havaitsijaan, tuijotus. Mutta tuijotuksen hahmottaminen toteutuu välittömästi jo niinkin yksinkertaisessa kohteessa kuin C. Tämä on psykologiselta kannalta ymmärrettävää: Viidakossa tuijotuksen havaitseminen oli oleellisen tärkeää. Eikä kehittynyt ihminenäkään ole kadottanut tätä kykyä vaan hänellä on ”kulttuurinsa alitse primitiivisen ihmisen havaitsemisen kyky” (Kaarlo Marjanen).

Vaistotoiminnoissa skeemojen mukainen hahmottaminen on keskeinen pürre.

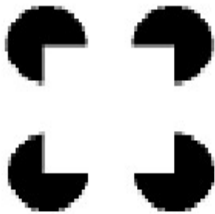
### *Hahmon olemassaolosta*

Hahmottuminen näyttäytyy meille kokemuksessamme joka hetki, jokaisessa ymmärryksen tuokiassa. Se ei liity vain aistihavaintoihimme vaan myös kuvitteluun ja ajatteluun. Se ei rajoitu vain näköhavaintoon vaan muihinkin, esimerkiksi musiikin kuulemiseen, sen vastaanottamiseen, ymmärtämiseen.

Hahmopsykologia antaa suurpiirteisen, mutta sitäkin tärkeämmän vastauksen kahteen kysymykseen:

Mitä ihminen kokee (näkee, kuulee, kuvittelee)?

Mitä on olemassa?



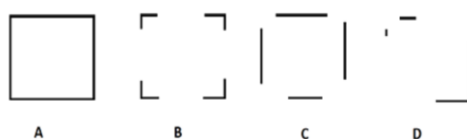
Jos katson kuvaa J-3, mitä silloin koen? Näenkö siinä selvästi valkoisen neliön? Kyllä. — Onko se olemassa? Millä perusteella voisin väittää, ettei neliön kuvaa muka ole? Jos niin tekisin, minun olisi todettava myös samoin perustein, ettei mustia ympyröitäkään ole.

*Kuva J-3*

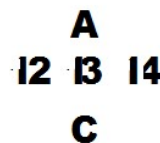
Kun *hahmotan* valkoisen neliön, oikeastaan hahmotan valkoista *taustaa* vasten kuvion, *kokonaisuuden*, jossa on ”valkoinen neliö nurkistaan mustien ympyröitten päällä”. Lainausmerkit kuuluvat asiaan, koska

tämä on *minun* hahmotukseni. Joku toinen voi hyvinkin käyttää toisia sanoja hahmotuksestaan. Joku, maalla kasvanut, voi sanoa näkevänsä kuvan sian sorkanjäljistä liejussa. Mutta tuskin hänkään voi välttyä huomaamasta samalla neliötä. Hänelle sorkkien jäljet luovat hahmokvaliteetin ja neliö on toissijainen hahmon osa. Minulle hahmokvaliteetti on tuo neliö, mutta sen sijaan nuo mustat ympyrät, joiden ”päällä” se on, toissijaisia hahmon osia, tosin välttämättömiä.

Kuvassa J-4 näen neljän kuvion sarjan, joissa jokaisessa hahmottuu neliö, myös kuviossa D. Jos olisin nähnyt vain sen, tuskin olisin sitä neliöksi hahmottanut, mutta minulle oli syntynyt A:n havaittuani *odotus*, malli, nähdä myös B:n, C:n ja D:n hahmottamisessa neliö. Näistä tutuista odotuksista tavallinen maailmamme saa olemassaolonsa. Uutta on vaikea hahmottaa.



Kuva J-4



Kuva J-5

Kuvassa J-5 tulee selvästi esiin hahmopsykologian peruslause, että *hahmo on kokonaisuus* eikä se ole osiensa summa. Jos osista voidaan puhua, ne saavat *merkityksensä* kokonaisuudesta, koko kuvion hahmokvaliteetista, vaikka niillä on omakin hahmokvaliteettinsa. Siten kokonaisuus määrää, miten osa tulkitaan. Kuvassa J-5 esiintyy hahmon keskellä B, jos kokonaisuus hahmotetaan sarakkeen dominoimalla tavalla: *kirjain* B. (Tällöin 12 ja 14 ovat vain jonkinlaisia ”lisiä” ja niillä on sellaisina numeroiden hahmokvaliteetti.) Jos kokonaisuus hahmotetaan vaakarivin dominoimalla tavalla, numeroiden jonoksi, keskellä oleva osa on 13 ja saa kokonaisuuden mukaisesti numeron merkityksen. *Kokonaisuus määrää osan hahmokvaliteetin!* Osa saa oman hahmokvaliteettinsa kokonaishahmotuksen mukaisesti. Kuviossamme keskellä oleva osa on ”13”, jos hahmotetaan numeroiksi, ja ”B”, jos hahmotetaan kirjaimiksi. — Jos havaitsija (esim. lapsi) ei tunne (odota, mallinna) kirjaimia eikä numeroita, hän hahmottaa ”suttua” ja erikseen osat ovat

”suttuja”, kaikki siis samanlaisia. *Diffuusille hahmottamiselle* tunnusomaista on juuri osien hahmottaminen toistensa kaltaisiksi.

*Diffuusi, ei jäsentynyt ja differentioitunut, jäsentynyt hahmo*

Kehitys on hahmon jatkuvaa *differentioitumista*, jäsentymistä. Se esiintyy ”aineellisella” tasolla kehitysopin mukaisesti lajien erilaistumisena, elimistöissä alkion (tai sikiön) jäsentymisenä erilaisiksi kokonaisuuden osiksi ja samalla osien *erikoistumisena* eri tehtäviin, ja maailmaa kokevan elimistön (kuten ihmisen ja ”korkeimpien” lajien) kokemusmaailman jäsentymisenä erilaisiksi malleiksi, joilla on oma erikoistunut tehtävänsä maailman tulkinnassa. Vieläpä havaintoprosessikin käy läpi – jopa sekunnin murto-osassa – samat kehityksen vaiheet ”suttuisesta”, *diffuusista*, kokonaistulkinnasta havainnon osien syntyyn ja tulkintaan.

Kehittyvän yksilön maailma hahmottuu – hahmottuu ja jäsentyy – joka hetki, joka minuutti, joka sekunti. Tieto virtaa tulkintamalleina, tarkkaan jäsentyneinä, luotettavina – tai vähemmän luotettavina.

*Vaihdantakuvioista*



*Kuva 1-6. Maljakko vai kaksi kasvojen profiilia*

On niitäkin, jotka uskovat vahvasti kaiken olevan vain atomien liikettä, leikkiä, niin ettei mitään henkistä ole olemassa. Niinpä on aihetta esittää kuva 6 ja kysyä. näkyykö siinä valkoinen maljakko vai kaksi ihmisen mustaa profiilia.

Pienin väliajoin kuva vaihtuu maljakoista profiileihin ja päinvastoin. Jokainen voi jopa itse päättää, milloin tuo muutos tapahtuu. Mutta se tunnetaan varmalta, ettei mustan värin molekyyleissä mitään muutosta tapahdu eikä valkoisen paperinkaan.

### *Kaikki on hahmoa*

Hahmottamisen näkökulmasta yksilölle maailma on yksi suuri hahmo, jolla on maailman hahmokvaliteetti ja siitä jäsentyvät osina tähtisumut, joilla on ”tähtisumut maailman osina” -hahmokvaliteetit, tähdet tähtisumujen osina, kiertotähdet, Maa, Kuu – kaikki omine hahmokvaliteetteineen jäsentyneinä maailman osiksi jne. Aina se, mikä jotakin kokonaisuutta luonnehtii, se on hahmokvaliteetti.

*Kaikki on hahmottumista*, kaikella, mikä erottuu omaksi kokonaisuudekseen, on hahmonsa. Kun kuljen sumussa, koko maailma voi olla ”yhtä suttua”, diffuusia, jäsentymätöntä hahmoa, jossa ei erotu erilaisia osia, ”sutun” osat ”suttua” nekin ja vain sitä. Mutta kun sumu hälvenee, metsä ympärilläni jäsentyy suunnattoman runsaisiin yksityiskohtiin, osiin, jotka ovat maailmaa, mutta samalla puita, ruskeita runkoja, kauniita oksia, neulasia, käpyjä.

Mitä siis on olemassa? Aine on olemassa, sikäli kuin se on osana hahmoa, mutta itse hahmot ovat varsinaisesti olemassa olevia. On siis olemassa muutakin kuin ainetta, paljon tärkeämpää, hahmottumisen prosessit – ja niihin ihmisellä on tajunnassaan kosketus.

Mutta mitä on *se jokin, joka hahmottuu*. Vastaus siihen on Immanuel Kantin ”Terveen järjen kritiikin” perusajatus: *Asioista sinänsä (an sich) emme voi mitään tietää*.

## 3. Fenomenologiasta

Eräänlaisena idealismin modernina kehitelmänä voidaan pitää fenomenologiselle psykologialle rakentuvaa *fenomenalistista* filosofian suuntausta, joka nojaa vahvasti hahmopsykologiaan. Fenomenologia antaa keskeisen aseman ihmisen kokemusmaailmalle, *tulkitulle* maailmalle – kieltämättä kuitenkin vain tulkitussa muodossa. ”Koko maailma (sisäinen ja ulkoinen) ymmärretään tajunnassa; muuta tietoa ei ole.”

(Eero Rauhala, 2014) Ja hän jatkaa fenomenologisesta asenteesta: ”Miten maailma ilmenee, riippuu ihmisestä. Informaatio maailmasta käsitteellistyy, suodattuu, tulkkiutuu tajunnassa *merkityksiksi, ymmärryksi, tiedoksi*. Tämä on subjektiivista. – Yksilötasolla merkitykset konstituivat aikaisemman ymmärrysperustan, *horisontin*, avulla.”

On, kuten Egon Friedell kirjoitti aikanaan vaikuttavasti teoksessaan Uuden ajan kulttuurihistoria: *”Me emme ollenkaan tiedä, mitä luonto on, emme milloinkaan saa sitä tietää. Kaikki on taidetta, se on: ihmisen lävitse kulkenutta luontoa.”*

Seuraava Werner Heisenbergin esittämä ajatus täsmää hyvin fenomenologiaan ja tuo samalla esiin tieteen filosofian ytimen: ”Mitä havaitsemme, se ei ole luontoa itseään vaan meidän kysymysmenetelmämme paljastamaa luontoa.”<sup>7</sup>

Fenomenologia on hyödyntänyt vahvasti hahmopsykologian ja kehityspsykologian tarjoamia kokeellisia tuloksia sekä psykoterapiassa kertyvää tietoa ja terävöittänyt introspektiota. Se on pitänyt luonnollisena asiana *dualismia* ja sen pohjalle rakentuvia ihmisen fyysisen ja henkisen ”olemuspuolen” välisiä kausaalisia suhteita, mutta ei ole tarjonnut teoreettista viitekehystä näiden suhteiden analyysiin eikä selittämiseen. Tältä osin fenomenologia – suurista ansioistaan huolimatta – jättää näin todellisuuskuvan tulkinnan ja ymmärryksen vajavaiseksi.

Fenomenologiaan palataan tarkemmin luvussa 8.

Luvuissa 1-2 käydään tarkastelemaan kvanttimekaanista, modernia kuvaa aineellisesta maailmasta ja luvuissa 3-6 aineen ja tajunnan vuorovaikutusta eli pyritään ratkaisemaan mind/brain- eli psykofyysisen problemaa kvanttiprosessien valossa. Luvut 7 ja 9 esittelevät informaatiofilosofian ja possibilianismin uusinta antia ontologialle.

---

<sup>7</sup> ”What we observe is not nature itself but nature exposed to our method of questioning.”

## Luku 1

### Olevainen kvanttiteorian näkökulmasta. Diskreetti proses- simalli<sup>8</sup> (DPM)

Jos tämä luku herättää kuvan paljosta ”matemaattisuudesta”, on syytä huomauttaa, että – päinvastoin – tämän luvun yksi tarkoitus on osoittaa, miten kvanttimekaaniset laskelmat nimenomaan yksinkertaistuvat siirryttäessä käyttämään diskreettiä esitystapaa. Finiitti tarkastelutapa tosin pakottaa tyytymään approksimaatioihin, mutta kun tietokoneohjelmien nopeus on kasvanut tavattomasti, ei enää ole suuriakaan vaikeuksia päästä varsin tarkkoihin approksimaatioihin. Lisäksi nimenomaan simulointi tarjoaa ratkaisumahdollisuuden sellaisiinkin probleemoihin, joiden yleinen algebrallinen ratkaisu olisi matemaattisesti äärimmäisen komplisoitua, ellei käytännössä peräti mahdotonta.

Diskreetin tarkastelun keskeinen etu on siinä, että se tarjoaa helposti ymmärrettävän esitystavan, jonka laskuesimerkit avautuvat maallikollekkin. Herää kysymys, eikö standardimallien rinnalla olisi syytä harrastaa niille analogisten diskreettien mallien viljelyä, jos ei muuten niin kvanttimekaniikan saattamiseksi laajan yleisön ymmärryksen piiriin. Tämä puolestaan avaisi tien monien filosofisten kysymysten käsittelyyn uudelta pohjalta.

---

<sup>8</sup> Jos arv. lukija on kvanttimekaniikkaan perehtynyt, hän on arvattavasti ”schrödingeriläinen”, ottanut lähtökohdaksi aaltomekaniikan eikä näinollen voi suvaita mitään diskreettiä kvanttiprosessien tarkastelua. Häntä ajatellen sopii tässä siteerata Tuomo Suntolaa: ”’Oikeiden ennusteiden’ tuottaminen kertoo, että valituista alkuolehtamuksista voidaan matemaattisesti johtaa havaintoja vastaavat tulokset. *Se ei poissulje sitä, että vastaavat tulokset voidaan johtaa myös toisenlaisista alkuolehtamuksista lähtien.*” (Kursivointi K.R.)

## 1.1 Superpositiotila. ”Kvanttivirkamies”

Mistä diskreetissä prosessimallissa (DPM) on kysymys? – Kari Enqvistin kirjassa ”Olemisen porteilla” tästä on selkeäsanainen esimerkki: ”... kvanttimekaaninen tila sisältää hiukkasen kaikki mahdolliset ilmiasut. Kvanttivirkamiehen tilaa kuvaisi tällöin summa *töissä ja kotona*. Valtion virastoissa noudatettavana työaikanakaan virkamiehemme ei olisi täysin *töissä*. Se ei kuitenkaan tarkoittaisi, että pöytänsä takana hänen ääriiivansa olisivat hieman sumuiset tai että hänen katseensa harittaisi ja hän unohtaisi asioita, vaan että teorianamme mukaan hän ei todellakaan olisi oikein missään.” (Olemisen porteilla, s. 112)

Se, että ”kvanttivirkamies” on *töissä ja kotona* vaatii lisäyksen: määrättyllä todennäköisyydellä töissä ja määrättyllä todennäköisyydellä kotona. Diskreetissä prosessimallissa tämä kuvataan *tilavektorilla*, jossa nuo todennäköisyydet kerrotaan, esimerkiksi:

*Kvanttiolion tilavektori (K = kotona, T=töissä):*

|    | K  | T  | Summa |
|----|----|----|-------|
| V: | .6 | .4 | 1     |

Tilavektorissa V todennäköisyydet voivat olla mitä desimaalilukuja tahansa välillä  $0 < p < 1$ , kunhan niiden summa = 1. (Tällaista vektoria kutsutaan Markov-vektoriaksi.) – Jos nuo todennäköisyydet olisivat .5 ja .5, se merkitsisi, ettei olopaikasta voi tietää mitään. Jos ne ovat: 1 (kotona) ja 0 (töissä), silloin virkamies ei oikeastaan ole mikään ”kvanttiolio” vaan tavallinen virkamies (joka on kotona).

Systeemin sanotaan olevan *superpositiotilassa* silloin, kun se on samanaikaisesti useassa (elementti-)tilassa – jokaisessa niistä jollakin todennäköisyydellä. – Tilavektori kuvaa superpositiotilaa.

*Kvanttiteoreettinen tarkastelu on kysymyksessä silloin, kun objektin (entiteetin, systeemin, olion) tila kuvataan superpositiotilana.* Klassinen fysiikka (kuten arkiajattelukin) perustuu olettamukseen, että objektin tila on aina määrätty (eli on tuossa tilassa todennäköisyydellä 1). – Aineellisena havaittava objekti on siis superpositiotilan yksi rajatapaus, ”surkastunut tila”.

Kun edellä esitetty ”kvanttivirkamies”-kertomus on saattanut antaa sen vaikutelman, että kvanttimaailman tarkastelu on pelkkää hupiohjelmaa ja mielikuvitusta, on syytä seuraavassa tutustua siihen vakavassa

mielessä ja ankaraa kokeellisen tutkimuksen tietä. Siksi tutustumme seuraavassa ns. Youngin kaksoisrako-kokeeseen.

Thomas Young oli kiinnostunut valon luonteesta ja halusi selvyyttä kysymykseen, oliko valo koostunut erityisistä valohiukkasista vai oliko se aaltoilua ”etterissä”. Kun hän keksi lähettää valoa kahden lähellä toisiaan olevan raon kautta jonkin matkan päässä olevalle seinämälle, hän sai havaita valon muodostavan sille kirkkaista ja himmeistä juovista koostuvan kuvion – ikään kuin järvellä kahdesta salmesta tulevat aaltorintamat olisivat yhteisrintamana osuneet rantaan. Young oli näin ”todistanut”, että valo on aaltoliikettä (”etterissä”).

1900-luvun alussa päästiin asiassa eteenpäin, kun mm. Albert Einsteinin saamat tulokset ns. mustan kappaleen säteilystä osoittivat, että valo koostui pienempien ”valopaketeista” eli hiukkasista, ”fotoneista”. Oli noussut esiin ns. *aalto-hiukkas-paradoksi*: valo näytti kulkevan kaksoisrakokokeessa aaltolina, mutta iskeytyvän seinämään hiukkasten osumina.

Sivuutamme monen vuosikymmenen ajan 1900-luvulla jatkuneen keskustelun aalto-hiukkas-paradoksin tiimoilta – aina vuoteen 1998 asti, jolloin japanilainen Tonomura teki teknisesti nerokkaan kokeensa *yksittäisillä elektroneilla* fotonien sijasta (ja tarjoaa meille tilaisuuden diskreettiä kvanttiteoriaa käyttäen avata tuon paradoksisolmun).

## 1.2 Diskreetti prosessimalli (DPM) esimerkin valossa: kaksoisrakokoe

### 1.2.1 Tonomuran tutkimus

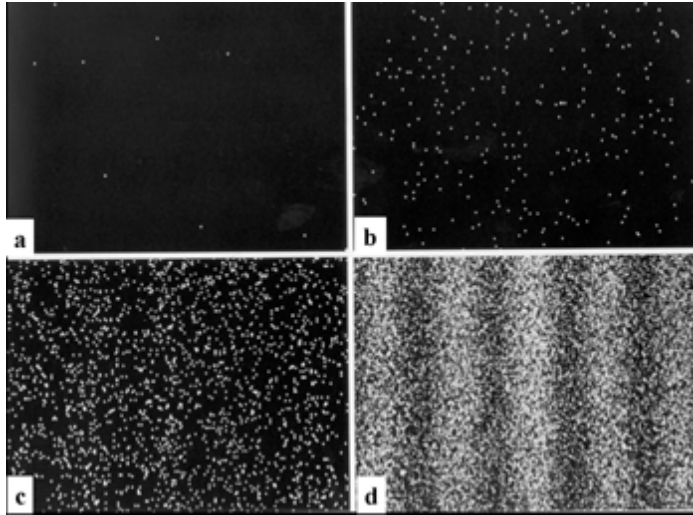
Se, että juovat muodostuivat ”todella” hiukkasten osumista, kävi selväksi, kun New Scientist -lehdessä julkaistiin 27.5. 1998 japanilaisen Tonomuran sensaatiomaiset tutkimustulokset, jotka hän oli saanut lähettämällä kaksoisrakokokeessa valon asemasta *elektroneja*, vieläpä yhden hiukkasen kerrallaan<sup>9</sup>, ks. kuvaa 1.1. Kuva esittää osumien jakautuman kokeen eri vaiheissa – kun on lähetetty 8, 270, 2000 ja lopulta 60.000 elektronia.

---

<sup>9</sup> Tämän kokeen simulaatio on nähtävissä videoesityksenä internetissä, esim. Google-hakusanoilla ”Tonomura double slit”.



Kuvasta 1.1.b on laskettu, miten monta osumaa tulee kuhunkin liuskaan, jos kuva jaetaan täsmälleen yhtä suuriin pystyliuskoihin (sarakkeisiin). Luokkia on tässä kahdeksan. Kun lasketaan luokkien suhteelliset frekvenssit, ks. kuva 1.2, saadaan esiin kuhunkin luokkaan osumisen todennäköisyydet eli elektroniosuman *tilavektori*.



Kuva 1.1. Tonomuran tutkimustulokset, elektronien määrät:  
8 (a), 270 (b), 2000 (c), 60000 (d).

Kuva: <https://www.hitachi.com/rd/research/materials/quantum/doubleslit/index.html>



Kuva 1.2 Tonomuran kaksoisrakokokeen tulokset: luokkien suhteelliset frekvenssit. Jäljitelmä japanilaisen tutkimusryhmän tuloksista, jossa tuotettiin hiukasten osumia varjostimelle (New Scientist 27.5.1989, s.39)

Nyt tulee esiin kvanttimekaniikan eräs ”outous”: Hiukkanen muuttuu-kin aalloksi! Kohdatessaan raot se etenee niiden läpi kuin aalto. Tämä on se aaltohiukkas paradoksi, joka on vaivannut fyysikoitten ajatuksia kvanttimekaniikan alusta alkaen, mutta on täytynyt vain hyväksyä

kvanttimekaniikan kummallisuutena. Diskreetti prosessimalli on sen sijaan substanssivapaa. Se käsittelee systeemejä, joiden tiloja prosessissa kuvataan tilavektoreilla. Siinä erityistapauksessa, että tilavektoriksi muodostuu ykkös-vektori (yksi 1 ja muut elementit nolliä), tulkitaan systeemi aineelliseksi – muuten (siis silloin, kun tilat ovat superposiatioita, aidolla Markov-vektorilla kuvattavia) on kysymyksessä kvanttisysteemi. Paradoksia ei synny.

Kun etsitään mallia Tonomuran tulosten kuvaamiseksi kvanttisysteemin prosessina, ajatellaan, että raot kohdatessaan systeemi jakautuu kahdeksi osasysteemiksi, jotka sen jälkeen interferoivat keskenään. (Interferenssi tulee yksityiskohtaisesti esille luvussa 2. Tässä voi havainnollisesti ajatella kahta aaltoa, jotka kohtaavat toisensa kahdesta salmesta mentyään.) Kummallakin osasysteemillä on oma 8 luokkaa (elementtiä) käsittävä tilavektorinsa. Ne ovat jotenkin pääteltävät teoreettisesti – tai *arvattava*.

Avuksi tulee se huomio, että vektoreitten tulee täyttää tietyt symmetriavaatimukset. Kummankin raon tilavektoreitten tulee olla symmetrisesti jakautuneita huippujen (rako 1:n vektorissa elementti 3 ja rako 2:n elementissä 5) suhteen.

Ensin on oletettava rakoa R1 vastaava vektori R1, jossa p-arvot ovat symmetriset huipun suhteen seuraavasti:

$$R1: \quad (.16 \quad .10 \quad .20 \quad .10 \quad .16 \quad .08 \quad .14 \quad .06) \quad \sum = 1$$

Sen jälkeen muodostetaan R2-tilavektori symmetrian saavuttamiseksi seuraavanlaiseksi:

$$R2: \quad (.14 \quad .08 \quad .16 \quad .10 \quad .20 \quad .10 \quad .16 \quad .08) \quad \sum = 1$$

Kuten huomataan, R2 on sama kuin R1, mutta siirrettynä kaksi askelta oikealle.

Edellä esitettyjen kahden raon tilavektoreitten R1 ja R2 interferenssin<sup>10</sup> tuloksena saadaan 2 desimaalia käyttäen vektori:

---

<sup>10</sup> Interferenssin laskutapa tulee esille luvussa 2.

Int(R1, R2): (.17 .06 .25 .01 .25 .06 .17 .03)  $\sum = 1$

Tonomura: (.11 .05 .21 .06 .23 .06 .19 .09)  $\sum = 1$

Rivi ”Tonomura” näyttää vertailun vuoksi hänen kokeistaan saamansa tulokset.

Diskreetti kuvaustapa toimii!

### 1.2.2 David Harrisonin kaksoisrakosimulaatio ja DPM

Google-haulla: two-slit experiment → The Feynman Double-Slit löytyy David Harrisonin artikkeli (2002), jossa on mukana simulaatioesitys yksittäisistä peräkkäisistä osumista double-slit- eli kaksoisrakokokeessa. Internetin käyttäjä voi seurata yksittäisten osumien asettumista vähitellen jakautumakuvioksi näytölle.

Seuraavassa on selostus simulaatiotuloksista laskettuna kolmesta simulaatiosta, joissa on yhteensä 1200 osumaa. Tulokset näkyivät simulaation tuloksena itse asiassa 45 luokassa. Seuraavassa luokat on yhdistetty 9 luokaksi, laskettu luokkafrekvenssit ja edelleen suhteelliset frekvenssit:

|              | 1)   | 2)   | 3)   | 4)   | 5)   | 6)   | 7)   | 8)   | 9)   | $\Sigma$ |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Simuloitu p: |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |
|              | .135 | .043 | .178 | .031 | .234 | .032 | .175 | .025 | .153 | 1.006    |
|              |      |      | R1   |      |      |      | R2   |      |      |          |

Luokat 3 ja 7 edustavat selvästikin rakojen jakautumien keskikohtia, ”rakomaksimeja”.

”Arvausvektoreiksi” otettiin (kahden arvauksen jälkeen):

|     |     |     |     |     |      |     |     |      |     |              |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|--------------|
| R1: | .16 | .05 | .21 | .05 | .17  | .07 | .10 | .07  | .10 | $\sum = .99$ |
|     |     |     |     |     | max. |     |     |      |     |              |
| R2: | .10 | .07 | .10 | .07 | .17  | .05 | .21 | .05  | .16 | $\sum = .99$ |
|     |     |     |     |     |      |     |     | max. |     |              |

(Huomaa R1:n ja R2:n symmetria maksiminsa suhteen.)

Interferenssi:

|    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| I: | .137 | .030 | .179 | .030 | .247 | .030 | .179 | .030 | .137 | $\sum = .999$ |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|

Vertailu kahdella desimaalilla Harrison-simulaation tuloksiin:

Simuloitu p:

.14 .04 .18 .03 .23 .03 .18 .03 .15  $\Sigma = 1.01$

I: .14 .03 .18 .03 .25 .03 .18 .03 .14  $\Sigma = 1.01$

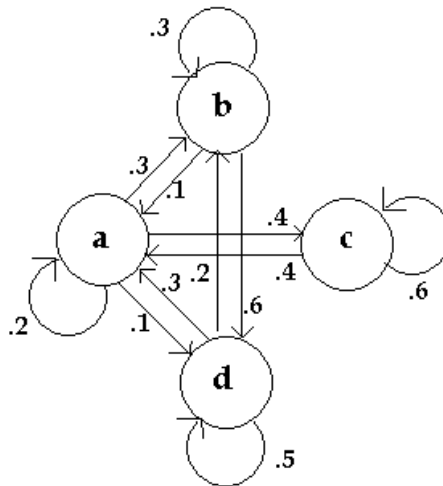
Estimaatti on erittäin osuva.

### 1.3 Systeemin muutosprosessi

#### 1.3.1 Muutosprosessi siirtymä- eli transitiomatriisina

Tila-avaruus ja tilojen väliset transitiomahdollisuudet ovat kuvattavissa graafiteoreettisena esityksenä kahteen suuntaan suunnatulla (directed) *graafilla*, jossa tilat ovat graafin *solmuja* (vertices) ja transitiomahdollisuudet *nuolia* solmujen välillä, *suunnattuja välejä* (directed edges). Graafin jokaiseen nuoleen liitetään siirtymän todennäköisyyttä kuvaava luku eli *transitiotodennäköisyys*.

Kuvassa 1.3 on esitetty 4:n elementin tila ja transitiotodennäköisyydet.



Kuva 1.3 Neljän tilan a, b, c ja d väliset transitiot suunnattuna graafina.

Transitiotodennäköisyydet kustakin graafin solmusta, tilasta, toiseen voidaan esittää *transitiomatriisilla* kuten taulussa 1.3, joka vastaa graafia kuvassa 1.3. (Jos transitiotodennäköisyys on 0, sitä voidaan havainnollistaa graafissa jättämällä vastaava nuoli pois. Näin on tehty kuvan 1.3 graafissa b:n ja c:n sekä c:n ja d:n välillä.)

*Taulu 1.3. Neljän tilan väliset transitiotodennäköisyydet  $T$*

|          | <b>a</b> | <b>b</b> | <b>c</b> | <b>d</b> |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>a</b> | .2       | .3       | .4       | .1       |
| <b>b</b> | .1       | .3       | 0        | .6       |
| <b>c</b> | .4       | 0        | .6       | 0        |
| <b>d</b> | .3       | .2       | 0        | .5       |

Transitiomatriisissa siis kukin vaakavektori (rivi  $i$ ) ilmoittaa siirtymistodennäköisyydet tilasta  $s_i$  muihin tiloihin (mukaan luettuna  $s_i$  itse).

Diskreettien prosessien teoria on sikäli esitystavaltaan ”väljä”, ettei siirtymien, ”kvanttihyppyjen”, pituuden aikayksiköissä mitaten tarvitse olla yhtä suuria. Oletetaan vain, että siirtymä (prosessin tilan ”arpominen”) tapahtuu yhden aika-askelen kuluessa. Havainnollisinta on kuitenkin ajatella, että ne ovat ajanmittaustapamme mukaisesti määritettäviä ja yhtä pitkiä, vuosi, yksi tunti, yksi sekunti,  $10^{-12}$  sekunti tms. Tästä on myös se etu, että transitiomatriisista, joka on määrätty aika-askelen  $t$  mukaisesti, voidaan laskea transitiomatriiseja – käyttäen aika-askelena jotakin  $t:n$  monikertaa,  $nt$  – kuten tuonnempana ilmenee.

### 1.3.2 Kvanttivirkamies uudelleen

Kuten muistetaan, Enqvistin ”kvanttivirkamies” on kotona ja töissä, kummassakin tietyllä todennäköisyydellä, minkä voimme ilmaista *tilavektorin* avulla. Esimerkiksi:

*Tilavektori  $V$  hetkenä  $t$  ( $K = \text{kotona}$ ,  $T = \text{töissä}$ ):*

|                | <b>K</b> | <b>T</b> |
|----------------|----------|----------|
| Todennäköisyys | (.6      | .4)      |

”Kvanttivirkamies” on siis tilassa, jossa todennäköisyys olla kotona on .6, ja töissä .4. – On kuvattu nyt yksi kvanttitila. Mutta miten etenee kvanttimaailmassa prosessi? – Diskreetissä kuvauksessa *kvanttievoluutio*

on prosessi, jossa tapahtuu kunakin *aika-askeleena* transitio eli siirtymä yhdestä kvanttitiilasta toiseen määrättyllä todennäköisyydellä<sup>11</sup>. Nämä esittää *transitio- eli siirtymämatriisi*, joka kuvattiin edellä luvussa 1.3.1.

*Aika-askele* on diskreetissä kuvauksessa oleellinen, muuten ei todennäköisyydellä prosessin kuvauksessa olisi mieltä. – Mikä sitten on aika-askeleen pituus? Edellä jo esitettiin, että periaatteessa se on kussakin kuvauksessa vapaasti valittavissa. Yksinkertaisinta on pitää sitä jonkin tavallisen aikayksikön mittaisena, mutta vakiona koko tarkastelun ajan. Esimerkissämme voimme olettaa transitiomatriisin seuraavanlaiseksi:

*Tilavektorit  $V$  hetkenä  $t$  eli transitiomatriisi:*

|   | K   | T   |           |
|---|-----|-----|-----------|
| K | (.6 | .4) | Summa = 1 |
| T | (.2 | .8) | Summa = 1 |

Transitiomatriisi kertoo siis ainakin seuraavat kaksi asiaa: a) kvanttiolio on hetkenä  $t_1$  *sekä* K:ssa todennäköisyydellä .6 *että* T:ssä todennäköisyydellä .4 ja b) olio *siirtyy* todennäköisyydellä .4 niin, että on seuraavana hetkenä  $t_2$  kvanttitiilassa T – taikka *jää* entisekseen todennäköisyydellä .6.

Huomattakoon siis, että transitiomatriisin *diagonaalien* luvut (.6 ja .8) ilmaisevat *elementtitiilaan jäämisen* todennäköisyyttä. – Jos aika-askeleeksi on valittu esimerkiksi 1 tunti ja kvanttivirkamies-”systeemi” on ollut K-vaakavektorin kuvaamassa tilassa eli ”kvanttikotona”, todennäköisyys sille, että tämä on siellä tunnin kuluttuakin, on 0.6.

Enqvistin kertomusta noudattaen ”kvantti-kotonaolo” on siis vektorin ilmaisema systeemin yksi vaihtoehto (elementti). Jos löytäisimme virkamiehen kotoa tai hän vastaisi sieltä puhelimeen, hän olisikin meille varmuudella tavallinen virkamies eikä mikään kvanttivirkamies vaan ”muuttunut aineelliseksi olioksi” ja silloin hänen tilansa olisi kuvattavissa tilavektorilla:

|   | K  | T  |           |
|---|----|----|-----------|
| K | (1 | 0) | Summa = 1 |

<sup>11</sup> Heisenbergilla esiintyy tämä keskeinen käsite: Übergangswahrscheinlichkeit.

Aineellisen olion tila voidaan sekin kuvata tilavektorilla, kuten yllä on tehty ja on siis erityistapaus kvanttitiloista; sitä kuvaa ns. ”ykkösvektori”, joka ilmaisee, että olio, systeemi, on varmasti jossain aivan määrättyssä tilassa eikä hortoile yhtäaikaaisesti monissa kvanttimaailman vaihtoehtoissa. – Voidaan sanoa, että ykkösvektori kuvaa *aineellista*, mitä se sitten filosofisesti tarkastellen mahtaakin merkitä.

Mikä estää meitä laajentamasta kertomustamme kvanttivirkamiehestä. Voimme hyvinkin olettaa, että on varsin relevanttia olettaa hänen poikkeavan työmatkallaan baarissa (B). Tällöin tilavektoreissa on otettava huomioon 3 elementtitilaa ja kuvaus on esimerkiksi seuraavanlainen transitiomatriisina:

*Kvanttiolion tilavektori (K = kotona B= baarissa T=töissä):*

|    | K   | B  | T   |
|----|-----|----|-----|
| K: | (.6 | .2 | .2) |
| B: | (.7 | .1 | .2) |
| T: | (.3 | .1 | .6) |

### 1.3.3 Kvanttiprosessin transitiotapahtuma

*Taulu 1.4 Transitioprosessin simulointi, numeerinen esimerkki*

Prosessin alkutila = s0

|    | Transitiomatriisi |    |    |    | Kumulatiiviset todennäköisyydet (k) |    |    |     |
|----|-------------------|----|----|----|-------------------------------------|----|----|-----|
|    | s0                | s1 | s2 | s3 | s0                                  | s1 | s2 | s3  |
| s0 | .2                | .1 | .5 | .2 | .2                                  | .3 | .8 | 1.0 |
| s1 | .4                | .3 | .2 | .1 | .4                                  | .7 | .9 | 1.0 |
| s2 | .1                | .6 | .1 | .2 | .1                                  | .7 | .8 | 1.0 |
| s3 | .1                | .2 | .5 | .2 | .1                                  | .3 | .8 | 1.0 |

Prosessin kulku (seuraavassa r tarkoittaa satunnais- eli random-lukua):

Alkutila s0, arvonta:

$r = .26$ ,  $r < .8$ , tulos arvonnasta = s2, aktualisoituva tila on siis s2,

$r = .36$ ,  $r < .7$  riviltä s2, tulos arvonnasta = s1, prosessi tilassa s1,

$r = .64$ ,  $r < .7$  riviltä s1, tulos arvonnasta = s1, prosessi tilassa s1; jne.

Prosessin *polku* on siis: s0, s2, s1, s1..., jne.

### 1.3.4 Transitiomatriisin ominaisuuksia. Ominaismatriisi

Transitiomatriisilla on se ominaisuus, että matriisia potensseihin korottaessa sen kaikki rivivektorit lähestyvät tiettyä vektoria, jota sanotaan ”fixed point” -vektoriksi, ja rivivektorit muuttuvat siis kaikki täksi samaksi vektoriksi:

*Taulu 1.5 Matriisi ja sen potensseja:*

|    | $M^1$   | $M^2$     | $M^3$       | ... | $M^5$       | ... | $M^{10}$    |
|----|---------|-----------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| s0 | [.2 .8] | [.52 .48] | [.392 .608] |     | [.423 .577] |     | [.429 .571] |
| s1 | [.6 .4] | [.36 .64] | [.456 .544] |     | [.433 .567] |     | [.429 .571] |

Taulussa 1.5 ”fixed point” -vektori on siis kolmen desimaalin tarkkuudella (.429, .571). Tämä saavutetaan jo 10. potenssissa, mikä merkitsee sitä, että systeemi on 10 aika-askeleen kuluttua – ja siitä edelleen – tilassa s0 todennäköisyydellä .429 ja tilassa s1 todennäköisyydellä .571.

Nimitämme ”fixed point” -vektoria *ominaisvektoriksi* ja niistä muodostuvaa matriisia OMINAISMATRIISIKSI<sup>12</sup>.

Ominaismatriisissa ovat siis kaikki rivit samoja eli ominaisvektoreita. Esimerkissämme (taulu 1.5) se tulee esiin matriisissa  $M^{10}$ , jossa näkyy rivivektorien samanlaisuus. On helppo todeta, että matriisi jää tähän muotoon jatkettaessa potensseihin korottamista (kolmen desimaalin likiarvoilla).

Jos lähtömatrissi  $M$  ilmoittaa transiitodennäköisyyksiä aika-askeleen ollessa  $T$ , silloin vastaava ominaismatriisi  $O$  ilmaisee ne sellaisina kuin ne olisivat, jos *aika-askeleeksi otettaisiin  $O$ :n eksponentti  $n$*  – esimerkissä luku 10.

Transition tarkastelumme – niin myös edellä esitetty ominaismatriisin määräytyminen – perustuu sille olettamukselle, ettei mikään ulkopuolinen tekijä ”häiritse” prosessia.

<sup>12</sup> Englanninkielinen nimitys: ”steady state matrix” tarkoittaa matriisia  $P(n)$ , joka on tuloksena laskettaessa riittävän korkea transitiomatriisin  $P$  potenssi ja jossa kaikki rivivektorit ovat identtiset; tämän rivivektorin nimitys on vastaavasti ”steady state vector”. Suomenkieliset nimitykset voisivat olla ”vakaan tilan matriisi” ja ”vakaan tilan vektori”. Tässä tekstissä on käytetty kuitenkin lyhyempiä nimityksiä ”ominaismatriisi” ja ”ominaisvektori”.



### 1.3.5 Matriisin homogenisoituminen

Milloin transitiomatriisi evaluoitumisprosessissaan homogenisoituu? Vastaus on yksinkertainen: Silloin, kun jokaisen pystyvektorin eli sarakkevektorin elementtien summa on 1. Tämä näkyy seuraavasta esimerkistä (taulu 1.6). mutta sääntö on ilmeisesti yleinen.

*Taulu 1.6*  $M$

|          | s0   | s1  | s2  | s3  | s4  | $\Sigma$ |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|----------|
| s0       | ⌈.20 | .18 | .19 | .15 | .28 | 1        |
| s1       | .08  | .17 | .25 | .30 | .20 | 1        |
| s2       | .22  | .22 | .25 | .13 | .18 | 1        |
| s3       | .15  | .18 | .23 | .25 | .19 | 1        |
| s4       | ⌊.35 | .25 | .08 | .17 | .15 | 1        |
| $\Sigma$ | 1    | 1   | 1   | 1   | 1   |          |

Jo kolmen aika-askeleen jälkeen, kun siis systeemi on siirtynyt kolmesti uuteen tilaan, matriisi on taulun 1.7 mukainen:

*Taulu 1.7*  $M^3$

|          | s0    | s1   | s2   | s3   | s4   | $\Sigma$ |
|----------|-------|------|------|------|------|----------|
| s0       | ⌈.199 | .199 | .2   | .2   | .202 | 1        |
| s1       | .198  | .199 | .202 | .2   | .2   | 1        |
| s2       | .201  | .2   | .2   | .199 | .2   | 1        |
| s3       | .199  | .2   | .201 | .2   | .2   | 1        |
| s4       | ⌊.203 | .201 | .198 | .2   | .198 | 1        |
| $\Sigma$ | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    |          |

Huomaa, että pystyvektorisummat ovat säilyneet 1:nä.

Jo seuraavan askeleen jälkeen matriisi on ominaismatriisi, joka näkyy taulussa 1.8.

*Taulu 1.8.*  $M^4$

|    | s0  | s1 | s2 | s3 | s4 | $\Sigma$ |
|----|-----|----|----|----|----|----------|
| s0 | ⌈.2 | .2 | .2 | .2 | .2 | 1        |
| s1 | ⌈.2 | .2 | .2 | .2 | .2 | 1        |
| s2 | ⌈.2 | .2 | .2 | .2 | .2 | 1        |
| s3 | .2  | .2 | .2 | .2 | .2 | 1        |
| s4 | ⌊.2 | .2 | .2 | .2 | .2 | 1        |

### 1.3.6 Yksikkövektori

Kannattaa panna merkille yksikkövektorin (0,1) vaikutus matriisipotensseihin. Esim. matriisin

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} s0 & s1 \end{array} \\ \begin{array}{c} s0 \\ s1 \end{array} & \begin{bmatrix} .6 & .4 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

potenssit lähestyvät muotoa, jossa vaakarivit ovat (0,1) ja tila s1 jää pysyväksi. *Oleellista on, että 1 sijaitsee diagonaalilla*, vaakarivin s1 ja pystyrivin s1 yhtymäkohdassa. Jos 1 on lävistäjän ulkopuolella, pysyvää tilaa ei synny; esim.:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} s0 & s1 \end{array} \\ \begin{array}{c} s0 \\ s1 \end{array} & \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ .6 & .4 \end{bmatrix} \end{array} \text{ jonka ominaismatriisi on: } \begin{bmatrix} .375 & .625 \\ .375 & .625 \end{bmatrix}$$

Jos matriisi on identiteettimatriisi

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} s0 & s1 \end{array} \\ \begin{array}{c} s0 \\ s1 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

ei mitään transitoita voi esiintyä ja prosessi jää alkutilaansa. Se merkitsee, että itse asiassa tutkimme tällöin – olettaen ettei ulkopuolisia tekijöitä ole – aineellisen olion – eikä kvanttiolion – siirtymiä tilasta toiseen ja huomaamme, että siirtymät ovat mahdottomia.

Jos matriisi muodostuu kahdesta yksikkövektorista seuraavasti

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} s0 & s1 \end{array} \\ \begin{array}{c} s0 \\ s1 \end{array} & \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

osoittautuu, että matriisin 2. potenssi ja korkeammat potenssit ovat

$$\begin{array}{ccc} F^1 & F^2 & F^3 \\ \begin{array}{cc} s0 & s1 \end{array} & \begin{array}{cc} s0 & s1 \end{array} & \begin{array}{cc} s0 & s1 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \text{ jne.}$$

Ominaimmatriisia ei siis ole, sillä rivivektorit eivät koskaan tule identtiksiksi, joten prosessi ei pysähdy jompaankumpaan tilaan, vaikka paradoksaalisesti matriisipotenssin  $F^2$  mukaan näin pitäisi tapahtua. Paradoksi syntyy siitä, että prosessi ei itse asiassa käy lainkaan aidossa kvanttitilassa, joten matriisi  $F$  kuvaa puhtaasti makrofysikaalista (=determinististä) tapahtumista. Tilanne muuttuisi radikaalisti, jos olettaisimme

1:n ja 0:n olevankin likiarvoja ja F-matriisi kirjoitettaisiin esim. aidosti kvanttiteoreettiseen muotoon:

|    | Likiarvoinen | F          |
|----|--------------|------------|
| s0 | 0.00000001   | 0.99999999 |
| s1 | 0.99999999   | 0.00000001 |

F-matriisin korottaminen korkeisiin potensseihin tuottaisi lopulta ominaismatriisin, jonka rivit olisivat (.5, .5).

Filosofisesti mielenkiintoinen kysymys on noussut esiin: Voidaanko mitään mittalukuja, joilla luontoa tutkimme, pitää täsmällisinä vai onko ne katsottava aina likiarvoiksi? Onko meidän tulkittava maailma äärelliseksi, finiitiksi, vai äärettömäksi? Jotta pääsisimme *yhtenäiseen* kuvaukseen maailmasta, näyttää siltä, että on valittava edellinen vaihtoehto (äärellisyys). Silloin säästytään monilta paradokseilta.

### 1.3.7 Oinaismatriisin muotoutuminen esimerkkien valossa

Homogeenisessa transitiotodennäköisyyksien matriisissa kaikki vektorit ovat identtiset ja homogeenisia Markov-vektoreita – ts. niissä ovat kaikki elementit yhtä suuria (esimerkki 1).

*Esim. 1. M*

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| .25 | .25 | .25 | .25 |
| .25 | .25 | .25 | .25 |
| .25 | .25 | .25 | .25 |
| .25 | .25 | .25 | .25 |

Koska tällaisen matriisin vaakavektorit ovat identtiset, *homogeeninen matriisi on aina samalla ominaismatriisi*.

*Diagonaalin vaikutus:*

Seuraavissa esimerkeissä näytetään diagonaalin vaikutus siihen aikaan, jonka ominaismatriisin saavuttaminen (kolmen desimaalin tarkkuudella) vie, kun lasketaan peräkkäisiä matriisipotensseja. Esimerkeissämme ominaismatriisit ovat homogeenisia.

Esimerkeissä 1-5 on esitetty kolme rakenteeltaan samanlaista matriisia, joissa kuitenkin diagonaalit ovat erilaiset (.01, .1, .4, .97 ja .997):

| <i>Esim. 1.</i> | <i>M</i> |     |     | <i>Ominaismatriisi potenssi 7:</i> | <i>M<sup>7</sup></i> |     |     |
|-----------------|----------|-----|-----|------------------------------------|----------------------|-----|-----|
| .01             | .33      | .33 | .33 | .25                                | .25                  | .25 | .25 |
| .33             | .01      | .33 | .33 | .25                                | .25                  | .25 | .25 |
| .33             | .33      | .01 | .33 | .25                                | .25                  | .25 | .25 |
| .33             | .33      | .33 | .01 | .25                                | .25                  | .25 | .25 |
| <i>Esim. 2.</i> | <i>M</i> |     |     | <i>Ominaismatriisi potenssi 5:</i> | <i>M<sup>5</sup></i> |     |     |
| .1              | .3       | .3  | .3  | .25                                | .25                  | .25 | .25 |
| .3              | .1       | .3  | .3  | .25                                | .25                  | .25 | .25 |
| .3              | .3       | .1  | .3  | .25                                | .25                  | .25 | .25 |
| .3              | .3       | .3  | .1  | .25                                | .25                  | .25 | .25 |

Matriisi saavuttaa ominaismatriisi-muodon nopeasti, tässä tapauksessa jo matriisipotenssissa  $M^5$ .

| <i>Esim. 3.</i> | <i>M</i> |      |      | <i>Ominaismatriisi potenssi 5:</i>    | <i>M<sup>5</sup></i>    |     |     |
|-----------------|----------|------|------|---------------------------------------|-------------------------|-----|-----|
| .4              | .2       | .2   | .2   | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .2              | .4       | .2   | .2   | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .2              | .2       | .4   | .2   | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .2              | .2       | .2   | .4   | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| <i>Esim. 4.</i> | <i>M</i> |      |      | <i>Ominaismatriisi potenssi 180:</i>  | <i>M<sup>180</sup></i>  |     |     |
| .97             | .01      | .01  | .01  | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .01             | .97      | .01  | .01  | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .01             | .01      | .97  | .01  | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .01             | .01      | .01  | .97  | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| <i>Esim. 5.</i> | <i>M</i> |      |      | <i>Ominaismatriisi potenssi 1821:</i> | <i>M<sup>1821</sup></i> |     |     |
| .997            | .001     | .001 | .001 | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .001            | .997     | .001 | .001 | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .001            | .001     | .997 | .001 | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |
| .001            | .001     | .001 | .997 | .25                                   | .25                     | .25 | .25 |

Esimerkkien diagonaaliluvut: .01 .1. .4 .97 .997

Ominaismatriisi ilmaantumisen potenssi: 7 5 5 180 1821

## 1.4 McCallin, Whitakerin ja Georgen tutkimus

McCallin, Whitakerin ja Georgen artikkeli ”Continuous and discrete processes...”<sup>13</sup>, merkitsee aivan ratkaisevaa tukea sille diskreetin kvanttiteorian ajattelutavalle, jota voi pitää kvanttifysiikassa luonnollisena lähestymistienä.

Lyhyesti referoituna mainittu artikkeli (jonka tekijöistä käytetään tässä lyhennysmerkintää M&W&G) sisältää oleellisissa kohdissaan seuraavaa:

M&W&G tuovat selkeästi esiin, että kvanttisysteemiä voidaan kuvata diskreeteillä tiloilla, joiden välillä tapahtuu transitiota, siirtymiä tilasta toiseen, tiettyjen todennäköisyyksien mukaan. Nämä tilat ja transitiotodennäköisyydet voidaan esittää Markov-matriiseilla. Tekijät ehdottavat niiden tuomista lisäyksenä kvanttiteoriaan. Heillä on tässä tukenaan kokeellinen tutkimus.

M&W&G soveltavat mallinsa kuvaamaan atomin fluorisoitumista, kun sitä säteilytetään laser-valolla, jolla on sopiva frekvenssi. Systemin diskreetit tilat ovat tässä silloin atomin eri energiatasoja ja siirtyminen tapahtuu energiatasolta toiselle. Tällöin atomilla on kolme tilaa. Nopea oskillaatio niistä kahden (tilojen 1 ja 3) välillä saa aikaan vaikutelman konstantista säteilyintensiteetistä. Mutta on olemassa myös hyvin pieni todennäköisyys sille, että atomi siirtyy tilaan 2, jolloin esiintyy atomin ”pimeä periodi”.

Diskreettiä malliaan M&W&G kuvaavat yleisin termin seuraavasti: Olkoon  $\{ S_1, S_2, \dots, S_m \}$  tilojen joukko, joka atomin tapauksessa tarkoittaa sen energiatiloja, ja ajatellaan atomin olevan tällaisessa tilassa lyhyen aikaintervallin  $\Delta t_1, \Delta t_2$ , jne. ajan – näiden intervallien ollessa samakestoisia. Jokaisen intervallin (aika-askeleen) kohdalla atomi siirtyy tilasta toiseen – jolloin on otettava huomioon se, että siirtymä voi olla myös transitiotilasta  $S_i$  siihen itseensä (eli tilaan  $S_i$  jääminen). Jokainen transiio tapahtuu sille ominaisella todennäköisyydellä.

M&W&G esittävät sitten numeerisesti transiitotodennäköisyyksien matriisin mainittujen kolmen energiatilan välillä (taulu 1.9):

---

<sup>13</sup> McCall, Whitaker & George, 2001.

*Taulu 1.9. Transitiomatriisi  $M_{EWG}$ -tutkimuksessa)*

|        | Tilasta | 1     | 2    | 3     |
|--------|---------|-------|------|-------|
| Tilaan |         |       |      |       |
| 1      |         | [.018 | 0    | .999] |
| 2      |         | 0     | .607 | .001  |
| 3      |         | [.982 | .393 | 0 ]   |

Tämä matriisi esittää transitiotodennäköisyydet pystyvektoreina. Tässä tarkastelussamme on tutumpaa kirjoittaa tuo transitiomatriisi siten, että siirtyminen tapahtuu vaakavektoreitten mukaan. (Uusi matriisi, taulu 1.10, on siis edellä esitetyn transpoosi.)

*Taulu 1.10  $M$* 

|         | Tilaan | 1     | 2    | 3     |
|---------|--------|-------|------|-------|
| Tilasta |        |       |      |       |
| 1       |        | [.018 | 0    | .982] |
| 2       |        | 0     | .607 | .393  |
| 3       |        | [.999 | .001 | 0 ]   |

Miten matriisia tulisi lukea? – Ensiksikin huomataan, että systeemi ei pysy energiatiloissa 1 eikä 3 juuri lainkaan (todennäköisyydet .018 ja 0), vaan ”hyppii” yhden  $\Delta t$ :n eli 4 millisekunnin välein näiden välillä. Aina keskimäärin kerran noin tuhannessa siirtymässä – eli noin 4 sekunnin välein – prosessi kuitenkin siirtyy tilaan 2, johon se jää suhteellisen pitkäksi ajaksi ( $p = .607$ ). Keskimäärin noin 6-7 millisekunnin kuluttua tapahtuu siirtymä tilaan 3.

On myös kiinnostavaa tarkastella tämän matriisin ominaismatriisia eli sitä, millä todennäköisyydellä systeemi tavataan kussakin kolmessa tilassa sitten, kun prosessi on stabiloitunut. Se tapahtuu noin 450 aikaintervallin eli 1.8 sekunnin kuluttua, sillä  $M^{450}$  (taulu 1.11) on:

*Taulu 1.11  $M^{450}$* 

|   | 1     | 2    | 3     |
|---|-------|------|-------|
| 1 | [.504 | .001 | .495] |
| 2 | .504  | .001 | .495  |
| 3 | [.504 | .001 | .495] |

On siis todettava, että tilat 1 ja 3 esiintyvät prosessissa jokseenkin yhtä lukuisina ja että tila 2, ”pimeä periodi”, esiintyy noin joka 1000:lla transitiokerralla eli vajaan 4 sekunnin välein.

Tätä transitiomatriisia voidaan verrata empiirisiin tuloksiin, kun käytetään intervallin pituutena  $\Delta t = 4$  ms.

Artikkelinsa viimeisessä jaksossa M&W&G toteavat näyttäneensä, että yksittäisten atomien energiatilojen muutoksille voidaan antaa johdonmukainen selitys. ”Prosessin kuluessa atomille ovat ominaisia diskreetit transitiot tasolta toiselle Markov-transitiomatriisin todennäköisyyksien mukaisesti”.

Lopuksi M&W&G kirjoittavat selkeästi: ”Tämän artikkelin keskeinen teesi on, että atomien evoluution diskreetti transitiomalli on johdonmukainen (consistent), uskottava (plausible) ja fysikaalinen (physical).” He mainitsevat myös, että heidän esityksensä tavoite on ollut ehdottaa atomien evoluution epäjatkuvuuden eksplisiittia tunnustamista ja atomien transitioiden käsittelyä Markov-prosesseina:

”Tämä näkemys sisältää sen, että äkillisiä (instantaneous) transitoita voidaan tarkastella fysikaalisina ilmiöinä eikä yksinkertaisesti havaitsemismetodin sivutuotteena.”

Transitiot ovat siis ”todellisia”! – Mitä se merkitsee? M&W&G eivät selvästi sano julki sitä, että jokaisessa transitiossa tapahtuva ”hyppy” uuteen tilaan ei voi tarkoittaa muuta kuin sitä, että ”luonto suorittaa arvannon” tilavektorin mukaisesti eli valikoituu yksi outcome-tila, johon systeemi siirtyy ja johon liittyvä transiovektori tulee määräämään seuraavaa ”hyppyä”. Tämä ei suinkaan tarkoita sitä, että outcome-tila olisi havaittava tila; jos siihen liittyy aito transiovektori, se on edelleen kvantttila.

## 1.5 Ergodiset ja entrooppiset prosessit

*Entrooppiseksi*, rakenteen tuhoavaksi, nimitämme prosessia, jonka evoluutio päättyy homogeeniseen transitiomatriisiin. Seuraavassa esimerkissä (taulu 1.12) se tapahtuu 1821:n aika-askeleen jälkeen:

| <i>Taulu 1.12</i> $M$ |      |      |      |      | <i>Ominaismatriisi potenssi 1821</i> $M^{1821}$ |     |     |     |
|-----------------------|------|------|------|------|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|
|                       | .997 | .001 | .001 | .001 | .25                                             | .25 | .25 | .25 |
|                       | .001 | .997 | .001 | .001 | .25                                             | .25 | .25 | .25 |
|                       | .001 | .001 | .997 | .001 | .25                                             | .25 | .25 | .25 |
|                       | .001 | .001 | .001 | .997 | .25                                             | .25 | .25 | .25 |
| $\Sigma$              | 1    | 1    | 1    | 1    |                                                 |     |     |     |

Vaikka tilavektorit (rivivektorit) ovat äärimmäisen epähomogeenisia, matriisin kokonaisrakenne on sellainen, että prosessi johtaa homogeeniseen ominaismatriisiin. Rakenne ”tuhoutuu”. Mitä kaikkea se merkitsee, tulee esiin seuraavissa luvuissa. – Entrooppista prosessia kuvaavalle transitiomatriisille on tunnusomaista, että sen *sarakesummat* ovat kaikki = 1.

*Ergodiseksi*, rakentaviksi, järjestyksen säilyttäviksi tai sitä parantavaksi sanomme niitä prosesseja, joiden ominaismatriisissa vähintään yksi tilavektori (vaakarivi) on epähomogeeninen. Olkoon MWG:n edellä esitelty kvanttiprosessi siitä esimerkkinä (taulu 1.13):

| <i>Taulu 1.13</i> |       | <i>M</i> | <i>ja</i> | <i>Ominaismatriisi potenssi 450</i> |
|-------------------|-------|----------|-----------|-------------------------------------|
|                   | 1     | 2        |           | 3                                   |
| 1                 | ⌈.018 | 0        |           | .982⌋                               |
| 2                 | 0     | .607     |           | .393                                |
| 3                 | ⌊.999 | .001     |           | 0⌋                                  |
| Σ:                | 1.017 | .608     |           | 1.375                               |

| <i>M<sup>450</sup></i> |       |      |  |       |
|------------------------|-------|------|--|-------|
|                        | 1     | 2    |  | 3     |
| 1                      | ⌈.504 | .001 |  | .495⌋ |
| 2                      | .504  | .001 |  | .495  |
| 3                      | ⌊.504 | .001 |  | .495⌋ |
| Σ:                     | 1.512 | .003 |  | 1.485 |

Huomataan, että sarakesummien osoittama epähomogeenisuus lisääntyy siirryttäessä ominaismatriisiin. Prosessi on selvästi ergodinen.



## 1.6 Ainepartikkelin spontaani synty kvanttitilasta

Miten vaikuttaa ominaismatriisin muotoon matriisissa  $M$  esiintyvä *stabiloiva ykkösvektori*? Stabiloiva tarkoittaa, että matriisissa yksi rivi on ykkösvektori ja että tuo 1 esiintyy diagonaalissa (taulu 1.14):

Taulu 1.14.  $M$  Ominaimmatriisi potenssi 27  $M^{27}$

|    | s1  | s2  | s3  | s4  |    | s1 | s2 | s3 | s4 |
|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| s1 | 1   | 0   | 0   | 0   | s1 | 1  | 0  | 0  | 0  |
| s2 | .25 | .25 | .25 | .25 | s2 | 1  | 0  | 0  | 0  |
| s3 | .25 | .25 | .25 | .25 | s3 | 1  | 0  | 0  | 0  |
| s4 | .25 | .25 | .25 | .25 | s4 | 1  | 0  | 0  | 0  |

Matriisin  $M$  27:s potenssi tuottaa siis ominaismatriisin (kolmen desimaalin tarkkuudella).

*Transitioiden*, siirtymien, kannalta ominaismatriisi,  $M$ :n 27. potenssi kertoo sen, että systeemi, lähtipä mistä alkutilasta tahansa, on 27 aika-askeleen kuluttua 1:n todennäköisyydellä (tosin 3 desimaalin tarkkuudella) tilassa s1. Systeemi on siis 27 aika-askeleen kuluttua täysin stabiili. Tila on s1 eikä voi siitä muuttua ilman systeemin ulkopuolelta tullutta häiriötä tai vuorovaikutusta toisen systeemin kanssa. Voimme hyvin ajatella, että tämä tekee systeemin *mahdolliseksi tulla havaituksi* – ja että tämä on myös *välttämätöntä*, jotta se tulisi havaittavaksi.

Mitä muuta tällainen prosessi voisi merkitä, kuin että *on syntynyt ainetta* (ainepartikkeli)!

## 1.7 Kvanttimekaniikka ja diskreetti kvanttiteoreettinen kuvaus

### 1.7.1 Standardimallin ja diskreetin mallin vertailua

Voi asettaa kysymyksen: Jos kerran kvanttitapahtumat ovat yksittäistapahtumista kokoonpantuja, miksi tulosjakautumaa käsitellään kuitenkin *jatkuvana* funktiona (aaltofunktiona). Eikö parempi olisi *diskreetti* kuvaustapa, jossa systeemin tilat ovat selvästi toisistaan erotettavia, esimerkiksi Kurt Lewinin topologinen esitystapa, jossa käyttäytymisen tilat erotetaan selvästi, *diskreetisti*, toisistaan. Fyysikoitten taholta saa tavallisesti vastauksen, että tällöin ei voitaisi käyttää integraalilaskentaa ja

että aina tutkitaan suuria hiukkasjoukkoja (ensemble), jotka käsittävät miljoonia, jopa miljardeja, kvantteja. Tällöin yksittäistapausten pienet poikkeamat eivät merkitse mitään työskennellessä vain 8 desimaalin tarkkuudella. Ei voi olla tyytyväinen näihin selityksiin.

On painokkaasti huomautettava siitä, että tässä seuraava esitys, jota nimitetään *kvanttiteoreettiseksi kuvaukseksi*, poikkeaa huomattavasti ns. ”kvanttimekaniikasta”. Ero on filosofiselta kannalta erittäin merkittävä: Kvanttimekaniikka – joka nimitys on ilmeisesti otettu käyttöön erotukseksi Newtonin klassisesta mekaniikasta – kuvaa Schrödingerin mallille perustuvan dominoivan valtavirtauksen mukaisesti kvanttiprosesseja *jatkuvien* muuttujien avulla (esim. ns. aaltofunktio). Tämä kuvaus käsittelee kvanttiprosessia, niin kuin se olisi deterministinen! (Selkokielesti sanoen: aaltofunktion kuvauksessa käyrän jokainen piste määrää täsmälleen seuraavan pisteen paikan.) Monet fyysikot tunnustavat tämän kvanttittumisen periaatetta vastaan sotivan virheen.

1900-luvun lopulta lähtien on esiintynyt kuitenkin yksittäisiä tutkijoita, jotka sanoutuivat irti standardikäytännöstä omaksuen *diskreetin kvanttimekaniikan* (DQM, discrete quantum mechanics) periaatteen, jonka mukaan muuttujat esitetään epäjatkovina eli diskreetteinä. Oikeastaan diskreetti kuvaus on läsnä jo Werner Heisenbergin kvanttimekaniikan matriisimallissa, joka jäi vuosikymmeniksi sivuun käytännön syistä: laskeumat olivat liian työläitä eikä käytettävissä ollut tietokoneita!

### 1.7.2 Diskreetin kvanttimekaniikan puolestapuhujia

On syytä tässä yhteydessä siteerata eräitä edellisen vuosisadan lopulla ja tämän vuosisadan alussa esiintyneitä tutkijoita ja teoreetikkoja, jotka ovat oivaltaneet diskreettiin kvanttiteoriaan siirtymisen välttämättömyyden. Monet heistä ovat viitanneet siihen, että standardimalli ei toimi tarkasteltaessa kvanttiprosessia ns. Planckin skaalassa.

Wolfgang Köhler painottaa diskreettiin kvanttimekaniikkaan siirtymisen välttämättömyyttä artikkelissaan ”A new discrete view to quantum mechanics”<sup>14</sup>: ”... me joudumme todennäköisesti hylkäämään

---

<sup>14</sup> Köhler, Wolfgang: A new discrete view to quantum mechanics. Potsdam, Germany, June 21, 2006. – [icgem.gfz-potsdam.de](http://icgem.gfz-potsdam.de)

fysikaaliset käsitteet *paikallisuus* ja *jatkuva...* – ”... En usko, että fyysinen maailma on *jatkuva*.”<sup>15</sup>

Toisessa julkaisussaan Köhler lausuu<sup>16</sup>: ”On hyvin perusteltua esittää, että realiteetteja ylimalkaan ei voi esittää jatkuvan kentän avulla. Kvantti-tapahtumista näyttää nimittäin ilmenevän, että finiitin energian finiitti systeemi voidaan *täydellisesti* esittää *finiitillä* määrällä lukuja. Tämä ei näytä sopivan kontinueettiteoriaan (jatkumoteoriaan)... ”

Diskreetin kvanttimekaniikan kehittäjistä eräs huomattavimpia on matemaatikko *Stanley P. Gudder*, joka on julkaissut mm. artikkelit *Discrete Quantum Mechanics* ja *Quantum graphic dynamics*, 1988. Gudder on professori Denverissä (Dep. of Math. and Computer Science, Univ. of Denver, Colorado). Seuraavassa on kaksi sitaattia edellisen artikkelin abstraktista<sup>17</sup> (kursivoinnit lisätty):

”[Artikkelissa] on esitetty kvanttimekaniikan *diskreetti malli*. Ensiksi on muodostettu *diskreetti faasiavaruus*  $S$  muodostamalla kaarista (yhdyksanoista) ja solmuista graafi. Dynamiikka on kehitetty polkuina ja diskreetteinä trajektoreina  $S$ :ssä. ... Monet tulokset voidaan esittää *transiitodennäköisyyksinä* (siirtymätodennäköisyyksinä) ...”

Myös kvanttimekaniikan standarditeoriaa Gudder arvostelee artikkelin johdannossa: ”Nämä teoriat [QED ja QCD] eivät voi onnistua, koska avaruusaika ei ole jatkuva vaan diskreetti. Luonnossa on vallalla elementaarinen pituus ja elementaarinen aika ja kaikkien pituus- ja aikamittausten pitää olla näiden kokonaisluku-kerronnoisia.” ... ”... tässä esitetty on kvanttimekaniikan diskreetti malli, jota voidaan kutsua graafidynamiikaksi (QGD)”<sup>18</sup>.

<sup>15</sup> ”... we probably have to sacrifice the physical concepts of *locality and continuity*...” – ”... I don’t believe that the physical world is continuous.”

<sup>16</sup> ”Man kann gute Argumente dafür anführen, dass die Realität überhaupt nicht durch ein kontinuierliches Feld dargestellt werden könnte. Aus der Quantenphenomenen scheint nämlich hervorzugehen, dass ein endliches System von endlicher Energie durch eine *endliche* Zahl von Zahlen (Quanten-Zahlen) *vollständig* beschrieben werden kann. Dies scheint zu einer Kontinuums-Theorie nicht zu passen...”

<sup>17</sup> Gudder Stanley P.: *Discrete Quantum Mechanics* ja *Quantum graphic dynamics*, 1988.

<sup>18</sup> ”These theories [QED, QCD] cannot succeed because space-time is not a continuum but is discrete. There exists in nature an elementary length and an elementary time and all length and time measurements must be integer multiples of these.” (p. 1)

”... we present a discrete model for quantum mechanics that might be called quantum graphicdynamics (QGD).” (Gudder, 1986, p. 1)



Jo meidän aineelliseksi maailmaksi realisoituneen kosmossysteemimme tilojen lukumäärä saattaa olla valtavan paljon suurempi.

Se ”kvanttivahto”, jonka kuvittelemme esiintyneen ennen Olevaisen alkua, on todella ”pienipisaraista”.

*Luvun loppuhuomautus:* Olemme tarkastelleet tässä luvussa yhden kvanttiprosessin esitystapaa ja sen evoluutiota. Se on vasta vähäinen alkua. On aika siirtyä katsomaan, miten se osa Olevaista, joka on kvanttimaailmaa, muovautuu prosessien keskinäisen *vuorovaikutuksen* myötä.



## Luku 2

# Kvanttisysteemien vuorovaikutukset. Vektori-interferenssi

### 2.1 Kvanttisysteemien vuorovaikutuksesta. Kahden tilavektorin interferenssi

Tämän luvun tarkoituksena on tuoda esiin vektori-interferenssin matemaattisia ominaisuuksia ja niistä tehtäviä tulkintoja, jotka muuten – kvanttimekaniikan aaltokuvausta käytettäessä – saattaisivat olla vaikeasti havaittavia.

Jokainen luontoa tarkkaillut lienee pannut joskus merkille, mitä tapahtuu, kun kahdesta salmesta tulevat aaltorintamat kohtaavat järven seillä toisensa: Kahden aallonharjan kohdatessa pärskähtää vesi korkeammalle kuin aallonharjat olivat ennen sitä; toisissa kohdissa, korkeiden aaltojen välissä, aaltojen laaksot syvenevät. Joskus voi myös sattua, että vastakkain tulevat aallot heikentävät toisiaan – käykin niin, että veden pinta tasaantuu.

Kvanttimekaniikassa tällaista systeemien välistä vuorovaikutusta nimitetään *interferenssiksi*. Se voi olla *konstruktivistista* (kun aallot vahvistavat toisiaan) tai *destruktivistista* (kun aallot heikentävät toisiaan).

Diskreetissä kvanttiprosessien kuvauksessa ei aaltoesitys ole luontevaa. Aaltointerferenssin korvaammekin ”käyttäjystävällisellä” *vektori-interferenssillä*<sup>19</sup>. Sen perusajatus on seuraava:

Vektori-interferenssi voi toteutua kahden kvanttisysteemin välillä, jos toisen systeemin tilavektorin jokaista elementtiä vastaa toisen systeemin tilavektorin yksi elementti ja nämä ovat riippuvia toisistaan. Tällaista paria kutsutaan *vastinelementeiksi*.

Vektori-interferenssi syntyy, jos systeemin  $A$ :n tilavektorin jokaisen elementtitilan  $a$  todennäköisyys on ehdollinen niin, että  $a$  toteutuu vain, jos systeemin  $A'$  vastintila  $a'$  toteutuu – ja kääntäen. – Uuteen vektoriin,

---

<sup>19</sup> Ks. Rainio, Kullervo & Malaska Pentti: Vektorianalyysi. LFS:n kotisivu, julkaisut (2015).

jota kutsumme *interferenssivektoriksi*, tulee siten todennäköisyys  $\Pr(a) \times \Pr(a')$ , edelleen  $\Pr(b) \times \Pr(b')$  jne. Kutsumme näitä *parituloiiksi*. Lopullinen interferenssivektori I syntyy, kun nämä paritulot normeerataan eli jaetaan niiden summalla, niin että I:n elementtien summaksi tulee 1. Esimerkki: Lasketaan vektoreitten (.1, .3, .6) ja (.1, .1, .8) interferenssivektori I:

|           | 1    | 2   | 3    | Summa |
|-----------|------|-----|------|-------|
| A         | (.1  | .3  | .6)  | 1     |
| A'        | (.1  | .1  | .8)  | 1     |
| Paritulot | .01  | .03 | .48  | .52   |
| I         | (.02 | .06 | .92) | 1     |

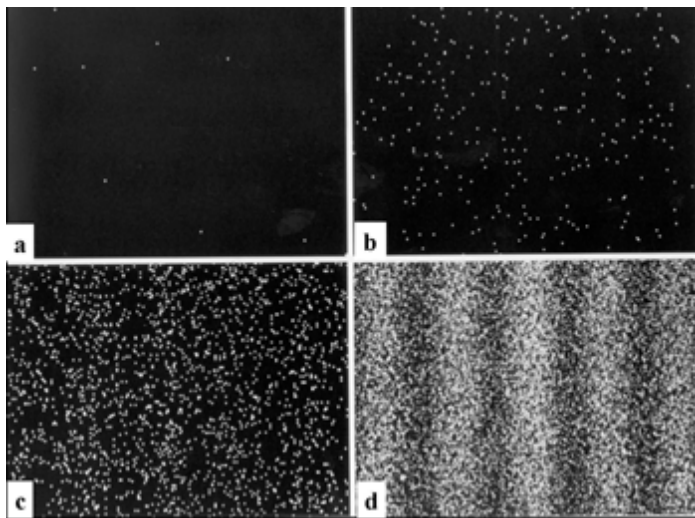
Mitä tämä voisi olla ns. ”käytännössä”. Kuvitellaan, että on pieni pankki, jonka kassakaapissa on 3 lokeroa, L1, L2 ja L3. Adolf ja Fredrik ovat pankkivirkailijoita, oikeastaan ”kvanttipankkivirkailijoita”. Kummallakin on avaimet noihin kolmeen lokeroon, jotka saa auki vain, jos Adolf ja Fredrik avaavat lokerot yhtä aikaa omalla avaimellaan. Kun he valmistautuvat avaamaan yhden lokeroista, he ovat kumpikin kvanttitiilassa (ns. superpositiotilassa): Adolf on tilassa 1 (todennäköisyydellä .1) ja tilassa 2 ( $p=.3$ ) ja tilassa 3 ( $p=.6$ ). Fredrik on tilassa 1 ( $p=.1$ ) ja tilassa 2 ( $p=.1$ ) ja tilassa 3 ( $p=.8$ ). Mutta sitten tilanne muuttuu: Ehtona sille tilanteelle, että Adolf aukaisee lokeron 1, on se, että Fredrikilläkin on lokeron 1 avain. Siis todennäköisyys, että lokero yksi avataan, on  $.1 \times .1$ . Vastaavasti todennäköisyys sille, että lokero 2 avataan, on  $.3 \times .1$ , ja edelleen lokeron 3 avaamiselle  $.6 \times .8$ . Nämä paritulot ilmaisevat kuitenkin vain *subteellisen* todennäköisyyden tilaelementeille. Todennäköisyysvektorin elementtien summanhan tulisi olla 1. Se toteutuu, kun saadut paritulot *normeerataan* niin, että niiden summa on 1. Normeerauksessa paritulojen keskinäinen suhde säilyy. – Interferenssivektori I ilmoittaa nyt kvanttitiilan lokeroita avattaessa: lokero 1 avataan ( $p=.02$ ) ja lokero 2 avataan ( $p=.06$ ) ja lokero 3 avataan ( $p=.92$ ). ”Luonto arpoo”, mikä näistä toteutuu.



## 2.2 Interferenssi kaksoisrakokokeessa

*Aaltointerferenssi* on keskeinen käsite kvanttimekaniikassa. Sen vastine diskreetissä kvanttiteoriassa on *vektori-interferenssi*, jonka laskutapa esitettiin edellä ja jota seuraavassa tarkastelussa käytetään.

Tarkastellaan kaksoisrakokoetta esimerkkinä vektori-interferenssin laskemisesta. Palautetaan mieleen Tonomuran kaksoisrakokoe yksittäisillä elektroneilla (Kuvat 2.1 ja 2.2)

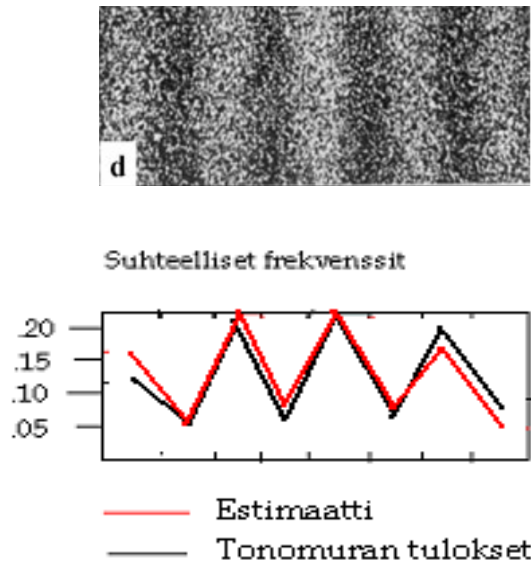


*Kuva 2.1 Tonomuran tutkimustulokset, elektronien määrät:  
8 (a), 270 (b), 2000 (c), 60000 (d).*

*Kuva: <https://www.hitachi.com/rd/research/materials/quantum/doubleslit/index.html>*

Tonomura kumppaneineen toteutti kaksoisrakokokeen lähettämällä *yhden elektronin kerrallaan* rakojen läpi varjostimelle. Tuloksena oli näistä osumista vähitellen syntyvä tyypillinen interferenssikuvio (kuva 2.1). Luvussa 1 osoitettiin, että jakamalla tämä kuvio pystysuorilla rajoilla ”palstoihin” voidaan muodostaa joukko tuloluokkia, joihin saatujen osumien frekvenssit voidaan laskea kuhunkin palstaan osuneitten ”läiskien” lukumääränä (kuva 2.2).

Kuvassa 2.2 on esitetty 8 luokkaa käyttäen saadut suhteelliset frekvenssit. Nämä ovat samalla todennäköisyyksiä sille, että elektronit osuvat ao. palstaan/luokkaan.



Kuva 2.2 Kaksoisrakokoe. Tonomuran tulokset, palstojen 1-8 suhteelliset frekvenssit (.11, .5, .21, .06, .23, .06, .19, .09) ja estimaatti.

Saatu suhteellisten frekvenssien vektori  $R = (.16 \ .10 \ .20 \ .10 \ .16 \ .08 \ .14 \ .06)$  voidaan nyt tulkita raon 1 tuottaman todennäköisyysvektorin ja raon 2 tuottaman todennäköisyysvektorin *interferenssin* antamaksi tulokseksi, niiden *vektori-interferenssiksi*. Seuraavassa esitetään laskutapa sen selvittämiseksi, *mitkä ovat ne kaksi vektoria, jotka vektori-interferenssilään tämän tuloksen (estimaatin) tuottavat*.

Käytämme jokseenkin epätavallista ratkaisua, ”haarukointi”-menetelmää (range finding): Yritämme *arvata*, mitkä vektorit interferenssillään tuottavat vektorin T (eli empiiriset ”Tonomura-tulokset”). Viides arvaus ja interferenssilasku on esitetty taulussa 2.1.

Taulu 2.1 Vektori-interferenssi kaksoisrakokokeessa.

R1 on vasemman raon ”arvausvektori”, R2 oikeanpuoleisen.

|            | 1)   | 2)   | 3)   | 4)   | 5)   | 6)   | 7)   | 8)   |                 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| R1:        | (.16 | .10  | .20  | .10  | .16  | .08  | .14  | .06) | $\Sigma = 1$    |
| R2:        | (.14 | .08  | .16  | .10  | .20  | .10  | .16  | .08) | $\Sigma = 1$    |
| Paritulot: | .022 | .008 | .032 | .010 | .032 | .008 | .022 | .005 | $\Sigma = .139$ |

Normeerattuina:

|          |      |     |     |     |     |     |     |      |                 |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------------|
| Interf.: | (.16 | .06 | .23 | .07 | .23 | .06 | .16 | .04) | $\Sigma = 1.01$ |
| Emp.:    | (.11 | .05 | .21 | .06 | .23 | .06 | .19 | .09) | $\Sigma = 1.00$ |

Arvauksen osuvuus, kun Interf-vektoria verrataan empiirisiin tuloksiin, osoittaa lähinnä sen, että on *mahdollista* löytää diskreetin kvanttiteorian mukaiset vektorit, joiden vektori-interferenssinä saadaan hyvä estimaatti.

## 2.3 Lomittuminen

Teoksessaan ”Informaatio, tieteen uusi kieli” von Baeyer<sup>20</sup> kirjoittaa (s. 261): ”Elektroni on pieni magneetti, johon voidaan liittää kuvitteellinen nuoli eli elektronin spin, jolla on kummallinen kvanttimekaaninen ominaisuus. Jos valitaan mikä tahansa suunta ja päätetään mitata spinin suunta, huomataan, että se osoittaa joko pitkin valittua linjaa tai täysin vastakkaiseen suuntaan. Tällöin tilat ovat spin ylös ja spin alas.”

”Jos tuotetaan kaksi elektronia atomireaktiossa, voidaan niiden spinit kytkeä yhteen. Siten ne osoittavat vastakkaisiin suuntiin niin kuin kaksi magneettipalasta, jotka osoittavat pohjoisesta etelään ja etelästä pohjoiseen. Jos toinen spineistä mitataan, sillä on tarkalleen määrätty arvo, sanokaamme ”ylös” tai ”alas”, ja silloin toisella hiukkasella on varmasti vastakkainen spin, kun sitä mitataan ... , vaikka toinen hiukkanen olisi siirretty galaksin toiselle puolelle. Näiden kahden hiukkasen sanotaan olevan *lomittuneita*.”

<sup>20</sup> von Baeyer, Hans Christian: Informaatio, tieteen uusi kieli. Suom. Timo Pauku. Terra Cognita. 2005

(Kukaan ei ole vielä siirtänyt hiukkasta ”galaksin toiselle puolelle”, mutta mainittakoon, että Anton Zeilinger on siirtänyt Kanarialla toisen hiukkasen saarelta toiselle parinsadan kilometrin päähän ja todennut sellaisellakin etäisyydellä hiukkasten täysin samanaikaisen lomittumisen (entanglement).)

Tässä kuvattu lomittumistapahtuma voidaan osoittaa interferenssiksi kahden systeemin (”hiukkasen”) H1 ja H2 välillä: Ennen ”mittauksen” suorittamista (hiukkasen saattamista magneettikenttään) systeemien tilavektorit ovat:

| H1     |        | H2     |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ylös 1 | alas 1 | alas 2 | ylös 2 |
| (.5    | .5)    | (.5    | .5)    |

Huom.: vastinelementtejä ovat: ylös 1 ja alas 2 sekä alas 1 ja ylös 2.

Oletamme, että H1:n ”mittaus” tuottaa tuloksen ”ylös 1”. Tilanne voidaan kuvata siis:

|    |     |     |
|----|-----|-----|
|    | y1  | a1  |
| H1 | ( 1 | 0)  |
|    | a2  | y2  |
| H2 | (.5 | .5) |

Määrittelemme diskreetissä kvanttiteoriassa lomittumisen niin, että se merkitsee *lomittuvien systeemien interferenssiä*. Tässä tapauksessa se lasketaan seuraavasti:

|                |       |      |           |
|----------------|-------|------|-----------|
| Paritulot:     | .5    | 0    | Summa: .5 |
| Normeeratut:   | .5/.5 | 0/.5 |           |
| Int-vektori I: | 1     | 0    | Summa = 1 |

Kummankin systeemin tilavektori on siis  $(1 \ 0)$ , joka merkitsee tulosta y1 & a2 eli H1:ssä on ”spin ylös” ja H2:ssa ”spin alas”.

Huomattakoon, että emme ole tarvinneet tapahtumakuvauksessa mitään ”aika-askelta”. Samalla hetkellä, kun ”mittaus” suoritetaan ja H1:n tilavektori saa muodon  $(1, 0)$ , myös H2:n tilavektori muuttuu *interferenssissä* (instantaneously). *Kysymys ei ole siis minkään fyysisen signaalin siirtymisestä paikasta toiseen*. Lomittumiskäsitettä ei oikeastaan tarvita, koska kysymyksessä on interferenssi, mutta ehkä lomittumiskäsitteen käytöllä

voidaan korostaa *vastinelementtien* määräytymistä ennen kuin varsinainen interferenssilasku voidaan suorittaa.

## 2.4 Interferenssin erityistapauksia

### 2.4.1 Homogeeninen vektori ja matriisi

*Homogeeninen* on vektori, jonka kaikki elementit ovat yhtä suuria, esimerkiksi: (.2, .2, .2, .2, .2). Helposti huomataan, että sillä on eräs kiintoisa ominaisuus interferenssissä: se *muuttuu identtiseksi interferoivan systeemin tilavektorin kanssa*, esim.:

|            |     |     |     |     |     |             |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| H:         | (.2 | .2  | .2  | .2  | .2) | Summa = 1   |
| V:         | (.1 | .2  | .3  | .1  | .3) | Summa = 1   |
| Paritulot: | .02 | .04 | .06 | .02 | .06 | Summa = .20 |
| Norm. I:   | (.1 | .2  | .3  | .1  | .3) | Summa = 1   |

Vektori H saa arvot I ja kun  $I = V$ , homogeeninen vektori on interferoituneena  $= V$ .

*Siis: Homogeenisella vektorilla ei ole mitään vaikutusta ympäristöönsä interferenssin tietä. Se muuttuu interferenssissä toisen vektorin kopioksi.*

*Homogeeniseksi matriisiksi* sanomme matriisia, jonka kaikki rivivektorit ovat homogeenisia. Siis homogeeninen matriisi on aina ominaismatriisi. Tämä merkitsee sitä, ettei se muutu miksiäkään ajan funktiona, se on ”ikuinen”, ajaton (ellei interferenssi sitä muuta). Jos toisen systeemin hiukankin epähomogeeninen vektori V interferoi homogeenisen matriisin H jonkin rivivektorin kanssa, seurauksena on, että H:n uusi muoto I muuttuu ajan funktiona ja koko ominaismatriisista tulee epähomogeeninen. Systeemi astuu ”ikuisuudestaan” ajan piiriin. ”Tyhjä” tulee ”joksikin”.

Kun homogeeninen matriisi H on interferenssin kautta tullut epähomogeeniseksi matriisiksi I, se voi sellaisena nyt muuttaa minkä tahansa homogeenisen matriisin *kaltaisekseen* lomittuessaan. Kuten tiedetään, lomittuminen tapahtuu ”alle aikayksikön”, yhdessä hetkessä (instantaneously). Voisikohan tätä tapahtumaa, jossa melkein kaikki kosmoksen systeemit lomittuvat näin – universumin astumista miltei yhdessä

hetkessä ”ikuisuuden” tyhjyydestään aikaan – kutsua Big Bangiksi, Suureksi Pamaukseksi<sup>21</sup>. On kuitenkin huomattava, että on vasta kysymys kvanttisysteemien muutoksista eikä aineen synnystä. (Aineen syntyyn palataan tuonnempana.)

#### 2.4.2 *Stabiloiva ykkösvektori*

Sanomme *stabiloivaksi ykkösvektori*ksi sellaista transitiomatriisin riviä, jossa 1 esiintyy diagonaalissa ja muut elementit ovat 0:ia, esim.

|    | M   |     |    |    |                         |
|----|-----|-----|----|----|-------------------------|
|    | S1  | S2  | S3 | S4 |                         |
| S1 | .15 | .05 | .5 | .3 |                         |
| S2 | 0   | 1   | 0  | 0  | Stabiloiva ykkösvektori |
| S3 | .2  | .3  | .4 | .1 |                         |
| S4 | .1  | .6  | .1 | .2 |                         |

Jos lasketaan M:n ominaismatriisi, huomataan, että sarakkeeseen S2 tulee 4 ykköstä ja muut sarakkeet sisältävät siten vain 0:ia. Tämä merkitsee sitä, että lähtipä prosessi liikkeelle mistä tahansa tilasta, sen on jonkin ajan kuluttua pakko joutua tilaan S2 ja jäädä siihen. *Systeemi stabiloituu määrättyyn tilaan.* Miten tämä tila on tulkittava?

Itse asiassa todennäköisyyksiä käsitellessämme 1 ja 0 ovat aina *liikiarvoja*. Tulkitsimme tämän niin, että systeemi on edelleen kvanttitilassa (”kvanttiolio”) – kylläkin muuttumattomassa, invariantissa tilassa. On loogista ajatella, että tämä muuttumattomuus on ehtona sille, että systeemiä voidaan *havainnoida*. Havaituksi tuleminen puolestaan riippuu muistakin ehdoista – onko meillä sopivat välineet havainnon tekoon jne. (Aina tarvitaan myös teoria, jossa havainto saa loogisesti johdetun merkityksensä.) Tarvitaan mittausten tekemiseksi ilmaisin, *detektori*, esimerkiksi kaksoisrakokokeessa ”seinämä”, josta osumat nähdään (varjostin, valokuvauslevy, fluorisoiva kalvo tms.). Koskaan ei nähdä ”kvanttioliota sellaisenaan” (an sich). Osumat ovat itse asiassa kuvittelujen ”hiukkasten” osumien aikaansaamia valtavia mullistuksia detektoriseinämällä. (”Elektronin itsensä” koko on tulkintamme mukaan suunnilleen  $10^{-18}$  m eli  $10^{-15}$  mm.)

<sup>21</sup>Tämä kuvaannollinen sanonta on vakiintunut käyttöön, vaikka se on virheellinen: Ei ole vielä ainetta, ei siis mitään, mikä ”pamahtaisi”.

### 2.4.3 Detektori-efekti. Detektori aaltofunktion ”romahduttajana”

Kvanttimekaniikan alkuajoista lähtien – noin 100 vuotta – on tutkijoiden keskuudessa herättänyt hämminkiä se, että valo esiintyy kuin ”aalto” kulkumatkallaan, mutta detektorissa se näyttäytyykin ”hiukkassina”, kvantteina. Tämä oli (ja on) kuuluisa *aalto-hiukkas-paradoksi*. – Miten siis detektorissa tapahtuva mystinen muutos. ”aaltofunktion romahtaminen” olisi ymmärrettävissä?

Diskreetin kvanttiteorian mukaan ei ole aaltoja eikä hiukkasiakaan, ainostaan systeemien prosesseja, tilojen muutoksia. On helposti ajateltavissa, että osuma on kahden systeemin interferenssin tulos. Seuraavassa esimerkissä se osoitetaan.

Yksinkertaisuuden vuoksi käsittelemme nyt Tonomuran kokeen (jo tutuksi tulleet) tuloksia, niin kuin ne olisi luokiteltu vain viiteen elementtitilaan seuraavanlaisiksi transitiomariisiksi (joka on ominaismatriisi):

| T    |     |     |     |      |           |
|------|-----|-----|-----|------|-----------|
| (.08 | .34 | .10 | .38 | .10) | Summa = 1 |
| (.08 | .34 | .10 | .38 | .10) | Summa = 1 |
| (.08 | .34 | .10 | .38 | .10) | Summa = 1 |
| (.08 | .34 | .10 | .38 | .10) | Summa = 1 |
| (.08 | .34 | .10 | .38 | .10) | Summa = 1 |

Ajattelemme, että jokainen detektorin tila – kaista seinämässä – on pysyvästi sama. Tämä on ilmaistavissa matriisilla D (eli *detektorimatriisilla*), jonka jokainen rivi on stabiloiva ykkösvektori. (Se on eräänlainen transitiomatriisin rajatapaus, jossa kuitenkin mikään transiatio ei ole mahdollinen!)

| D        |    |   |   |   |    |
|----------|----|---|---|---|----|
| Kaistat: | 1  | 2 | 3 | 4 | 5  |
|          | (1 | 0 | 0 | 0 | 0) |
|          | (0 | 1 | 0 | 0 | 0) |
|          | (0 | 0 | 1 | 0 | 0) |
|          | (0 | 0 | 0 | 1 | 0) |
|          | (0 | 0 | 0 | 0 | 1) |

Kun kokeessa ”luonto arpoo” systeemin (elektronin, fotonin tms.) yhteen elementtitilaan, esim. kaistaan 2, se kohtaa detektorilla

interferenssivektorin, joka on syntynyt interferenssissä T-vektorin rivistä 2 ja D-vektorin rivistä 2 ja on siis: (0, 1, 0, 0, 0), ts. osuma tulee kaistaan 2.

Kun aaltokvanttimekaniikassa nyt puhutaan ”aaltofunktion romahtamisesta”, se ei voi tarkoittaa muuta kuin *osumakaistan kvanttitalan interferoitumista saman osumakaistan detektorivektorin kanssa* – josta edellä oli esimerkki.

(Huomaa, että detektorimatriisi ei ole transitiomatriisi. Mitään sen mukaista prosessin liikettähän ei voi tapahtua. Esitetty matriisimuoto on nimittäin detektorille tunnusmerkkinen)

Jos siis osuma tulee kaistaan kaksi, *elektroni interferoi detektorin kanssa* ja tapahtuu seuraava interferenssi:

|                       |     |     |     |     |     |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| S:                    | .08 | .34 | .10 | .39 | .10 |
| D:                    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   |
| Paritulot:            | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   |
| Interferenssivektori: | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   |

Huomataan, että detektorin kohdatessaan elektronisysteemi muuttuu radikaalisti aidosta kvanttisysteemistä aineeksi ja – kuten kokeesta havaitaan – myös osoittaa nyt havaittavia aineen ominaisuuksia, mm. saa aikaan hiukkasten osumien seurauksena itse asiassa valtavia, ihmisen silminkin havaittavia ”maanvyöryjä” – kuten pikselien muodostumisia valokuvauslevylle.

Tarkastelumme on osoittanut, että on mahdollista ja teoreettisesti ymmärrettävissä *kvanttisysteemin muuttuminen ainesysteemiksi* (klassisen fyysiikan mielessä) Voimme kutsua tätä *detektoriefektiksi*.

Detektoriefekti ei ole mikään mitätön ilmiö. Koko arkinen maailmamme, jota näivi realisti pitää – tuoleineen, puineen ja tuulenpuuski-  
neen – ainoana Olevaisena, tämä jäykistynyt tähtimaailma, on ymmärrettävä massiivisissa määrissä tapahtuneitten detektoriefektien, *dekoherenssin*<sup>22</sup>, tulokseksi. Sinänsä pitäytyminen näiviin realismiin, jota – si-  
vumennen sanoen esiintyy laajamittaisesti vielä tieteenharjoittajienkin keskuudessa – on ymmärrettävää, koska *aidot kvanttitalat eivät ole välittömästi havaittavissa, ainoastaan loogisesti pääteltävissä hyvän teorian osana*.

<sup>22</sup> Palaamme dekoherenssin muussa yhteydessä erikseen.



Mielenkiintoinen silminnähtävä lisähavainto on se, ettei detektori-ilmiö voi tapahtua käänteisesti kvantti- ja ainetilojen lomittumisessa (kvanttitalan vaikutuksena aineeseen), koska ykkösvektorina esiintyvä tilavektori ei voi interferenssissä muuttua miksikään, aine ei voi interferenssin tietä muuttua kvanttisysteemiksi.

Jos ajatus on kvanttitala, onko sen siis mahdotonta saada muutosta aikaan aivoaineesta?

Jos ajatus on ainetila, kuinka sitä ei voida kuitenkaan havaita (esineellisenä) kuin muutakin ainetta? (Aivokuvaus ei merkitse ajatuksien havaitsemista.)

Jonkinlainen hyvin perusteltu vastaus tällaisiin kysymyksiin on löydetävissä, kun tuonnempana palaamme detektoriefektin tarkasteluun etsiessämme ratkaisua kaikkein vaikeimpana pidettyyn luonnonfilosofian kysymykseen tajunnan ja aineen välisestä suhteesta, psykofyysisen ongelmaan (mind/brain probleemaan).

## 2.5 Inversiovektori

Olkoon tilavektori S: (.1 .4 .3 .2)

On laskettava sen *inversiovektori* eli se *vektori*, joka *interferenssissä S:n kanssa tuottaa homogeenisen vektorin H*. Homogeeninen on vektori, jonka kaikki elementit ovat yhtä suuria, siis esimerkissämme jokainen elementti =.25.

S .1 .4 .3 .2

Laskeminen: Muutetaan jokainen S:n elementti käänteisluvukseen. Nimetään saatu vektori Y:ksi:

|   |      |      |      |      |              |
|---|------|------|------|------|--------------|
|   | 1/.1 | 1/.4 | 1/.3 | 1/.2 |              |
| Y | 10   | 2.5  | 3.33 | 5    | Summa = 20.8 |

Normeerataan Y. Saadaan vektori

InvS: .48 .12 .16 .24 Summa = 1

*Tarkistus*, interferenssi Int(S, InvS):

Paritulot S, InvS: .048 .048 .048 .048 Summa = .192

Normeerattuna:

$$\text{Int}(S, \text{Inv}S): \quad (.25 \quad .25 \quad .25 \quad .25) \quad \text{Summa} = 1$$

Tarkistus osoittaa, että vektoreitten  $S$  ja  $\text{Inv}S$  interferenssivektori on homogeeninen vektori  $H$ .

### *Inversiovektori modulo-muodossa*

Inversiovektori-käsite voidaan yleistää muotoon  $\text{Inv}S$  modulo  $U$ , mikä tarkoittaa sellaista vektoria, joka interferenssissä  $S$ :n kanssa tuottaa vektorin  $U$ . Seuraavassa esimerkki  $\text{Inv}(S, \text{mod-}U)$  -vektorin laskemisesta:

$$\begin{array}{llll} U: & (.2 & .8) & \text{Summa} = 1 \\ S: & (.4 & .6) & \text{Summa} = 1 \\ U/S: & .2/.4 & .8/.6 & \\ \text{eli:} & .5 & 1.33 & \text{Summa} = 1.83 \end{array}$$

Normeerattuna

$$\text{Inv}(S, \text{mod-}U): (.28 \quad .72) \quad \text{Summa} = 1$$

*Tarkistus:* Vektorin  $S$  ja  $\text{Inv}(S, \text{mod-}U)$  interferenssin tulee olla  $= U$ .

$$\begin{array}{llll} S: & (.4 & .6) & \text{Summa} = 1 \\ \text{Inv}(S, \text{mod-}U) & (.28 & .72) & \text{Summa} = 1 \\ \text{Paritulot:} & .112 & .432 & \text{Summa} = .544 \end{array}$$

Normeerattu  $\text{Interf}(S, \text{Inv}(S, \text{mod-}U))$ :

$$(.2 \quad .8) \quad \text{Summa} = 1$$

Saatu vektori on sama kuin  $U$ .

Oma mielenkiintonsa on kysymyksellä, mikä on se inversiovektori, joka tuottaa interferenssissä  $S$ :n kanssa *yksikkövektorin*  $Y$ . Yksinkertainen lasku antaa vastauksen:

$$\begin{array}{llll} Y: & 1 & 0 & 0 \quad \text{Summa} = 1 \\ S: & p & q & r \quad \text{Summa} = 1 \\ Y/S: & 1/p & 0/q & 0/r \quad \text{Summa} = 1/p \\ \text{Normeerattu: } (1/p):(1/p) & 0 & 0 & \\ \text{eli} & 1 & 0 & 0 \quad \text{Summa} = 1 \end{array}$$

Siis olipa  $S$  mikä tahansa kvanttitalan tilavektori, inversiovektori modulo yksikkövektori  $Y$  eli  $\text{Inv}(S, \text{mod-}Y) = Y$ .

Olemme diskreetissä kvanttiteoriassa tulkinneet (stabiilin) yksikkövektorin aineellisen tilan kuvaajaksi. Edellä esitetystä laskusta huomataan,

että vain aineellinen systeemi voi interferenssissä muuttaa kvantttilan aineelliseksi. Tämä ei onnistu kääntäen; aineellisen tilan muuttamiseen kvantttilaksi tarvitaan ulkopuolinen muutostekijä. Asiaan palaamme vielä tarkastellessamme dekoherenssia (alaluvussa 2.9).

## 2.6 Kysymys ainepartikkelien interferenssistä

Edellä on tarkasteltu kvanttisysteemien keskinäisiä interferenssejä ja aineen syntyä kvanttisysteemin joutuessa interferenssiin ainesysteemin kanssa. Mutta kenties mieleen juolahtaa kysymys, *voivatko ainesysteemit ("klassisen aineen" partikkelit) interferoida keskenään.*

Tarkastellaan seuraavanlaista esimerkkitapausta:

Olkoon kaksi ainesysteemiä A ja M, joiden tilavektoreissa on jokin vastin-elementtipari ykkösiä:

$$\begin{array}{lcl} \text{A:} & (1 & 0 & 0 & 0) \\ \text{M:} & (1 & 0 & 0 & 0) \end{array}$$

On helppo nähdä, että Interferenssivektori  $\text{Int}(A,M)$  on

$$\text{Int}(A,M) \quad (1 \quad 0 \quad 0 \quad 0) \quad \text{Summa} = 1$$

Mutta voiko tämä olla interferenssiä sanan varsinaisessa mielessä, jos kumpikin systeemi jää ennalleen – kuten esimerkissämme tapahtuu? *Eihän voi olla "vuorovaikutusta", ellei ole "vaikutusta".*

Ajatellaan sitten, että vastinelementit ovatkin A1 ja M2. Saadaan seuraavanlainen "interferenssi":

$$\begin{array}{lcl} \text{A:} & (1 & 0 & 0 & 0) \\ \text{M:} & (0 & 1 & 0 & 0) \end{array}$$

On helppo nähdä, että Interferenssivektori  $\text{Int}(A,M)$  on

$$\text{Int}(A,M) \quad (0 \quad 0 \quad 0 \quad 0) \quad \text{Summa} = 0$$

Vektori  $\text{Int}(A,M)$  *ei ole Markov-vektori eikä esitä todennäköisyyksiä*, sillä elementtien summan tulisi olla 1 eikä 0. Interferenssi tässä tapauksessa on siis mahdoton.

On vielä eräs mutka matkassa: Olemme tarkastelleet asiaa pitäen 0:aa ja ykköstä *absoluuttisina* lukuarvoina. Klassisen fysiikan mukaisessa maailmassa tällainen täydellinen varmuus suorastaan edellytetään hyvältä

teorialta ja katsotaan, että todennäköisyystulkinta on vain tiedon puutetta. Uuden paradigman mukaisessa, kvantti-ilmiöille perustuvassa maailmankuvassa, on ymmärrettävä kaikki luonnonilmiöitä koskevat mittaustulokset – eritoten todennäköisyydet – *likiarvoiksi*.

Siispä meidänkin on tarkasteltava tilavektoreitten todennäköisyselementtejä 1 tai 0 niiden likiarvoina ( $\sim 1$  ja  $\sim 0$ ). Esimerkissämme kirjoitamme tämän esiin:

|            |            |          |          |                           |
|------------|------------|----------|----------|---------------------------|
| A          | ( $\sim 1$ | $\sim 0$ | $\sim 0$ | $\sim 0$ )                |
| M          | ( $\sim 0$ | $\sim 1$ | $\sim 0$ | $\sim 0$ )                |
| Paritulot: | $\sim 0$   | $\sim 0$ | $\sim 0$ | $\sim 0$                  |
|            |            |          |          | Summa = $4 \times \sim 0$ |

Normeerattu:

$$\sim 0 / (4 \times \sim 0) \quad \sim 0 / (4 \times \sim 0) \quad \sim 0 / (4 \times \sim 0) \quad \sim 0 / (4 \times \sim 0)$$

Kun supistetaan  $\sim 0$ :lla, saadaan

|             |      |     |     |                  |
|-------------|------|-----|-----|------------------|
|             | 1/4  | 1/4 | 1/4 | 1/4              |
|             |      |     |     | Summa = $4/4=1$  |
| Interf(A,M) | (.25 | .25 | .25 | .25)             |
|             |      |     |     | Summa = $\sim 1$ |

Interferenssivektori näyttää muodostuvan homogeeniseksi.

Voitaisiin ehkä kuitenkin sanoa niinkin, että systeemit ovat tavallaan edelleen ”olemassa”, mutta kadonneet ”kvanttivahtoon”.

Saatu interferenssin tulos tuntuu kuitenkin oudolta – siinä määrin, että se näyttää myös todistavan, ettei interferenssiä ainepartikkelien välillä voi esiintyä. Voidaan nähdä asia niin, että likiarvoilla esitetty tila on kvanttikuvausta, kun taas tarkoilla arvoilla annettu tila kuvaa ”klassista ainetilaa”.

Edellä esitetystä analyysistä voimme tehdä seuraavanlaisen *yhteenvedon*:

Jos systeemin tilavektori on stabiloiva ykkösvektori ja esitetty ykkösen ja nollan *likiarvoina* ( $\sim 1$  ja  $\sim 0$ ), on kysymyksessä kvanttisysteemi (ja mm. interferenssi muiden tilavektorien kanssa on mahdollinen).

Jos systeemin tilavektori on stabiloiva ykkösvektori ja esitetty *absoluuttisella* luvulla 1 ja absoluuttisilla 0:illa, systeemin tilavektori kuvaa ns. ”klassisen” aineen tilaa. Interferenssi jonkin toisen ykkös-tilavektorin kanssa ei tällöin ole mahdollinen.

## 2.7 Todennäköisyyskvantti, p-kvantti

On vielä eräs oletusmahdollisuus jäljellä. Voimme olla uskollisia kvanttiajattelulle ja olettaa, että myös *todennäköisyydet* tilavektorissa ovat *kvanttittuneita*<sup>23</sup>. Muistetaan, että katkaisimme eräissä laskuissamme transitiomatriisin muutosten laskennan siinä vaiheessa, kun jossakin sarakkeessa luvut saavuttivat arvon 1 kolmen desimaalin tarkkuudella. Laskenta olisi voinut jatkua – esimerkiksi 8:n tai vaikkapa 40 desimaalin tarkkuuteen – ja tulos olla tällöinkin 1. Eikö tämä voida tulkita niin, että ensimmäisessä tapauksessa jo lukua 0.0004 suurempi muutos voidaan tulkita yhdeksi ”kokonaiseksi *todennäköisyyskvantiksi*”, p-kvantti, jolloin tapahtuu ”hyppy” suoraan *tasan* 1:een (absoluuttiseen 1:een). – Jos p-kvantti olisi luku 0.000000005 tai suurempi, olisi luku 0.9999999961348 katkaistava 8 desimaalin jälkeen, koska siinä tapahtuu p-kvantin mittainen ”hyppy” suoraan 1:een. Tulos on siis tässä ajattelussa *tasan* 1 – eikä sen likiarvo.

Johdonmukainen kvanttiajattelu vie siis siihen, että interferenssiä ainepartikkeleitten välillä ei voi esiintyä. Muutos aineellisissa rakenteissa on siis aina ulkokohtaista. – Vanha idea, ”aineen häviämättömyyden laki” näyttää säilyvän. Samalla voimme todeta, että todennäköisyyden kvantti-käsite, p-kvantti, olisi teorian johdonmukaisuuden vuoksi ilmeisen välttämätön. On outoa, että sitä ei aikaisemmin ole tuotu kvanttimekaniikassa esille.

Ontologisen filosofian kannalta todennäköisyyskvantti toisi osaltaan mielenkiintoisia seurauksia maailmankuvaan:

Kuten juuri edellä on esitetty, *p-kvantin vastaanotto mahdollistaa ainepartikkelin spontaanin synnyn ”kvanttivaahdosta”* – ts. tilasta ennen kosmoksen alkua, tyhjiöstä, jossa kaikki tilavektorit ovat homogeenisia, mutta jossa nykytutkijat kuitenkin olettavat esiintyvän hienoista satunnaista ”värähtelyä”. Peräkkäiset satunnaisvärähtelyt voivat – tosin äärimmäisen harvoin – toteuttaa ergodisen prosessin, joka johtaa yhden tilan pysyvyyteen likiarvon 1 todennäköisyydellä. Ilman p-kvantti -oletusta se ei kuitenkaan koskaan voi päästä tästä kvanttitalasta ainepartikkeli-tilaan (jonka tunnusmerkkinä on, että pysyvän tilan p on *tasan* 1 eikä sen likiarvo.) Sen sijaan p-kvantti -oletusta käytettäessä tämä on mahdollista.

<sup>23</sup> Tiedossani ei ole ketään fyysikköä, joka olisi tätä mahdollisuutta tarkastellut.

Kun yksi ainepartikkeli on spontaanisti syntynyt, se voi lisääntyvästi interferoida *aikaa menettämättä* (instantaneously) muita tyhjiötiloja aidoiksi kvanttisysteemeiksi, joiden tilavektorit ovat – enemmän tai vähemmän – epähomogeenisia. Lopulta joidenkin kvanttisysteemien tilavektorit saavat stabiilin yksikkövektorin muodon (ja niistä tulee siis ainetta, mikäli p-kvantin olemassaolo oletetaan – muutoin ne jäävät kanttitilaan). Ainetilaan siirtyneet systeemit puolestaan lisäävät ainetta dekoherenssissa aikaa menettämättä – eksponentiaalisesti. Tämä kuvaus tuntuu sopivan Bing-Bangin ja sitä seuraavan inflatorisen vaiheen selitykseksi.

Kuten tunnettua, maailmankaikkeus sai alkunsa 12.82 miljardia vuotta sitten (sekunnilleen asiaa ei kerrota – aikaisemmin esitettiin myös arvio: 13.7 mrd. vuotta). Sitten seurasi ns. ”Planckin epookki”, jota kesti  $10^{-43}$  s. Sinä aikana ei voinut tapahtua mitään. Seurasi alkuräjähdyksen ja ”suuri yhtenäisepookki”, joita yhteensä kesti  $10^{-8}$  s eli sekunnin sadasmiljardisosa. Se ja tämän jälkeinen ”inflatorinen epookki”, joka vei aikaa  $10^{-3}$  sekuntia eli sekunnin tuhannesosan, tuntuvat sopivanmittaiselta kvanttisysteemien syntyyn. – Kesti peräti 3 sekuntia alusta lukien, ennen kuin alkoi ilmaantua fotoneja (”ja valkeus tuli”), mutta atomit olivat myöhästelijöitä: kesti 300.000 vuotta, ennen kuin niitä syntyi. Tämäkin on ymmärrettävää, koska kvanttitilasta spontaanisti aineeksi kehittyneitä systeemejä oli vähän ja niiden dekoherenssia, lomittumisia, ”tutustumisia” tai peräti ”rakastumisia” – harvoin. – Kaiken kaikkiaan tuntuu siltä, että alkuräjähdyksessä ei kuitenkaan aikaa hukattu.

## 2.8 Dynaamisesta Universumista

Diskreetti prosessimalli DPM on rakennettu sille ajatukselle, että kaikki tapahtuminen on periaatteessa stokastista ja että näin ollen jokaisen systeemin prosessi on kuvattavissa transitio-todennäköisyyksien matriisilla<sup>24</sup>. Voi olla valaisevaa siis käydä määrittelemään energiaa ja massaa DPM-kehityksessä ja tarkastelemaan *koko Universumin* evoluutioprosessia DPM:n näkökulmasta, varsinkin, kun lähtökohdaksi tarjoutuu uusi, vanhoja standardiesityksiä huomattavasti kypsempi ja teoriana

<sup>24</sup> Tässä esitetty analyysi on julkaistu alun perin teoksessa Rainio, K.: Tapahtumisen yleinen kuvaus. Helsingin yliopiston sosiaalipsykologian laitoksen tutkimuksia 1/1998.

paremmin ymmärrettävä Tuomo Suntolan *dynaamisen universumin* malli<sup>25</sup>. Kaikkeus on eräänlainen jatkuva transiitotapahtuma energiati-  
lasta toiseen.

### 2.8.1 Deterministinen kuvaus diskreetin prosessin erikoistapauksena

Deterministisessä prosessissa tilat ovat *määrättyjä* ja siksi kuvattavissa vain todennäköisyyksillä 1 ja 0. Lisäksi niillä on määrätty tapahtumajär-  
jestys. Deterministisen prosessin transitiomatriisimuoto (ominaismat-  
riisi) on siis seuraavanlainen:

|    | D  |    |
|----|----|----|
|    | s1 | s2 |
| s1 | (0 | 1) |
| s2 | (0 | 1) |

Aika-askeleen pituus on ajateltava vakioksi. – Huomattakoon, että sys-  
teemin tilaksi jää pysyvästi s2. Mutta prosessi voi jatkua tilasta s2 *uutena*  
*systeeminä* tilaan s3:

|    | D  |    |
|----|----|----|
|    | s2 | s3 |
| s2 | (0 | 1) |
| s3 | (0 | 1) |

Niin edelleen. Deterministinen tapahtuminen voidaan siten esittää *pro-*  
*sessiketjuna*:

|      | D  |    |    |    |    |    |    |     |
|------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|      | s1 | s2 | s2 | s3 | s3 | s4 | s4 | ... |
| s1   | 0  | 1  |    |    |    |    |    |     |
| s2   | 0  | 1  |    |    |    |    |    |     |
| s2   |    |    | 0  | 1  |    |    |    |     |
| s3   |    |    | 0  | 1  |    |    |    |     |
| s3   |    |    |    |    | 0  | 1  |    |     |
| s4   |    |    |    |    | 0  | 1  |    |     |
| jne. |    |    |    |    |    |    |    |     |

Jotta ketju saisi merkityksen, kullekin tilalle on annettava ominaisuuks-  
sia, yhden tai useamman variaabelin arvot, esim. lepomassan, valon no-  
peuden jne. Seuraavassa alaluvussa on siitä esimerkki.

<sup>25</sup> Ensimmäinen versio: Suntola, Tuomo: Dynaaminen Universumi, Espoo, 1998.

Tämän alaluvun tarkoituksena on ollut vain osoittaa, että deterministinenkin prosessi voidaan kuvata DPM:n mukaisesti, rajatapauksena, prosessiketjuina – vaikka sillä ei ole käytännöllistä arvoa laskennassa. – Lisäksi on niin, että se tieto, joka meillä on Universumista, on lähinnä aineilmiöiden determinististä tarkastelua. Emme näe avaruutta kokonaisuudessaan ”kvanttioliona”, joka piileskelisi samanaikaisesti lukemattomissa tiloissa. Ei, vaan jokaisena hetkenä avaruus on *määrätyssä* tilassa (jonka todennäköisyys on 1).

### 2.8.2. Kosmologista tarkastelua

Seuraavassa taulukossa on luonnosteltu eräänlainen tilojen ominaisuuksien esitys muutamista Universumin tiloista sen laajentumisvaiheessa:

| Tila, $s(i)$    | Massa                | Valon nopeus       | Gravitaatio-energia  | Liike-energia       | Kokonais-energia |
|-----------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|------------------|
| Laajuus minimi  | $2 \cdot 10^{53}$ kg | suuri              | suuri, negatiivinen  | suuri, positiivinen | 0                |
| Nykytila        | $2 \cdot 10^{53}$ kg | $3 \cdot 10^8$ m/s | $-2 \cdot 10^{70}$ J | $2 \cdot 10^{70}$ J | 0                |
| Laajuus maksimi | $2 \cdot 10^{53}$ kg | pieni              | pieni, negatiivinen  | suuri, positiivinen | 0                |

Ne muutamit luvut, joilla on onnistettu kuvaamaan avaruuden ominaisuuksia tilojen  $s(i)$  ketjussa, on poimittu Tuomo Suntolan teoksesta *Tieteen lyhyt historia* (1918)

Suntola kirjoittaa sivulla 113:

”Pallon pinnaksi suljettu avaruus toimii säteittäisen heilurin tavoin: avaruuden massa saa energiansa omasta gravitaatiostaan supistumisvaiheessa ja luovuttaa sen takaisin gravitaatioenergiaksi laajenemisvaiheessa.” Toisin sanoen: Laajentumisvaiheen alussa (eli supistumisvaiheen lopussa) aineen lepoenergia on suuri, mutta pienenee 0:ksi laajenemisen loppuun tultaessa.



Universumin deterministiselle ja stokastiselle kuvaukselle voidaan rakentaa yhteinen viitekehys, jossa edellinen on rajatapaus. Kun stokastinen kuvaus on keskittynyt systeemin tilojen sisäiseen *dynamiikkaan*, deterministisessä painopiste on tilojen *ominaisuuksissa* (*intrinsic properties*).

## 2.9 Spekulaatiosta ja p-kvantista

Tiede etenee merkitseviin uusiin löydöksiin useinkin seuraavanlaisen ketjun kautta:

*Spekulaatio* → *hypoteesi* → *empiirinen todentaminen*

Spekulaatioista on joskus vaikea erottaa, mitkä ehdotukset ovat ”pelkkiä spekulaatioita” ja mitkä ”varteenotettavia”, ”huomionarvoisia”.

Varteenotettavia ovat sellaiset spekulaatiot, jotka on ilmaistu joko vallitsevan paradigman kielellä tai sille vaihtoehtoisen, hyvin jäsenytyneen uuden paradigman mukaisesti. Jos tämä onnistuu, spekulaatio kelpaa hypoteesiksi ja on vain kokeellista todentamista vailla tullakseen teoriانا vallitsevaksi tai kilpailevaksi vaihtoehdoksi vallitsevan teorian kanssa.

Esimerkki mielestäni varteenotettavasta spekulaatiosta on edellä esitetty ajatus p-kvantin ottamisesta kvanttiteoriaan. Se on selvästi hypoteesi, mutta ongelmana on osoittaa loogisesti pätevien päätelmien tietä tai suoraan koehavainnoilla, että se on ”todella olemassa”, ainakin ”varteenotettava”.

## 2.10 Dekoherenssista

Kari Enqvistin mukaan dekoherenssi on niin tärkeä käsite, että hän kirjoittaa siitä teoksessaan ”Olemisen porteilla” (s. 218): ”Selvää on, että mikään kvanttimekaniikan tulkintakeskustelu ei voi sivuuttaa dekoherenssia. Se onkin hyvä keino tarkistaa asiaa käsittelevän kirjallisuuden taso. Jos dekoherenssia ei edes mainita, kyseisen teoksen voi huoletti repiä vaikka saunan sytykkeiksi.”

Digitaalisesta teoksesta, tästä tiedostosta, ei luultavasti saa millään keinolla saunan sytykkeitä, mutta varminta on tässäkin ”ottaa lusikka

kauniiseen käteen” (oikeaan, koska olen oikeakätinen) ja käsitellä dekoherenssia.

Mainitussa teoksessa on yksi kohta, jossa Enqvist sanoo selvästi, mitä dekoherenssilla tarkoitetaan, nimittäin Hakemisto (s. 231): ”*Dekoherenssi* (on) ulkoisten tekijöiden aiheuttama epämääräisen kvanttitiilan (nopea efektiivinen) muutos määrättyjen tilojen summaksi.” (Sulut K.R) ”Epämääräinen kvanttitiila” on kvanttisysteemin tila, jonka tilavektori on aito Markov-vektori, ts. todennäköisyysvektori, joka ei ole ykkösvektori. Vektorin ”muutos määrättyyn tilaan” on diskreetin kvanttiteorian mukaan edellä jo useaan kertaan käsitelty tilavektorin ja stabiloivan ykkösvektorin interferenssin tuottama tilavektorin muutos ykkösvektoriksi eli – kuten usein sanotaan – ”aaltofunktion romahdus”, kvanttisysteemin muuttuminen ”klassiseksi” aineeksi.

Huomattakoon: Dekoherenssin määritelmän mukaista on se, ettei sitä esiinny systeemien stabiileissa tiloissa. Jo edellä totesimme: jos systeemien ainetilat ovat vastin-elementtitiloja, interferenssillä ei ole vaikutusta. Muussa tapauksessa taas interferenssiä ei voi esiintyä. Dekoherenssissa on siis aina kysymys *ainesysteemin vaikutuksesta kvanttisysteemiin*.

Kvanttimekaniikan alkuvaiheissa oli laajalle levinnyt sellainen käsitys, että ihmisen tekemä havainto saa aikaan tuon ”aaltofunktion romahduksen” eikä osattu ajatella, että sitä tapahtuu luonnossa aine- ja kvanttisysteemien interferenssissä – puhumattakaan siitä, että olisi huomattu panna ”romahdus” detektorilaitteen tilille. Siitä lieenee lähtöisin Enqvistin kiivaus dekoherenssin korostamisessa.

Nykyään eivät monetkaan tutkijat kirjoita teoksiaan ”saunan sytykkeiksi” (eivät ilmeisesti aio polttaa saunaansa) vaan kuvaavat dekoherenssia tärkeänä ontologian perusasiana.

Kauffman kirjoittaa<sup>26</sup>:

”Esimerkiksi varhaisessa maailmankaikkeudessa kaikki oli oletettavasti puhtaasti kvanttimekaanista. Mistä klassinen tuli? Monet pohtivat tätä ongelmaa ja nykyään sen suosituin vastaus on kvanttifaasidekoherenssi ...” (s. 232)

---

<sup>26</sup> Kauffman, Stuart A.: Pyhän uudelleen keksiminen; uusi näkemys luonnontieteestä, järjestä ja uskonnosta. Suom. Kimmo Pietiläinen. Terra Cognita, 2010. (Alkuperäinen nimi: Reinventing the Sacred, 2008)

Edelleen: ”Nykyään ’dekoherenssiteoria’ on suosikkiehdokas selittämään siirtymää mahdollisuuksien kvanttimaailmasta todellisten tapahtumien klassiseen maailmaan.” (s. 234)

Interferenssin esiintymisen edellytyksenä on *systemien lomittuminen*, ts. systeemin K (kvanttisysteemi) ja Y (”klassisen ainesysteemin”, jonka tilavektori on stabiloiva ykkösvektori) elementtitilojen pitää olla *vastinelementtejä*. (Spin-kokeet osoittavat, että systemien lomittuminen on paikasta riippumaton, joten luonnossa on aina valtaisa määrä erilaisia lomittumisen mahdollisuuksia.)

J. McFadden kirjoittaa juuri tästä siteeratessaan Wojciech Zurekia<sup>27</sup>: ”Wojciech Zurek ... on esittänyt kantanaan, että dekoherenssi on syynä siihen, miksi koko maailma näyttää meille klassisena.” ... ”On välttämätöntä, että kvanttisysteemi lomittuu, koska sen ympäristössä on biljoonia partikkeleita ja tämä lomittuminen aiheuttaa dekoherenssin. Syntyy interferenssieffektejä, niin että maailma näyttää klassisena.”<sup>28</sup>

Dekoherenssin suuren merkityksen huomaa, kun toteaa, että se ”selittää” aineellisen kosmoksen synnyn kvanttimaailmasta – *sen jälkeen, kun ensimmäinen ainepartikkeli oli syntynyt*. Jää sanomatta, miten tuon ensimmäisen synty oli mahdollinen!

Tarkastelumme on osoittanut, että systeemin kvanttievoluutio voi johtaa vain *likiarvoiseen* stabiloivaan ykkösvektoritilaan ja se on kvanttitila eikä sellaisena voi muuttaa toista systeemiä ainesysteemin tilaan eli tuottaa varsinaista dekoherenssia. Tarvitaan kvanttievoluution kuvauksessa todennäköisyyskvantin eli p-kvantin käsite, jotta se voisi saada ominaismatriisikseen sellaisen stabiloivan ykkösmatriisin tilan, jossa *1 on tasan yksi eikä sen likiavo!*

Dekoherenssi synnyttää *lisää* ainetta, mutta ensimmäisen ainepartikkelin *syntyy* tarvitaan synnyttäjä: *p-kvantti*.

<sup>27</sup> McFadden, Johnjoe: Quantum Evolution; The New Science Of Life. HarperCollins, 2000.

<sup>28</sup> ”Wojciech Zurek... has proposed that the reason why the entire world appears classical to us is because of decoherence.”... ”The quantum system will inevitably become entangled with the fate of billions of particles in its environment, and this entanglement will cause decoherence. Interference effects will be erased, so that the world will appear classical.” (p. 214)

## 2.11 Olevainen kvanttimaailmana ja aineellisena

Saattaa tuntua siltä, että kvantti-ilmiöitä on käsitelty turhan tarkasti näissä kahdessa luvussa, jopa numeerisin laskuesimerkein. On kuitenkin niin, että sitäkin rajallista Olevaisen osaa, jota fysiikka tutkii, kosmoksen aineellista rakennetta, ei voisi alkuunkaan ymmärtää arkikielen sanoilla esitettynä ja ns. klassiseen fysiikkaan nojautuen. Noin sata vuotta sitten tieteellinen maailmankuva muuttui kvanttifysiikan myötä perusteellisesti.

Kuitenkin tähän mennessä tässä tekstissä on tarkasteltu ns. aineellista maailmaa – ja oikeastaan vain sitäkin hyvin rajoitetusti, systeemien *dynamiikan* näkökulmasta. Systeemien omista sisäisistä ominaisuuksista (intrinsic properties) – kuten systeemin energiasta, massasta, lujuudesta, protonien kvarkkirakenteesta ym. – ei ole puhuttu mitään. On liikuttu sellaisella abstraktilla tasolla, jossa tarkastellaan yleiseltä kanalta systeemien tilanmuutosten lakeja ja vuorovaikutuksia.

Mihin olemme päässeet ryhtyessämme muodostamaan käsitystä Olevaisesta?

Ensiksikin lienee käynyt ilmeiseksi, että tapahtumisen kulku määräytyy vaihtoehtojen *todennäköisyyksien* mukaisesti, stokastisesti. Tämä merkitsee samalla sitä, että se on *indeterminististä*, ei ennalta määrättyä. Tapahtumaketjun deterministisyys on harvinainen rajatapaus.

Toiseksi on käynyt ilmeiseksi, että vain osa systeemeistä voi olla sellaisessa stabiilissa tilassa, että tuo stabiilius mahdollistaa sen havainnoinnin. Voi kuvitella, että epästabiileja systeemejä, jotka esiintyvät vain aidoissa kvanttitiloissa, on paljon enemmän. (Tähän viittaa myös kosmologian nykyisin viljelemä toteamus, että ainetta on kosmoksessa oikeastaan vain 5% ja loppu ns. ”pimeää ainetta” tai ”pimeää energiaa”).

Kolmanneksi on tuotu esiin hypoteesi *todennäköisyyskvantista*. Se merkitsisi, että kvanttisysteemi voisi prosessissaan *ilman ulkoisia vaikutuksia* muuttua täysin stabiiliksi eli ainetta voisi syntyä kvanttitiloista aivan *spontaanisti*. (Muutenhan se lisääntyy dekoherenssin tuloksena.)

Tähänastisesta tekstistä on saattanut jäädä sellainen käsitys, että Olevainen on pelkkää ainetta ja aineen kvantti-ilmiöitä. Missä ovat ihmisen ajatukset, mielikuvat, tietoisuus, tajunta, teot, tunteet, merkitykset, tarcoitukset – koko ”hengenelämä”? Eivätkö ne ole olemassa, vaikka ne voidaan niin helposti havaita – nimittäin itsehavainnon tietä? – Jos

teksti loppuisi näihin kahteen lukuun, voisi hyvin väittää, että teos edustaa tyypillistä fysikalismia, jossa olemassaolo suodaan vain atomeille (”kaikki on atomien liikettä, ei muuta”). – Ei. Seuraavassa, kolmannessa luvussa otetaan nimenomaan tajunta tarkastelun kohteeksi ja loppulukujen filosofia laajentaa vielä kuvaa Olevaisesta radikaalisti.



## Luku 3

### Tajunnasta

#### 3.1 Tajunnan ontologiaa. Psykofyysisen probleema<sup>29</sup>

##### *3.1.1 Sokrates torin laidalla*

Sokrates oli jälleen mielityössään, haastattelemassa torilta tulijoita, kansanihmisiä, joihin hän oli mieltynyt jo antiikin päivinä.

Eläkevuosiaan lähestyvä, vanhahko mies, joka kantoi kassissaan kuutta keskiolutpulloa ja muutamia porkkanoita, näytti sovelialta haastateltavalta.

Sokrates: ”Voitteko sanoa, hyvä herra, onko ihmisellä henki?”

Herra: ”Kyllä, varmasti. Ainakin hengenahdistus – niin ja sitten hengenlähtö”. (Nauraa vitsilleen).

S: ”Kertoisitteko vielä, missä se henki on?”

H: ”Missäkö? No aivoissa, missäs muualla!”

S: ”Jos hengessänne soutelette veneellä kesäisellä järvellä ja henki on aivoissanne, niin onko Teillä siis vene hengessä, joka on aivoissa, ja siis vene aivoissa?”

H: ”Näsäviisasta!” (Lähtee heilauttaen suuttuneesti kassiaan, joka kilisee.)

Jo iäkäs, mutta iloisenoloinen rouva lähestyy ja Sokrates pysäyttää hänet.

S: ”Rouva hyvä, voisitteko sanoa, onko ihmisellä sielu?”

---

<sup>29</sup> Sanonta esiintyy tavallisesti muodossa: psykofyysinen probleema, mutta se on kieliopillinen virhe. Eihän probleema itse ole psykofyysinen vaan sen kohde.

R: ”Mihin te sitä tarvitsitte?”

S: ”No, enhän minä, mutta noin yleensä vain, onko sielua?”

R (ilahtuu muistoistaan): ”On kai se. Minähän luin kerran nuoruudessaani Lehtovaaran ’Sielutieteen oppikirjankin.’”

S: ”Olen kuullut, että se on muutettu ’Psykologiaksi’, koska Helsingin professorit sanoivat, ettei sielua ole. Psyko tulee siitä, että ennen oli jonkinlainen jumalolento Psykhe, kauniimpi kuin Afrodite Minä muistan nähneeni kuviakin.”

R: ”Ja kattia kanssa! Jonkinlainen missi. Ei tule kuuloon.”

S: ”Entäs se Karjalassa mainittu sielulintu?”

R: Herrajestas! Lintu! Onhan minulla sielu, mutta mikäs lintu minä olen! Ei minulla ole siipiäkään!”

S: ”Mutta on kauniit kädet.”

R: ”Kiitos kohteliaisuudesta. Mutta nyt minä lähten. Herra rupee flirttailemaan.”

### 3.1.2 *Onko tajuntaa?*

Kysymys jonkinlaisen hengen, sielun, tietoisuuden, tajunnan, mielen – mitä nimitystä sitten käytetäänkin<sup>30</sup> – olemassaolosta ja suhteesta aineeseen, on eräs filosofian kaikkein syvällisimmistä kysymyksistä. Vastauksesta riippuu, voidaanko tehdä suoraan jokaista ytimiin saakka koskettava kysymys ”sielun kuolemattomuudesta” – onko kaikki kuoleman jälkeen ”tuhkaa hiven, vaskiurnassa, alla mullan ja mustan kiven”.

Radikaalin *fysikalistin* vastaus on selvä, eliminoiva: mitään tajuntaa ei ole ja puheet siitä ovat kansanperinteen primitiivistä harhaa – kuten mm.

---

<sup>30</sup> Nimitysten välillä tuntuu vallitsevan suoranainen sekasorto: englannin ”mind” (mieli, järki, ymmärrys, mielipide, ajatukset, asenne, tarkoitus) on miltei yhtä monimielinen kuin suomen ”mieli” – henki, sielu, tajunta, tarkoitus, tietoisuus. ”Consciousness” tarkoittaa milloin tajuntaa, milloin tietoisuutta. Tässä tekstissä käytetään Lauri Rauhalan suosittamaa Eino Kailan noudattamaa käsittejakoa:

1) Tajunta, jossa

a) tietoisuus ja

b) tiedostamaton (aikaisemmin: alitajunta), sekä

2) tajuton

Tietoisuustilassa oma kokeminen voi olla (”sisäisen”) itsehavainnon kohteena, tiedostamattomassa ei.



Patricia Churchland esittää eliminoivan materialistin kantanaan. Vähemmän jyrkät fysikalistit pitävät mahdollisena puhua tajunnasta, mutta katsovat, että kyseessä on vain aivojen hyvin komplisoidun atomirakenteen *emergentti* ominaisuus – niin kuin rautakanki on rautamolekyylien emergentti ominaisuus. Emergenssi-käsitettä ei ainakaan aivojen ominaisuutena kuitenkaan pystytä kuvaamaan.

Käsitteen määrittely riippuu luonnollisesti siitä *viitekehyksestä*, jota kulloinkin käytetään.

*Arkikielen* viitekehyksessä tajunta ja tietoisuus tarkoittavat (hämärästi) jonkinlaista ihmis- tai eläinyksilöitten ”sisäistä” maailmaa, jota toinen voi osittain ymmärtää tai olla kokonaan ymmärtämättä. – (Arkikielesäkin ”tajuinen” ja ”tietoinen” poikkeavat toisistaan: ”Onko se jo tajuissaan?” kysytään pyörtyneenä olleesta. ”Se kulkee niin omissa mietteissään; onko se ollenkaan tietoinen siitä, miten kaunis päivä nyt on?” – Englannin ”conscious” ei tee selvää eroa näiden käsitteiden välillä.)

*Fysiikan ja neurofysiologian* viitekehyksessä katsotaan joko a) että käsite ”tajunta” on täysin epätieteellinen ja käyttökeltoton tai b) että tajunta on komplisoidun aivotoiminnan emergentti ilmentymä, jota ei voida kuvata toistaiseksi tarkemmin, koska ei (vielä) tunneta tällaisen emergenssin luonnetta, ei syntytapaa eikä rakennetta.

Vaikka b-tapauksessa tajuntaa ei pystytä neuropsykologiassa määrittelemään, se kuitenkin oletetaan olemassa olevaksi ja pyritään erillistapauksissa etsimään yhteyksiä tajunnallisen ja hermostollisen välillä, erilisiä korrelaatteja.

### 3.1.3 Tajunnan ja tietoisuuden määrittelyä ja kuvausta

Rauhalan näkemys:

Suomessa ehkä tarkimmin tajunta-käsitettä on selvittänyt psykologi-filosofi Lauri Rauhala. Hän määrittelee sen monellakin tavalla – aspektista riippuen.

Lyhin ja ytimekkäin on seuraava<sup>31</sup>:

*Tajunta on kokemisen kokonaisuus.*

---

<sup>31</sup> Rauhala, 1995, s. 42.

Avainsanoja on tässä kaksi: kokeminen ja kokonaisuus. Edellinen on itsehavainnon ja arkikielen kautta välittömästi ymmärrettävissä. Kokonaisuutta korostetaan siksi, että (kuten hahmopsykologia on yksityiskohtaisemmin osoittanut) ne erityiset seikat, joita kulloinkin koetaan, valikoituvat ja saavat merkityksensä tietystä kokonaisuudesta käsin. Esim. nähty puu tajutaan osaksi puistoa, puisto osaksi maisemaa, joka puolestaan on osa mielentilaa ja saa siitä ”väriyksensä” jne.

Rauhala täydentää:

”Tajuisen erottaa tajuttomasta elämyksellisyys. Sillä tarkoitetaan kokemuksellisuuden alkutilaa, josta alkaen tajunnallisten sisältöjen organisoitumista on mahdollista seurata tajunnan omalla tasolla.”<sup>32</sup>

”Kokemus muodostuu siten, että todellisuuden ilmiöistä ja objekteista – myös omasta kehosta – tarjoutuu mielellisiä edustuksia.”<sup>33</sup>

Rauhala käyttää viitekehyksenään fenomenalistista psykologiaa ja ottaa käyttöön sen käsitteistöä: noesis tarkoittaa kokemuksen kokonaisuutta jäsentymättömänä, noeemat ovat erillisiä koettuja jäsentymiä, mieliä (engl. sense). Niillä on jokin kohde: ”Kun mieli jostakin kohteesta ilmenee (eli on elämyksellisesti oivaltuvana läsnä) ja asettuu suhteeseen kyseessä olevan kohteen kanssa, syntyy merkityssuhde.”<sup>34</sup>

Tästä näkökulmasta Rauhala pääsee määrittelemään tajunnan seuraavasti:

”Tajunta on mielen oivaltuvaa läsnäoloa, mutta ei välttämättä mieliä jostakin.”<sup>35</sup>

Rauhala katsoo, että tajuntaprosessit ovat nimenomaan merkityksillä operointia ja määrittelee nyt siinä valossa tajunnan:

”Tajunta on merkitysten kehkeytymisen, niiden keskinäisiin suhteisiin asettumisen ja niiden jatkuvan muutoksen prosessi.”<sup>36</sup>

Toisessa yhteydessä Rauhala puhuu ”noeettisesta potentiaalista”, joka ”voidaan käsittää tajunnallisuuden alkumuodoksi, jossa on annettu elämyksellisyys kykynä kokea asioita mielellisinä sisältöinä.”<sup>37</sup>

---

<sup>32</sup> Rauhala, 1995, s. 42.

<sup>33</sup> Rauhala, 1995, s. 43.

<sup>34</sup> Rauhala, 1995, s. 44.

<sup>35</sup> Rauhala, 1995, s. 47.

<sup>36</sup> Rauhala, 1995, s. 49.

<sup>37</sup> Rauhala, 1998, s. 35.

Herää kysymys, miten Rauhalan korostama näkemys tajunnasta ”merkityksillä operoimisena” on sovitettavissa diskreettiin prosessimalliin. Rauhalahan ei esitä mitään tarkkaa formaalia kuvausta tästä operoimisesta – saati sitten matemaattista mallia. Vaikka mm. Chalmers on sillä kannalla, ettei kvalioitten kokemista eikä muutakaan elämyksellistä voida käsitellä kvanttitietoisuuden viitekehyksessä, myöhemmässä elämysmaailman tarkastelussamme huomaamme, miltä osin se kuitenkin on mahdollista. Voimme nimittäin käsitellä elämyksiä systeemin tilojen itseisominaisuuksina (intrinsic properties) – sanottakoon se jo tässä. Silloin, kun elämykset tuottavat tajunnallisia (psykkisiä) attraktio- tai repulsiokenttiä, ne vaikuttavat tajuksen systeemin tilavektoreihin – muotoilevat sen ”elämänkenttää”. (Mutta siitä yksityiskohtaisemmin myöhemmin.)

Lowe:

Tajunnan filosofian viitekehyksessä asiaa tarkastelee mm. E. J. Lowe.<sup>38</sup> Varsinaista tajunnan tai tietoisuuden määritelmää on vaikea löytää Lowen esityksestä erilaisten filosofisten suuntausten kuvausten seasta.

Lowe korostaa sitä, että ihminen on ”experiencing subject”, mikä voi tarkoittaa ”kokevaa subjektia”, mutta tekstiyhteyksistä päätellen sittenkin paremmin ”elämyksiä kokevaa subjektia” (subject experiencing experiences!).

Jonkinlainen määritelmä Lowen tekstistä löytyy:

”... tietoisuuden tilat ovat erotettavissa eräistä muunlaisista mentaalisista tiloista siinä, että ne ovat ‘toisen-asteen’ tiloja, sisältäen subjektin tietämyksen tai tietoisuuden eräistä muista minän mentaalisista tiloista.”<sup>39</sup>

Suomeksi tämä tarkoittaa itsetajuntaa. Tietoisuus (consciousness) olisi siten tietoisuutta oman elämysmaailman läsnäolosta. Se erottaa ihmisen eläimistä, joilla ei katsota olevan itsetajuntaa, mutta kylläkin tajuntaa (tajunta = consciousness samassa merkityksessä kuin awareness, joka tarkoittaa lähinnä elämysmaailman läsnäoloa ilman, että subjekti tajuaa sen subjektiivisuutta).

---

<sup>38</sup> Lowe, 2000.

<sup>39</sup> ”... states of consciousness are distinguished from some other kinds of mental states in that they are ‘second-order’ states, involving a subjects knowledge, or awareness of certain other mental states of itself.”

Lowe esittää saman käsityksensä tietoisuudesta itsetajuntana muuallakin teoksessaan:

”... voidaan ottaa sekin kanta, että -- koska mentaalinen tila on tietoinen tila – se on toisen, hierarkiassa korkeamman tilan objekti.”<sup>40</sup>  
Edelleen: ”... me ihmisolennot olemme tietoisia ajattelijoita, koska meillä on myös ‘toisen tason’ uskomuksia – uskomuksia ‘ensimmäisen tason’ uskomuksistamme.”<sup>41</sup>

Diskreetti prosessimalli<sup>42</sup>:

Diskreetin prosessimallin viitekehyksessä tajunta voidaan (alustavasti) määritellä seuraavasti:

Tajunta on systeemien hierarkia, jossa systeemien informaatiokentät vaikuttavat vahvasti interferenssin kautta toisiinsa ja alimman tason kentän interferenssin kautta aivojen synapsitoimintakenttiin – kokemuksen elämyksellisen aineksen sisältyessä suhteellisen pysyvien tilojen itseisominaisuuksiin (intrinsic properties).

Diskreettien prosessien tarkastelussa informaatiokentät tarkoittavat samaa kuin transitiotodennäköisyyksien matriisit (= systeemien kaikki mahdolliset superpositiotilat). Edelleen niiden voidaan katsoa tarkoittavan samaa kuin Bohmin implicate order (piilojärjestys). – (DPM:lla on paljon yhtäläisyyksiä David Bohmin viitekehyksen kanssa, kuten tulemme huomaamaan.)

On korostettava systeemien interferenssin kaksisuuntaisuutta, niin että eri tason kenttiä ei voida redusoida mihinkään tasoon.

Tajunta käsittää ne systeemit, joita voidaan kutsua mentaalisiksi. Mentaalinen on systeemi, joka on jotakin kautta interferenssivuorovaikutuksessa aivotoimintoihin (= synapsien kvanttimekaanisiin systeemiin). Tietoisia elämyksiä voi katsoa syntyvän silloin, kun mentaalisella systeemillä on suhteellisen pysyviä tiloja, niin että niiden itseisominaisuudet (intrinsic properties) toteutuvat kyllin pitkän ajan tullakseen

---

<sup>40</sup> ”... we humans are conscious thinkers because we also have ‘second-order’ beliefs – beliefs about our first-order beliefs.” Lowe, 2000, pp. 289-290.

<sup>41</sup> Lowe, 2000, p. 290.

<sup>42</sup> Rainio, 2008.

koetuiksi (elämyksinä). (Bohmin mukaisesti tarkastellen tämä kokeminen on tietoisuuden ilmijärjestystä (explicate order).)

Elämys voidaan olettaa sitä syvemmäksi, mitä vahvemmassa vuorovaikutuksessa mentaaliseen tapahtumiseen osallistuvat (eritasoiset) kentät ovat toisiinsa, mitä useammalle eri tasolle vuorovaikutus ulottuu ja mitä pysyvämpi se tila on, jonka itseisominaisuuksista elämyssisältö muodostuu.

Elämystilojen syvyys ja toistuvuus sekä elämysprosessin jatkuvuus tuottavat kokemuksen Minästä näitä elämyksiä kokevana subjektina. (Onko oletettava jokin erityinen ”subjektisysteemi” vai riittääkö vahva interferenssi nivomaan tiettyjä systeemejä yhteen kokonaisuudeksi, jota voitaisiin kutsua ”subjektiksi” ilman selvää rajausta? Tämä kysymys on avoin.)

Tajunnan tutkimuksessa ei voi kuvitellakaan päästävän eteenpäin, ennen kuin siitä on rakennettu käyttökelpoinen eksaktin teorian malli. Sitä yritetään jatkossa.

### 3.2 Ecclesin eksosytoositeoria: Miten tietoisuus säätelee aivojaan

#### 3.2.1 Jobdannoksi. *Atmanspacher Ecclesin teoriasta*<sup>43</sup>

Artikkelissaan, joka esittää katsauksen *tietoisuuden kvanttimekaanisiin tulkeintoihin*, Atmanspacher antaa suuren arvon nobelisti John C. Ecclesin teorialle, joskin näkee siinä myös puutteita. Hän kirjoittaa:

”Mahdollisesti kaikkein konkreettisimman esityksen siitä, millainen rooli kvanttimekaniikalla nykyisessä muodossaan on aivoprosessien kuvauksessa, ovat tehneet Beck ja Eccles (1992).”<sup>44</sup>

”Ecclesin ja Beckin lähestymistapa on yksityiskohtaisin ja konkreettisin mitä tulee kvanttimekaniikan standardimallin soveltamiseen eksosytoosin kuvauksessa. Se ei kuitenkaan ratkaise problemaa, miten yksittäisen synapsiksen aktiivisuus etenee neuraalisiin kokonaisuuksiin, ja se

---

<sup>43</sup> Atmanspacher, Harald: Quantum Approaches to Consciousness. (2004, substantive revision 2020.) Stanford Encyclopedia of Philosophy

<sup>44</sup> ”Probably the most concrete suggestion of how quantum mechanics in its present-day appearance can play a role in brain processes is due to Beck and Eccles (1992).”

jättää kvanttiprosessien mentaalisen syy-yhteyden pelkäksi väitteeksi.”<sup>45</sup>

### 3.2.2 *Sir John C. Eccles*

John Carew Eccles syntyi Australiassa v. 1906 ja toimi aluksi fysiologian professorina The Australian National Universityssa Canberrassa. Hän julkaisi jo 1930-luvulla synapsien toimintaa koskevia artikkeleita ja 1950-luvulla kaksi huomattavat teosta. Näistä perustavanlaatuisista, hermoimpulssien ylikulkua synapsissa koskevista töistään hän sai fysiologian ja lääketieteen Nobelin palkinnon vuonna 1963.

Vuosikymmeniksi tämä nobelisti keskittyi psykofyysisen eli mind-brain-problemaan, tietoisuuden ja aivojen välisen vuorovaikutuksen vaikeaan kysymykseen. Tärkeimpänä teoksena tästä teemasta voidaan pitää hänen viimeistä julkaisuansa ”How the Self Controls Its Brain” v:lta 1994.

Sir John Eccles kuoli 91 vuoden ikäisenä vuonna 1997.

### 3.2.3 *Aivosoluista*

Koska esityksen painopiste on psykofyysisen probleeman ratkaisun kannalta oikeastaan eräässä aivofysiologisessa detaljissa, mutta äärimmäisen tärkeässä, aivojen rakenne ja toiminta kokonaisuutena voidaan sivuuttaa muutamalla maininnalla.

Isoissa aivoissa on hermosoluja eli neuroneja yli  $10^{11}$  eli yli sata miljardia. Niillä on runsaasti haarakkeita eli dendriittejä (+ aksoneja). Haarakkeet kiidättävät solusta toiseen hermoimpulsseja, jotka ovat luonteeltaan sähkökemiallisia muutoksia. Mitä intensiivisempää hermostollinen toiminta on, sitä suurempi on haarakkeessa kulkevien impulssien *frekvenssi* aikayksikköä kohti. Itse impulssit eivät siis ole ”suurempia tai pienempiä”. Voidaan sanoa, että hermoston toiminta on *kvantittunut* impulssiyksiköiksi. Siten esimerkiksi näköhavainnon yhteydessä silmän

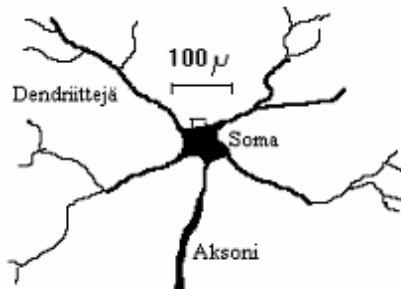
---

<sup>45</sup> ”The approach by Eccles and Beck is most detailed and concrete with respect to the application of standard quantum mechanics to the process of exocytosis. However, it does not solve the problem of how the activity of single synapsis enters the dynamics of neural assemblies, and it leaves the mental causation of quantum processes as a mere claim.”

tappi- ja sauvasolujen ärsytykset kulkevat nimenomaan impulssijonoina aivojen ”tietojenkäsittelyyn”.

Siirtyessään hermosolusta toiseen impulssit kulkevat läpi ns. *synapsin*. Ylittäessään synapsin impulssi joko tuottaa impulssin toisessa solussa (eksitoi) tai estää (inhibitoi) impulssin kulun siinä.

Kuvassa 3.1 on esitetty piirros hermosolusta ja kuvassa 3.2 erityisesti solun pinnalla sijaitsevista toisen solun haarakkeista, jotka päättyvät kukin synapseihin. Yksi tällainen synapsi on lisäksi esitetty suurennettuna kuvassa 3.3.



Kuva 1 Motorinen neuroni



Kuva 2 Synapseja

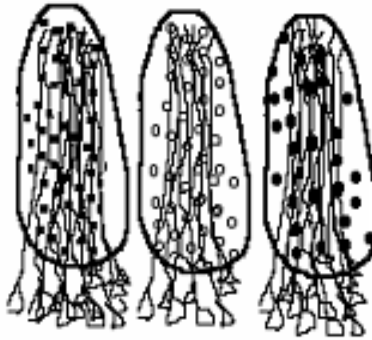


Kuva 3 Synapsi

*Kuvat 3.1 – 3.3. Neuroni ja synapsi.*

Synapseja on jokseenkin runsaasti: esimerkiksi pyramidisolun ääreisdendriitissä (apical dendrite) on tuhansia synapseja.

Jonkinlaista järjestystä hermosolujen ryteikköön tuovat hermokimput eli *dendronit*, joista kaavio on esitetty kuvassa 3.4



*Kuva 3.4. Dendronit ja Ecclesin "psykonit".  
Kaavio kolmesta dendronista ja niitä vastaavista "psykoneista".*

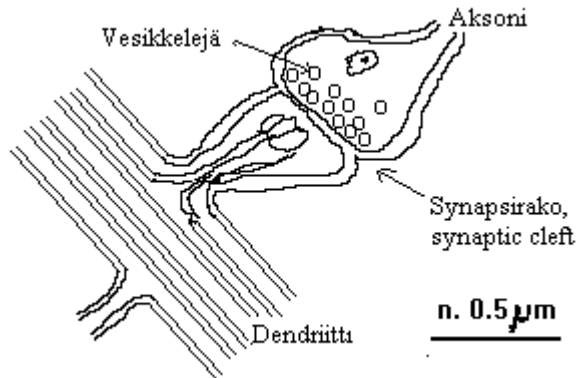
Yhdessä dendronissa on tavallisesti 70 - 100 dendriittiä. Näiden välillä on runsaasti synapseja, Ecclesin laskelmien mukaan yli 100.000 yhdessä dendronissa, mutta varsin vähän dendronien välillä. Siten dendroni toimii eräänä osakokonaisuutena hermoverkossa. Tähän palataan tuonnempana.

Tässä valtavassa dendriittien muodostamassa verkossa, ryteikössä, kulkee siis jatkuvasti luonteeltaan sähkökemiallisten hermoimpulssien jonoja, joiden kulkua säätelevät aistielimistä - myös kehon sisäisistä - tulevat ärsykkeet ja hermoyhteyksien rakenne, mutta ennen kaikkea synapsien ominaisuudet. Viimeksi mainittuun on aihetta paneutua yksityiskohtaisemmin, koska juuri siellä piilee psykofyysisen probleeman ratkaisu, tietoisuuden ja aivojen interaktion salaisuus - Ecclesin mukaan.

### *3.2.4 Synapsi ja eksosytoosi*

Kuvassa 3.5 on esitetty kaaviopiirroksena synaptinen liittymä. Siinä yhden neuronin aksoni kohtaa toisen neuronin dendriitin.





Kuva 3.5. Synapsin rakenne. Synapsirako n.  $200 \text{ \AA}$  eli  $0.00002 \text{ mm}$ .

Aksonin päätehaarat päättyvät laajentumaan, ”nappiin” (Eccles käyttää nimitystä ”bouton”). Tämän ja dendriitin pullistuman väliin jää synapsiväli tai -rako, cleft, joka erottaa ne toisistaan. Synapsiväli on suuruudeltaan noin  $200 \text{ \AA}$  ( $= 0.00002 \text{ mm}$ ). Impulssit tulevat aksonia pitkin ”nappiin”, presynaptiseen osaan, ja - jos ylittävät raon - tuottavat impulssin postsynaptisessa osassa.

Synapsin ylimenon ei tapahdu niin, että itse impulssi, sähkökemiallinen ”häiriö”, jatkaisi matkaansa synapsiraon yli, vaan asia on paljon mutkikkaampi. Ylimenoon vaikuttavat oleellisesti ns. vesikkelit (vesicles), pienenpienet ”säiliöt” tai ”pussit” tai ”paketit”, jotka sisältävät erityistä välittäjä- eli transmitteriainetta.

Vaikutus postsynaptiseen osaan tapahtuu siten, että *yksi* vesikkeli ylittää synapsiraon, purkaa transmitteriainemolekyylit postsynaptiseen osaan ja aiheuttaa siinä kemiallisen muutoksen. Tätä tapahtumaa nimitetään *eksosytoosiksi* (exocytosis).

Eksosytoosissa, impulssin tullessa ”nappiin”, siis *enintään yksi* ja vain yksi vesikkeli voi erityisen laukaisumekanismiin (trigger) vaikutuksesta ylittää synapsiraon. Voi olla, että yksikään ei ylitä. Ecclesin mukaan laukaisumekanismi toimii puhtaasti *todennäköisyysperiaatteen* mukaisesti. Eri-tyisen tärkeä seikka on, että tuo ylitystodennäköisyys (yhtä impulssia kohti) on aivokuoren soluissa suhteellisen matala ( $0.3 - 0.4$ ). Jos se olisi kaikkialla synapseissa 1, mitään tajunnan kaltaista ei – Ecclesin mukaan – lainkaan esiintyisi.

### 3.2.5 Ecclesin ja Beckin teoria tietoisuuden ja aivojen interaktiosta

Ecclesin perusoletus on, että *mentaaliset tilat vaikuttavat synapseissa vesikkelien ylimenojen todennäköisyyksiin*. Tähän näkemykseen vaikutti suuresti se, mitä H. Margenau kirjoitti v. 1984 teoksessaan ”The Miracle of Existence”:

”Tietoisuutta (mind) voidaan pitää kenttänä tämän sanan hyväksytyssä fysikaalisessa merkityksessä. Mutta se on ei-aineellinen kenttä; sen lähin analogia on ehkä todennäköisyyskenttä. Sitä ei voida verrata yksinkertaisiin ei-aineellisiin kenttiin, jotka vaativat aineen läsnäoloa (hydrodynaaminen virtaus tai akustiikka). Sillä ei myöskään ole välttämättä määrättyä sijaintia avaruudessa. Ja siinä määrin kuin nykyisin on evidenssiä, se ei ole energiakenttä missään fysikaalisessa mielessä, sen ei myöskään tarvitse täyttää vaatimusta, että se sisältäisi energiaa tuottaakseen kaikki tunnetut ilmiöt, joissa tietoisuus on interaktiossa aivojen kanssa.”

Eccles rohkaistui ajattelemaan, että synapsien ylitysten todennäköisyyksiin voi jokin tekijä vaikuttaa ja että vaikuttavan tekijän ei tällöin tarvitse olla aineellinen eikä energieettinen.

Ratkaiseva läpimurto tapahtui, kun Eccles syyskuussa 1991 tapasi Darmstadtin teknisen yliopiston teoreettisen ydinfysiikan osaston johtajan Friedrich Beckin. Beck oivalsi välittömästi, että avainongelma oli laskea kvanttifysiikan avulla eksosytoosiin tarvittavan energian suuruusluokka. Jos se olisi kyllin pieni, silloin tietoisuus voisi vaikuttaa aivoihin, ilman että rikottaisiin fysiikan säilymlakeja.

Beck osoitti laskelmillaan, että eksosytoosin laukaisuprosessi kuuluu sellaiseen suuruusluokkaan (femtosecond regime,  $10^{-15}$  s), että periaatteessa yksikin kvantti voi toimia laukaisijana (Eccles, s. 158).

Eccles ja Beck saattoivat nyt asettaa hypoteesin:

*Minän tietoisuusaikomus (mental intention of the self) tulee neutraalisesti efektiiviseksi kohottamalla hetkellisesti eksosytoosin todennäköisyyttä koko dendronissa ja tällä tavalla kykenee saamaan suuren joukon todennäköisyysamplitudeja tuottamaan yhtenäisen (coherent) toiminnan.* (Eccles, s. 146)

Eccles jatkaa: ”Hypoteesimme tarjoaa luonnollisen selityksen tahdonalaisille (voluntary) liikkeille, joita tietoisuuden intentiot aiheuttavat - ilman että hypoteesi rikkoo fysiikan säilymlakeja. Kokeellisesti on osoitettu, että intentiot ja tarkkaavuus (attention) aktivoivat aivokuorta tietyillä hyvin määritellyillä alueilla ennen liikettä. ... On huomattava,

että pitkäaikaisen oppimisen avulla minä voi suunnata intention toteuttamaan tietty liike määrättyihin dendroneihin, jotka pystyvät tuottamaan vaadittavan toiminnan.” (Eccles, s. 147) – Toisin sanoen impulssimäärä kasvaa suuresti dendronissa, kun sen kaikissa synapseissa ylitystodennäköisyys kasvaa samanaikaisesti. (Ilmeisesti myös impulssien monistuminen neuronien haarakkeissa vaikuttaa samaan suuntaan – vaikka tästä Eccles ei erikseen mainitse.)

Eccles esittää vakuuttavaa empiiristä aineistoa teoriansa perusteluksi. Eräs merkittävimmistä on Rolandin koe:

*Pelkkä tarkkaavaisuus* aikaansaa määrätyllä aivoalueella aktivaation, joka todetaan mittauksessa rCBF-arvojen tilastollisesti merkittävänä kasvuna (Roland 1981). Tämä oli tulosta yksinomaan mentaalista tarkkaavaisuudesta, sillä *mitään kohtaa sormessa ei kosketettu*, ärsyke vietiin vain hyvin lähelle ihoa (kuva 3.5, Eccles, p. 79, Fig. 5.4a). Sama saatiin aikaan myös ikään kuin huulia koskettamalla, mutta nyt samanlainen reaktio havaittiin huulten premotorisella alueella aivoissa (Eccles, p. 79)<sup>46</sup>.

Kuvassa 3.5 on esitetty mainitun tarkkaavuuden (somatosensory attention) tutkimuksen tulos (Eccles, p. 79, Fig. 5.4a). Eccles esittää tämän esimerkin myönteisenä vastauksena yleiseen kysymykseen, ”voivatko mentaaliset tapahtumat aiheuttaa neuraalisia tapahtumia”.

Eccles oli erikoistunut motoriikan hermfysiologiaan ja puhui ilmeisesti sen tähden havainnoista varsin vähän. Hän kuitenkin huomauttaa siitä, että havainnot ovat nimenomaan aktiivisen toiminnan aikaansaannosta, joten havainnoissakin lähtökohta on mentaalisissa tiloissa: Mentaalinen tila tuottaa mallin, joka ikään kuin ”sovitetaan” aistielimistä tulneiden hermoimpulssien luoman tilan ”tunnistamiseen”. Jos malli ”sopii” viimeainittuun, tietoisuudessa koetaan mallin mukainen havainto – ja mallin mukaiset merkitykset.

---

<sup>46</sup> ”Attention was focused on a finger tip in expectation of a just detectable touch. The increased cortical activity appropriately was largely on the finger-touch area. If the expectation was on the lips, then the increased cortical action was largely on the lips’ somatosensory area.” (Eccles, p. 173)



**Pelkän "mentaalisen tarkkaavaisuuden" aikaan-  
saama verenkierron lisäys (rCBF, regional blood flow).  
Tummat alueet: lisäys merkitsevyystasolla 0.0005.  
Harmaat alueet: lisäys merkitsevyystasolla 0.05.**

*Kuva 3.5 Pelkän tarkkaavuuden, ilman aistiärsykettä, aiheuttama muutos aivo-  
verenkierrossa.*

Lienee tarpeetonta huomauttaa siitä, että havaintoihin liittämämme merkitykset eivät ole siinä impulssijonossa, neuraalisessa informaati-  
ossa, joka tulvii aivoihimme aistiärsykkeistä vaan siinä mentaalissa ti-  
lassa, jonka onnistumme sovittamaan tuota informaatiota yhteen ko-  
koavaksi malliksi. Merkitykset ovat puhtaasti mentaalisia - tuskin mi-  
tään aivoimpulssien monimutkaisten rakenteiden "emergentejä omi-  
naisuuksia". Tarkemmin voitaisiin sanoa niin, että merkitykset ovat ta-  
juntasysteemin tilojen *itseisominaisuuksia* (intrinsic properties), joista tu-  
lee puhe myöhemmin.

### 3.2.6 Ecclesin "psykonien oma maailma"

Ecclesin teorian tutkijoiden piirissä saama, joskus hyvinkin "teilaava" kritiikki kohdistuu vahvimmin hänen oletukseensa erityisten dendroneja vastaavien "kvanttiolioiden", "psykonien" olemassaolosta – ehkä siksi, että hän siinä rohkenee ottaa esitykseensä mukaan hiukan metafysiikkaakin, vaikka muuten sitä kaihtaakin. Eccles nimittäin esit-  
tää sivun mittaisessa alaluvussa "Psykonimaailma" (pp. 178-179):

"Psykonit ovat kokemuksen (elämysten) yksiköjä ja siksi dominoivasti reaalisia."<sup>47</sup> (p. 178)

<sup>47</sup> "Psychons are units of experience and so have a dominant reality." (p. 178)

”Voidaan hyväksyä se, että kaikki kädelliset ovat tietoisia olentoja, joilla on jossakin määrin sekä toimintojensa kontrollia että tietoisia kokemuksia. Dendronien ja psykonien välinen vuorovaikutus on siten oleellista. Ihmisen tapauksessa kehitys etenee niin, että ilmaantuu minä-tietoisuus, jonka yhteydessä voidaan otaksua, että psykonit voivat olla olemassa dendron-yhteydestä irrallaan uniikissa psykonien maailmassa. Se on minän maailma...”<sup>48</sup> (pp. 178-179)

”Edelleen voidaan kysyä, onko olemassa organisoituneiden psykonien kategoria, joka ei ole linkittynyt dendroneihin vaan ainoastaan toisiin psykoneihin, niin että ne muodostavat aivoista erillään olevan psykoni maailman.”<sup>49</sup> (p. 179)

### 3.3 Ecclesin brain/mind -teorian matemaattinen malli

#### 3.3.1 Eksosytoosin matemaattinen ratkaisu

Ecclesin perushypoteesin (oikeastaan teorian) mukaan mentaalisen systeemin<sup>50</sup> jokin tila muuttaa eksosytoosin eli hermoimpulssin synapsin ylityksen todennäköisyyttä. Tässä esitetään matemaattinen hypoteesi, että mainittu todennäköisyyden muutos tapahtuu kahden vektorin, eksosytoosin todennäköisyysvektorin ja mentaalisen tilavektorin interferenssin vaikutuksesta.

Tarkastellaan aluksi yhden synapsin eksosytoosia. Eccles ilmoittaa kokeellisiin tutkimuksiin nojaten, että yhden impulssin tullessa synapsiraoille, on olemassa lepotilassa noin 0.2 – 0.4:n todennäköisyys sille, että laukaisumekanismi (trigger) päästää sen yli raon ts., että tapahtuu

<sup>48</sup> ”It can be accepted that all mammals are conscious beings with some conscious control of their actions and some conscious experiences. The dendron-psychon interaction is thus essential.

The human situation is a further development with the coming of self-consciousness in which it can be conjectured that psychons may exist apart of dendrons in a unic psychon world, which is the world of the self.” (pp. 178-179)

<sup>49</sup> ”We can further ask if here is a category of organized psychons not linked to dendrons but only with other psychon forming a psychon world apart from the brain.”

<sup>50</sup> Mikä on systeemi? Sen yhteydessä on unohdettava liian konkreettiset mielikuvat. Se dynaaminen kvanttisysteemi, jonka tiloja ja tilojen muutoksia diskreetissä prosessien teoriassa käsitellään, on entiteetti, joka säilyttää identiteettinsä tarkastelun ajan.

eksosytoosi. Ylimeno on siis *kvantttila*, superpositio, esim. taulun 3.1 mukainen:

|     |       |
|-----|-------|
| Ex  | ei-Ex |
| (.2 | .8)   |

*Taulu 3.1 Eksosytoosin kvantttila*

Pannaan merkille, että eksosytoosin tapahtuminen on sama ilmiö kuin esimerkiksi kaksoisrakokokeessa osuman syntyminen detektorina toimivan seinämän jollekin kaistalle. (Tilat Ex ja ei-Ex vastaavat siis kahta kaistaa.) Voimme siis muodostaa eksosytoosin *detektorimatriisin*, joka interferenssissä kvantttilan (Ex, ei-Ex) kanssa tuottaa aineellisen tilan – joko impulssin syntyminen synapsiraon toisella puolella (vastaanottavassa neuronissa) tai ei. (Taulu 3.2)

Taulu 3.2 Eksosytoosin laukaisija (trigger) detektorina

Eksosytoosin kvantttila (ominaismatriisina):

|        |     |        |
|--------|-----|--------|
|        | Ex' | ei-Ex' |
| Ex'    | (.2 | .8)    |
| ei-Ex' | (.2 | .8)    |

Laukaisija (trigger) detektorimatriisina:

|       |    |       |
|-------|----|-------|
|       | Ex | ei-Ex |
| Ex    | (1 | 0)    |
| ei-Ex | (0 | 1)    |

Jos trigger laukeaa, eksosytoosi toteutuu aineellisessa muodossa eli interferenssivektorin  $\text{Int}(\text{Ex}', \text{Ex})$  mukaisesti:  $\text{Int}(\text{Ex}', \text{Ex}) = (1, 0)$ .

Jos trigger ei laukea, ei muutosta tapahdu, koska  $\text{Int}(\text{ei-Ex}', \text{ei-Ex}) = (0, 1)$ .

*Huomautus:*

Näin on vastattu kvanttimekaniikassa ja filosofiassa pitkään pohdittuun kysymykseen, ”miten on mahdollista, että aineeton (taju, henki) voi tuottaa jotakin aineellista”.

Vastaus siis on: Aineellinen syntyy aineettomasta, kvanttimaailmasta, detektoriefektin vaikutuksesta. Tämä on itse asiassa moninkertaisesti kokeellisesti todettu asia (kaksoisrakokokeen selitys

on vain yksi esimerkki). Dekoherenssi puolestaan koostuu valta-  
van suuresta määrästä detektoriefektejä, niin että voidaan hyvin  
perustein katsoa koko aineellisen maailman syntyneen alun perin  
ja edelleen ajan mukana syntyvän kvanttimaailmasta dekoherens-  
sin (detektoriefektien) tietä. Kun ilmeisesti on pakko ajatella ta-  
junta nimenomaan kvanttitajunnaksi, voidaan radikaalisti sanoa,  
että maailma näyttää alun perin olleen kvanttimaailmaa ja tapahtu-  
miltaan siis tajuntasysteemien kaltaista, ”alkutajuntaa”.

Koska fyysinen, aineellinen ei voi tuottaa kvanttisysteemejä (vaan  
nimenomaan ”romahduttaa” niitä), ajatus siihen suuntaan, että ai-  
vot, fyysinen systeemi, voisi aikaansaada tajuntasysteemejä, ei ole  
perusteltavissa.

### 3.3.2 Synapsin aktivoituminen

Ecclesin teorian keskeinen oletus on, että mentaalinen aktivoituminen  
– esim. tarkkaavaisuustila (attention) – lisää eksosytoosin todennäköi-  
syyttä määrätyllä aivojen alueella. Siten synapsiksen kvanttitila voi  
muuttua lepotilasta, esim. (.8, .2) aktiiviseen tilaan (.6, .4). Voimme ku-  
vata tämän muutoksen seuraavasti (Taulu 3.3):

|                        |      |              |
|------------------------|------|--------------|
| A (tarkkaavaisuustila) |      |              |
| ei-A                   | A    |              |
| (.27                   | .73) |              |
| S (synapsin lepotila)  |      |              |
| ei-Ex                  | Ex   |              |
| (.8                    | .2)  |              |
| Paritulot: .216        | .146 | Summa = .362 |

Int (A-tilan ja lepotilan interferenssitila = paritulot norm.)

|                                                   |      |  |
|---------------------------------------------------|------|--|
| (.60                                              | .40) |  |
| Siis: ei-Ex Ex (aktivoitunut eksosytoosi-vektori) |      |  |
| (.6                                               | .4)  |  |

*Taulu 3.3 Tarkkaavaisuuden tuottama aivojen aktiivisuus*

Mentaalinen aktivisoituminen, tarkkaavuuden lisäys, on siis lisännyt ek-  
sotoosin todennäköisyyttä .2:sta .4:ään.

### 3.3.3 Dendronin eksosytoosi

Riittävä vaikutus hermoston aktivoimiseksi määrättyyn toimintoon (esim. motoriseen suoritukseen) edellyttää kuitenkin suuren synapsimäärän samanaikaista eksosytoosia. Eccles nimittää tällaista synapsijoukkoa ("bundle") *dendroniksi*. Hän ajattelee, että dendronin synapsien samanaikaisen eksosytoosin tuottaa vastaava mentaalisten tilaelementtien joukko, *psykon*. Tämä käsite on herättänyt paljon arvostelua, koska psykonin olettaminen vaikuttaa ad hoc -selitykseltä.

Dendronin eksosytoosien samanaikaisuuden selitykseksi voidaan *ajattella yhden ainoan mentaalisen tilan tilavektorin voivan olla interferenssissä lukuisien synapsien kanssa*. Nämä synapsit kuuluvat dendroniin, mutta mitään erillistä psykonia ei tarvita – tai sellaiseksi voidaan nimetä mainittu mentaalinen tila.

Seuraava esimerkki valaisee mentaalisen tilan interferenssivaikutusta usean synapsin tapauksessa:

Yksinkertaisuuden vuoksi ajatellaan, että dendronissa on vain kaksi synapsia. Esimerkin näyttämä periaate on luonnollisesti sovitettavissa myös hyvin suureen lukumäärään synapseja. Siten sama periaate, jota sovelletaan yhden synapsin eksosytoosiin, sopii sellaisenaan *dendroniin*.

Olkoon aktivoituneen mentaalisen tilan A tilavektori

| A1   |      | A2   |      |          |
|------|------|------|------|----------|
| m1   | m2   | m3   | m4   | $\Sigma$ |
| (.27 | .73) | (.27 | .73) | 1        |

Olkoon kahden synapsin S1 ja S2 eksosytoosivektorit:

| E1        |      | E2        |      |
|-----------|------|-----------|------|
| $\neg Ex$ | $Ex$ | $\neg Ex$ | $Ex$ |
| (.8       | .2)  | (.8       | .2)  |

E1-synapsin vektori on sijoitettu vastaamaan A1-vektorin tiloja m1 ja m2, E2-synapsin taas sen tiloja A2-vektorin tiloja m3 ja m4.

Lasketaan A-vektorin ja vektoreitten E1 ja E2 *samanaikainen vektori-interferenssi*:



Paritulot:

| E1   |      | E2   |      |                           |
|------|------|------|------|---------------------------|
| .216 | .146 | .216 | .146 | $\Sigma = .362$ ja $.362$ |

Normeerattuina saadaan I-vektorit eli E'-vektorit

(eksosytoosivektorit):

| I1 = E'1 |      | I2 = E'2 |      |
|----------|------|----------|------|
| ei-Ex    | Ex   | ei-Ex    | Ex   |
| (.60     | .40) | (.60     | .40) |

Normeeratut vektorit E'1 ja E'2 osoittavat, että synapsien ylitysten todennäköisyydet ovat kasvaneet .2:sta lukuun .4. Myös mentaalinen A-vektori on muuttunut A':ksi eli samaksi kuin E-vektorit. Tarvitaan siis jokin sääntö sen palauttamiseksi lepotilaan. (Tosin Eccles ei tätä asiaa käsittele sanallakaan.) Mutta sitä ennen on aihetta lyhyesti tarkastella aivofysiologeille visaista sitomis- eli binding-ongelmaa.

### 3.3.4 Binding-probleema (sitominen)

Diskreetin prosessimalli -kuvauksen mukaisesti ei tarvitse olettaa yksiköistä vastaavuutta kaikkien psykonin elementtien ja dendronin synapsi-elementtien välillä.

Mitään esteitä ei ole olettaa mentaalisen tilavektorin olevan samanlaisessa interferenssiyhteydessä vaikka kaikkiin synapseihin aivoissa. Pantakoon merkillä, että tällainen hypoteesi tuo ratkaisun ns. ”binding” (sitomis-) –probleemaan, jolle mm. Revonsuo on antanut seuraavan sisällön: ”[Kysymys on siitä,]miten tajunnassa havainnon yhtenäisyys on tuotettavissa keskushermostosysteemin hajallisista toiminnoista.”<sup>51</sup> Google antaa selkeämmän kuvauksen: ”Kysymys on siitä, miten visuaaliset, auditiiviset ja muut aivoalueet vaikuttavat toisiinsa ja tuottavat yhtenäisen havainnon objektista”.<sup>52</sup>

Juuri binding-probleema on tuottanut aivotutkijoille erityistä päänvaivaa. Vastaus heille on tämän DPM-tarkastelumme perusteella

<sup>51</sup> How the unity of conscious perception is brought about the distributed activities of the central nervous system”. (Revonsuo, A. & Newman, J.: Binding and consciousness. *Consciousness and Cognition* 8, 123-127, 1999.)

<sup>52</sup> Google/binding problem/käsitekortisto.

yksinkertainen: Ratkaisu ei löydy aivomekanismeista vaan mentaalisesta tilavektorista. Probleema ei ole klassis-fysikaalinen vaan kvanttimekaaninen.

Mitä tarkastelumme taustafilosofiaan tulee, voidaan sanoa, ettei kuvaus DPM-viitekehyykseen sovitettuna enää ole dualistinen vaan *informaatiomonistinen*. (Eccles käyttää omasta teoriastaan nimitystä ”dualist-interactionist theory”<sup>53</sup>.) Sekä synapsin eksosytoosin tilavektorikuvaus että mentaalisen tilan kuvaus ovat nimittäin johdetut samasta matemaattisesta lähtökohdasta, diskreettiä prosessia ohjaavista transiitotodennäköisyyksistä eli systeemien informaatiokentistä. Informaation tarkempaan analyysiin käymme luvussa 7.

### 3.3.5 *Palautuminen eksosytoosin jälkeen*

Miten voidaan kuvata synapsien ylitysten todennäköisyyksien vektorin  $E'$  ja mentaalisen vektorin  $A'$  mahdollisesti tapahtuva *palautuminen* alkuperäisiksi eli ”lepotilaan” ja mikä tuo lepotila on?

Synapsien lepotilan osalta vastaus on selvä. Sen on koetulosten perusteella ilmoittanut Eccles, kuten edellä on mainittu – eli  $p(Ex)$  on lepotilassa välillä 0.2-0.3.

Ryhtymättä suorittamaan tarvittavia laskuja voidaan sanoa, että eksosytoosin toteutumisen todennäköisyysvektori  $E'$  saadaan lepotilaan, jos se saatetaan interferenssiin inversiovektorin  $Inv(E', \text{mod } E)$  kanssa – tuloksena on nimittäin tällöin lepotilavektori  $E$ . Onko ainoa looginen mahdollisuus olettaa, että tuon inversiovektorin ”laskee” tajunta – ja tuottaa likipitään tämän mentaalisen tilan? Miten tuollainen tajunnassa tapahtuva ”inversiovektorin laskeminen” tapahtuu, se kysymys on pakko jättää vastausta vaille – spekulatioksi tai hypoteesiksi.

On huomattava, että *palautuminen* aivo-lepotilaan – jota edustaa vektori  $(.8, .2)$  – vaatii siis uudenlaista *aktiivisuutta*: on muodostettava mentaalinen tila, joka tuottaa palauttamisen.

Vastaavasti mentaalisen systeemin voidaan ajatella palautuvan lepotilaan, jos vektori  $A'$  saatetaan interferenssiin vektorin  $Inv(A', \text{mod } L)$  kanssa – tuloksena on nimittäin tällöin tajunnan lepotilavektori  $L$ . (Emme voi katsoa esimerkkinä  $A$ -vektorin kuvaavan tajunnan

---

<sup>53</sup> Eccles, 1994, p. 3

lepotilaa, koska sitä on pidettävä tarkkaavuuden jo tuottamana aktiivisena tilana.) Mikä tuo tajunnan lepotilavektori voisi em. esimerkissä olla? Huomataan, että jos se esitetään homogeenisena muodossa

$$L: (.25 \quad .25 \quad .25 \quad .25),$$

sen interferenssi eksosytoosivektoreitten kanssa ei muuttaisi niitä millään lailla. Ne jäisivät siis lepotilaansa, tajunnalta rauhassa. Mutta L on ns. ”tyhjiövektori”. Siis edellytyksenä sille, että ”aivot lepäävät” – ja oikeastaan, että koko organismi lepää – on, että tajunta on tyhjä. (Epäilemättä tämä teoreettinen tulos vastaa hyvin kokemustamme.)

### 3.3.6 Tajunnan ”lepotyhjiö”. ”Korkeamman” tajunnan vapautuminen

Analogia kahden seikan, maailman synnyn ”kvanttivaahdosta” ja tajunnan paluun tyhjiöstään, eräänlaisesta ”tajuvaahdosta”, välillä ei ole suinkaan selviö. On nimittäin täysin ajateltavissa – jopa näyttää välttämättömältä – että tajunta koostuu kokonaisesta hierarkiasta eritasoisia systeemejä, jotka ovat lomittuneita ja siis interferoivat keskenään. ”Lepotyhjiö” koskee siis vain yhtä tasoa: synapsien kautta välittömästi aivot toimintaan yhteydessä olevaa, ”tarkkaavaisuudeksi” kutsumaamme systeemiä. Sen ”yläpuolella” voimme hyvin olettaa olevan ”korkeamman” tajunnallisen toiminnan tasoja (ks. lukua 4.6).

Jos siis alimmalla tajunnan tasolla vallitseekin joskus ”lepotyhjiö” eli L-vektori on homogeeninen, se ei vaikuta mitenkään ”ylempiin” tajuntatasoihin, kuten unien näkemiseen, mielikuviin, itsehavaintoihin, muistikuviin tai ajatuksiin, sillä homogeenisella vektorillahan ei ole interferenssissä mitään vaikutusta muihin vektoreihin. Siispä *voimme ajatella koko fyysisen aivot toiminnan loppuvan, mutta se ei millään tavalla pakota meitä päättämään, että siitä seuraisi tajunnan loppuminen* – tosin sellaiset toiminnot, jotka edellyttäisivät jonkinlaista aivot toimintaa ja sitä tietä kommunikaatiota ns. reaali maailman kanssa, käyvät ilmeisen mahdottomiksi.

Ratkeamatta jää suuri kysymys ”psykonien omasta maailmasta”, onko sitä ja millainen se on? Mitä merkitsee tajunnan vapautuminen interferensseistä aivojen kanssa? Autuus vai autius? – Lähtevä ei näe. Palaava ei muista.



## Luku 4

### Havaitseminen

#### 4.1 Ecclesin teorian täydennys ja havaitsemisen matemaattinen malli

##### 4.1.1 *Tarkkaavuus (attention)*

Havainnon synty alimmalla mentaalisella tasolla vaatii kaksi asiaa:

- 1) Vastanottavien aivoalueiden *aktivoituminen* (synapsien ylimeno-to-dennäköisyyksien lisäys ao. aivoalueilla) eli *tarkkaavuus* (attention) ja
- 2) synapsinilytysten suhteellista määrää koskevan informaation keräytyminen mentaaliseen systeemiin (*koodaus* mentaaliseen).

Kumpikin näistä voi tapahtua vain interferenssien välittämänä.

Eccles on esityksessään keskittynyt motoristen impulssien syntyyn ja käsittelee havaitsemista oikeastaan vain 1½ sivun mittaisessa alaluvussa (pp. 108-09): ”6.9. Kuinka neuronien aktiivisuus sensorisessa systeemissä voi tuottaa tietoisia havaintoja”. Ecclesin esityksestä puuttuu sellainen yksityiskohtaisuus, joka olisi tarpeen matemaattista mallia rakennettaessa. Edellä mainitusta vastanottavien aivoalueiden *aktivoitumisesta* eli tarkkaavuudesta (attention) hän kylläkin esittää käyttökelpoisen sanallisen mallin.

Ecclesin mukaan tarkkaavuus merkitsee subjektin tuottamaa laajojen aivoalueiden aktivoimista<sup>54</sup>. Hän kirjoittaa myös:

”... tarkkaavuus voi aktivoida sopivia aivokuoren alueita.”<sup>55</sup> (s.100)

---

<sup>54</sup> ”... attention causes neural activity in rather large areas of the brain, as is revealed by the rCBF technique (regional cerebral flood flow).” (p. 99) Eccles 1994.

<sup>55</sup> ”... mental act of attention can activate appropriate regions of the cerebral cortex.” (p. 100) Eccles 1994.

”... Minä (self) kykenee tarkkaavuuden avulla aktivoimaan mitä vain valitsemiaan osia aivokuorella tahtonsa mukaan.”<sup>56</sup> (s. 174)

Noudatamme seuraavassa Ecclesin intuitiota ja otamme lähtökohdaksi sen, että tarkkaavuuden herätessä subjekti tuottaa spontaanisti, ”omasta tahdostaan” (”at will”) mentaalisen systeemin, joka interferoi synapsivektoreitten kanssa – määrätyillä aivojen alueilla.

*Miten tarkkaavuus etenee?* – Tarkkaavuus on havaintoprosessissa ilmiö, jossa mentaalinen maailma kohtaa fyysisen, tulee ikään kuin fyysistä tapahtumista ”vastaan”. Sille raja-alueelle, jossa fyysinen ja mentaalinen kohtaavat, on oletettava mentaaliseen maailmaan systeemi, joka reagoi informaatioon impulssitiheydestä sensorisella aivoalueella.

Tätä impulssitiheyden koodausta tarkastelemme myöhemmin matemaattisessa mallissa yksityiskohtaisesti.

#### 4.1.2 Havaitsemisprosessin perusongelma

Eccles ei esitä yksityiskohtaisesti sitä dendronien ja mentaalisten systeemien välistä interaktiota, jossa ärsykeimpulssit ovat lähtökohtana.

Ecclesin teorian soveltamisessa motoriseen käyttäytymiseen ei ole periaatteellisia ongelmia diskreettiä prosessimallia käytettäessä: mentaalisen tilan tilavektori ja trigger-systeemin tilavektori ovat kumpikin superpositiota kuvaavia ja siis saatettavissa interferenssiin.

Mutta miten on havaitsemistapahtuman laita?

Lähtökohtana on makrofysikaalinen (klassinen) tapahtuma: ärsyke-eliimen tuottama impulssilisäys aivojen neuroniverkkoon.

Miten tämä aineellinen (kemiallinen) muutostapahtuma voi aikaansaada vaikutuksen tietoisuudessa, yksilön mentaalisisä tilassa? Miten aineellinen impulssi-systeemin muutos voi tuottaa mentaalisen systeemin muutoksen?

Huomattakoon, että laukaisija-systeemin (trigger-systeemin) vektori ei voi muuttua siitä, että *vesikkealien määrä* presynaptisessa dendriitissä (bouton) kasvaa. Trigger-systeemissä on kysymyksessä kvanttisysteemi, joka voi *muuttua vain interferenssin* kautta.

---

<sup>56</sup> ”... a self is able by attention to activate any selected parts of the neocortex at will.” (p. 174) Eccles 1994.

Eccles lupaa teoksensa sivulla 89 esittää ratkaisun havaitsemisen perusongelmaan<sup>57</sup>:

”... kehitetään myös havainnon teoria dendronien aktiivisuudesta psykonikokemukseen kvanttimekaniikkaan perustuen.”

Tämän lupauksensa Eccles toteuttaa kuitenkin ylimalkaisesti.

Eccles ajattelee, että havaintoprosessin aktiivoimat *dendronit* jollakin välittömällä tavalla ”*tuottaisivat*” (”nostaisivat esiin”, give rise) mentaalisia tapahtumia. Miten aineellinen (impulssit) voisi noin vain tuottaa mentaalisia? Toisin kuin motorisen toiminnan neuraalisen synnyn kuvauksessa tässä joutuu turhaan odottamaan Ecclesiltä selvää, yksityiskoh- taista kuvausta.

Ecclesin mukaan psykonin saa informaation vesikkelien lukumäärän li- säyksestä dendronissa (”psychon is presented with an increase in its dendron of vesicles”)? Esiin nousee kysymys, eikö pikemminkin pitäisi ottaa tarkasteltavaksi vesikkelien *synapsinilytysten* lukumäärä kuin vesik- kelien lukumäärä dendronissa.

Ecclesin esityksessä on kuitenkin hedelmälliseltä tuntuva vihje. Hän kirjoittaa<sup>58</sup>: ”Hypoteesi on, että jokainen (sellainen) eksosytoosi merkit- see ‘onnistumista’ psykonille, joka antaa (tästä) signaalin, joka välittyy mentaaliselle maailmalle.”

Avainsana tuntuu olevan ”success”. Mutta mitä se täsmällisesti tarkoit- taa?

#### 4.1.3 Havaitsemisprosessin perusongelman matemaattinen ratkaisumalli

Käymme tarkastelemaan sekä tarkkaavuuden että eksosytoosien laukai- sujen tilavektoreita ja niiden välisiä interferenssejä. Annamme Ecclesin ”onnistumis”- (success) -käsitteelle tarkennetun merkityksen:

Ecclesin käsite ”success” tulkitaan *eksosytoosin tuottamaksi ”palkitsevaksi oppimismuutokseksi” tarkkaavuuden tilavektorissa*. Mitä tämä täsmällisesti tarkoittaa, se käy ilmi kohta käsiteltävästä esimerkistä. (Esimerkissä

<sup>57</sup> ”... there will be developed a theory of perception from dendron activity to psychon experi- ence, also on the basis of quantum mechanics.”

<sup>58</sup> ”The hypothesis is that each (such) exocytosis is a ‘success’ for the psychon, which gives a signal that is transmitted into the mental world.” (p. 108) Eccles 1994.

tarkastellaan vain viiden elementin tilavektoreita, vaikka miljardi olisi realistisempi määrä!)

## SYSTEEMIEN LEPO'TILAT

*Eksosytoosin laukaisijasysteemit levossa:*

|        | Syn1 |     | Syn2 |     | Syn3 |     | Syn4 |     | Syn5 |     |
|--------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| LAU:   | E    | EiE | E    | EiE | E    | EiE | E    | EiE | E    | EiE |
| Llepo: | .2   | .8  | .2   | .8  | .2   | .8  | .2   | .8  | .2   | .8  |

Syn = synapsi, LAU = laukaisijasysteemien elementtitilat:

E = eksosytoosi tapahtuu, EiE = eksosytoosi ei tapahdu.

Llepo = laukeamissysteemien tilavektorit levossa ollen.

*Tarkkaavuussysteemit levossa:*

|     | Tark1 |    | Tark2 |    | Tark3 |    | Tark4 |    | Tark5 |    |
|-----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
|     | +A    | -A | +A    | -A | +A    | -A | +A    | -A | +A    | -A |
| T0: | .5    | .5 | .5    | .5 | .5    | .5 | .5    | .5 | .5    | .5 |

+A:t tarkoittavat aktiivisuustilaa ja -A:t ei-aktiivisuustilaa.

Tässä tarkkaavuuden Lepotilassa T0 jokaisen osasysteemin tilavektorit ovat homogeeniset, joten niillä ei siinä tilassa olisi mitään vaikutusta interferensseissä muiden tilavektoreiden kanssa.

Tarkkaavuuden oletetaan kohdistuvan *alueeseen, johon kuuluvat systeemit Tark2, Tark3 ja Tark4*. Systeemit Tark1 ja Tark5 jäävät sen ulkopuolelle. ”Herääminen” tarkoittaa sitä, että *tarkkaavuusalueen systeemeissä aktiivisuus lisääntyy*, mutta ei muissa. Tarkkaavuussysteemin tilavektorit saavat (spontaanisti) uuden muodon T1.

## SYSTEEMIEN TILOJEN MUUTOKSET

*Tarkkaavuuden ”heräämistila”:*

|     | Tark1 |    | Tark2 |    | Tark3 |    | Tark4 |    | Tark5 |    |
|-----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
|     | +A    | -A | +A    | -A | +A    | -A | +A    | -A | +A    | -A |
| T1: | .5    | .5 | .6    | .4 | .6    | .4 | .6    | .4 | .5    | .5 |

Oletamme nyt, että esim.  $\frac{1}{2}$  sekunnin aikana kutakin tarkkaavuussysteemiä vastaavassa synapsissa (aivokuoren *sensorisella* alueella) tapahtuu eksosytooseja (synapsiraon ylimenoja) seuraavat määrät:



|                             | Syn1 | Syn2 | Syn3 | Syn4 | Syn5 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| Ylityksiä <sup>59</sup> : 1 | 4    | 5    | 4    | 1    |      |

Nyt käytämme sitä tulkintaamme, jonka mukaan Eccles tarkoittaa ”onnistumisella” *eksosytoosin tuottamaa ”palkitsevaa oppimismuutosta” tarkkaavuusalueen tilavektoreissa*. Tarkkaavuusalueen ulkopuolella ei tällaista muutosta tapahdu.

Oletamme siis, että tarkkaavuusalueen systeemien aktiivisuusvektoreissa T1 jokainen vastaavan synapsin eksosytoosi-tapahtuma aiheuttaa palkitsevan oppimisen mukaisen muutoksen.

Matemaattisesti sanottuna tarkkaavuusvektorit rivillä T1 saavat sen muodon, joka esiintyy rivillä T2:

|     | Tark1 |    | Tark2 |      | Tark3 |      | Tark4 |      | Tark5 |    |
|-----|-------|----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|----|
|     | +A    | -A | +A    | -A   | +A    | -A   | +A    | -A   | +A    | -A |
| T1: | .5    | .5 | .6    | .4   | .6    | .4   | .6    | .4   | .5    | .5 |
| T2: | .5    | .5 | .767  | .235 | .799  | .201 | .767  | .235 | .5    | .5 |

Vektoreitten T2 *laskutavan* yksityiskohdista mainittakoon esimerkkinä systeemin Tark2 vektorin (.6 .4) käsittely:

Koska eksosytooseja tapahtuu synapsissa 2 neljä kertaa, on tuotettu vektorille (.6 .4) palkitseva *oppimisvahvistus* saattamalla se neljä peräkkäistä kertaa interferenssiin vektorin (.55 .45) kanssa, jota vektoria voidaan nimittää oppimisvektoriksi O. Lasku on siis seuraavanlainen

|                    |             |                          |
|--------------------|-------------|--------------------------|
| Vektori T1,Tark2:  | (.6 .4)     |                          |
| Vektori O:         | (.55 .45)   |                          |
| Paritulot:         | .33 .18     | Summa= .51               |
| Norm. I1:          | (.647 .353) | Tulos interferenssistä 1 |
| Paritulot O ja I1: | .356 .159   | Summa=.515               |
| Norm. I2:          | (.691 .309) | Tulos interferenssistä 2 |
| Paritulot O ja I2: | .380 .139   | Summa= .52               |
| Norm. I3:          | (.731 .267) | Tulos interferenssistä 3 |
| Paritulot O ja I3: | .391 .120   | Summa= .51               |
| Norm. I4:          | (.767 .235) | Tulos interferenssistä 4 |

<sup>59</sup> Synapsin ylitysten määrät vastaavat suunnilleen Ecclesin ilmoittamia lukuja. Ks. Eccles 1994, p. 1, Fig. 9.5.

Huomattakoon, että sama tulos olisi saatu, jos olisi käytetty interferoinnin sijasta Bush & Mostellerin oppimisen operaattorimallia:  $p_{t+1} = p_t + \alpha(1 - p_t)$ , jossa  $p_t$  on muutettava todennäköisyys (esimerkissämme Vektori T1, Tark2-rivin (.6, .4) luku .6),  $\alpha$  on oppimiskerroin (esimerkissämme se olisi =.125) ja  $p_{t+1}$  oppimistahtumassa muuttunut  $p$  (esimerkissä = .65).

Esimerkkimme ”aivokuoressa” oli varsin minimaalinen määrä synapseja: 5. Tutkijat ilmoittavat ihmisaivojen kuoressa olevan noin 100 miljardia eli  $10^{11}$  hermosolua (signaaleja välittäviä soluja) ja niistä jokaisessa keskimäärin noin tuhat synapsia. Siis yhtensä synapseja on noin  $10^{14}$ . Jos siis haluaisimme esittää niiden kaikkien tilavektorit ja saisimme mahtumaan 10 niistä yhdelle riville, meidän olisi kirjoitettava  $10^{13}$  eli 10 biljoonaa riviä eli noin 10 miljardia 200-sivuista kirjaa täyteen synapsien tilavektoreita.

Me voimme kuitenkin ottaa sen *filosofisesti tärkeän kannan, että tajuntasysteemi on aina sellaisessa superpositiotilassa, jonka tilavektori kattaa periaatteessa kaikki aivokuoren synapsit – eli tajunnan kenttä ulottuu vaikutuksellaan samanaikaisesti kaikkialle aivokuoreen*. Tietysti vaikutuksen määrä vaihtelee eri alueilla. Seuraavassa esimerkissä laskemme yhden koko aivokuorta vastaavan tajunnan tilavektorin:

Oletamme esimerkiksi, että tarkkaavuuden alueella on  $10^5$  synapsia, joiden tilavektorit ovat (oppimistapahtuman jälkeen) muotoa: (.77 .23). Tämän alueen ulkopuolelle jää  $10^9$  synapsia, joiden tilavektorit ovat muotoa: (.5 .5). Koko aivokuoren tilavektorit ovat siis:

Tajunnan tarkkaavuusalue,  $n$  vektoria (eli  $10^5$ )

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & & 2 & & \dots & & n \\ .77 \cdot 10^{-5} & .23 \cdot 10^{-5} & .77 \cdot 10^{-5} & .23 \cdot 10^{-5} & \dots & .77 \cdot 10^{-5} & .23 \cdot 10^{-5} \end{array}$$

Tarkkaavuuden ulkopuolinen alue,  $m$  vektoria (eli  $10^9$ )

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & & 2 & & \dots & & m \\ .5 \cdot 10^{-9} & .5 \cdot 10^{-9} & .5 \cdot 10^{-9} & .5 \cdot 10^{-9} & \dots & .5 \cdot 10^{-9} & .5 \cdot 10^{-9} \end{array}$$

Koko aivokuoren tilavektorissa summa on kuitenkin = 2, kuten seuraava lasku osoittaa:

$$\begin{aligned} n * (.77 \cdot 10^{-5} + .23 \cdot 10^{-5}) + m * (.5 \cdot 10^{-9} + .5 \cdot 10^{-9}) &= \\ n * [(.77 + .23) \cdot 10^{-5}] + m * [(.5 + .5) \cdot 10^{-9}] &= \\ n * (1 \cdot 10^{-5}) + m * (1 \cdot 10^{-9}) &= \text{Kun } n=10^5 \text{ ja } m = 10^9, \text{ niin} \\ 10^5 * 10^{-5} + 10^9 * 10^{-9} &= 1 + 1 = 2 \end{aligned}$$

Tilavektori on siis vielä normeerattava eli jokainen todennäköisyys-elementti jaettava 2:lla.

Laskuesimerkki osoittaa, että (aina!) *on mahdollista muodostaa koko aivoihin tai johonkin sen alueeseen interferenssillään vaikuttava tilavektori*. Voimme tämän perusteella ymmärtää *tajunnan muodostuvan kentistä*. Se tarkoittaa, että muutos jossakin kentän osassa vaikuttaa kaikkiin osiin samanaikaisesti, viipeettä (instantaneously). Diskreetissä kvanttitarkastelussa se on *yksiuulotteinen kenttä*, superpositio, joka kuvataan tilavektorilla.

Voi tuntua oudolta ajatella, että tajunnan alimmalta tasolta, tarkkaavuudesta on löydettävissä oppimiseksi luokiteltavaa tapahtumista. On totuttu siihen, että oppimisessa on kysymys kokemussisällöistä, ”merkityksillä operoinnista”. Se on turhan rajallinen, suppea, näkemys. Itse asiassa se tapahtumisen yleinen stokastinen teoria, josta tässä esityksessä ammennetaan, tuo esille jopa aineellisten kvanttiprosessien tarkastelussa ”alkeellisen” oppimisen piirteitä, kun niitä tarkastellaan puhtaasti formaalisesti. Voisi pitää suorastaan yleisenä sääntönä, että systeemien interferenssien formaaliin esitykseen sisältyy oppimistapahtuman piirteitä, jos siihen suuntaan haluaa asiat tulkita. Ei ole mitään alentavaa siinä, että ihmisen tajunnalla ja aineelliseksi katsomillamme prosesseilla on joitakin yhteisiä piirteitä (funktionaalisia vastaavuuksia). Uskaltanee sanoa, ettei *panpsykeismin* tarvitse olla pelkkä houre.

Tarkkaavuus on eräänlainen aivotoiminnan ja tajunnan rajapinta, mutta oleellinen ja äärimmäisen tärkeä asia tajunta-aivot -probleeman (mind/brain, henki-aine) ratkaisussa. Jäljellä on keskusteltavana kuitenkin vielä Olevaisen hahmottumisen ja elämysten maailma, tajunnan varsinainen *sisältö* – niin rikas ja runsas, että sitä voidaan tällaisessa pohdinnassa vain etäältä hipaista.

Tarkkaavuuden synnystä eteenpäin – tai ylöspäin – tie on teoreettisesti jokseenkin selvä. Kun on saatu kehitellyksi tarkkaavuuden kuvaus kvanttiteoreettiseen muotoon, sen jäsentyminen sekä ylempien tajunnan systeemien ja tasojen vuorovaikutus on käsiteltävissä interferenssiä soveltamalla: Suuresta mallien varastostaan yksilö voi sovittaa hahmottamismallejaan tarkkaavuuden välittämään kuvaukseen kuin kenkää jalkaan. Interferenssin tietä jotkin mentaaliset tilat vahvistuvat uskottavaksi ”todellisuudeksi”, toiset, ”väärän numeron kengät” siirretään syrjään.

Voidaan toistaiseksi tyytyä tähän ylimalkaiseen näkemykseen. On kuitenkin syytä ottaa tarkasteluun vielä eräs havaintopsykologian tutkimusalue, joka vastustamattomalla tavalla vahvistaa kuvaa tajunnan itenäisestä olemassaolosta – nimittäin havainnon hahmottaminen ja erityisesti vaihduntakuviot, joilla on oma, outo lumonsa.

## 4.2 Havainnon hahmottaminen<sup>60</sup>

### 4.2.1 Mentaalisten systeemien oma maailma

Johdannossa jo esiteltiin lyhyesti hahmopsykologian idea. Nyt on aiheellista palata siihen tarkemmin ja yhdistää se Olevaisen yhtenäiseen kuvaukseen rakentamalla siitä diskreetin kvanttiteorian mukainen esitys.

Oleellista on, että mentaalisessa maailmassa on nyt ”koodattuna” ärsykkeitten tuottama informaatio. Miten sen ”jalostus” tapahtuu?

Jo kauan (erikoisesti ”hahmopsykologisesta manifestista” v. 1912 lähtien) psykologiassa on korostettu subjektin *aktiivisuutta* havaintotoiminnassa. Subjekti ratkaisee, *mitä havaitaan*. Hän on autonominen siinä, mitä hän *hahmottaa*. Ärsykkeet asettavat vain reunaehdot.

Sen perusteella, mitä psykologia kertoo havaintotapahtumasta kokonaisuudessaan, se on kuitenkin ajateltava paljon laajempana ja komplisoidumpana kuin mitä edellä on esitetty tarkkaavuudesta ja ärsykeimpulsien koodaamisesta. Edellisessä luvussa edettiin niin pitkälle, että oletettiin seuraavan, toisen tason mentaalisten systeemien interferenssejä ensimmäisen tason systeemien kanssa. Niissä ja edelleen seuraavien tasojen systeemien interferensseissä muutos etenee ”tulkittavaksi” (koettavaksi).

Tasolta toiselle etenevässä interferenssiketjussa voidaan nähdä havainnon hahmotustapahtuman ja samalla ”tulkinnan” periaatteellinen malli.

Lähinnä *itsehavaintojen* kautta voimme pitää sääntönä, että hahmottaminen ja *merkityksen antaminen* eli tulkinta liittyvät siinä määrin läheisesti

---

<sup>60</sup> Tässä alaluvussa kertautuvat monet asiat, jotka tulivat esille jo Johdannossa, joten lukijan saattaa olla aiheellista palauttaa mieleen johdannon hahmopsykologiaa käsittelevä esitys, ss. 18-25.

yhteen, että jossakin hahmon jäsentämisen varhaisessa vaiheessa elämykselliseen kokemukseen kuuluu myös hahmon merkityksen tajuaminen, jokin tulkinta, joskaan ei aina kielellinen. – Merkitys kuuluu siis systeemin itseisominaisuuksiin (intrinsic properties).

Hahmotustapahtuma on psykologian mukaisesti hyvin aktiivista ja kokonaisvaltaista kognitiivista toimintaa. Siksi on aiheellista olettaa ”Itsen” (Self), subjektin, *valitsevan autonomisesti* ne mentaaliset systeemit, joiden interferensseinä ”tulkinta” tapahtuu. On vaikea kuvitella ns. ”luovaa” hahmotustapahtumaa ja originellia tulkintaa ilman subjektin huomattavaa autonomiaa mentaalisten systeemien piirissä. Se on vahva filosofinen kannanotto, mutta ilman tällaista lähtökohtaa ajatuskokeemme tuskin pääsisi loogisesti etenemään.

Ensimmäisen tason mentaalisten systeemien voidaan katsoa vastaavan Ecclesin ”psykoneja” – erotuksena vain se, että hän oletti niiden vastaavan yksi yhteen dendroneja (mikä tuntuu perusteettomalta oletukselta).

#### 4.2.2 Ecclesin ”psykonien oma maailma”

Mielenkiintoista on, että eräissä yhteyksissä Eccles viittaa selvästi dendroneista riippumattomaan psykonien ”omaan maailmaan” puhuessaan ”psykonimaailmasta” (”psychon world”):

”... jotkut psykonit saattavat olla linkittyneitä ainoastaan psykoneihin.”<sup>61</sup>

”... psykonit saattavat olla olemassa erillään dendroneista minän omana, uniikkina psykonimaailmana.”<sup>62</sup>

”... perustavaa laatua oleva kysymys: koostuvatko minää itseään koskevat kokemukset myöskin uniikeista psykoneista samalla tavalla kuin havainnot ja muut kokemukset? Jos niin on, onko silloin jokainen näistä psykoneista myös linkittynyt dendroniinsa ja missä nämä dendronit ovat aivokuorella? Voimme edelleen kysyä, onko olemassa myös sellaista organisoitujen psykonien kategoriaa, joka ei ole

<sup>61</sup> ”... some psychons may be linked only with psychons.” (p. 109) Eccles 1994.

<sup>62</sup> ”... psychons may exist apart from dendrons in a unique psychon world of the self...” (p. 179) Eccles 1994.

linkittynyt dendroneihin vaan ainoastaan muihin psykoneihin, jotka muodostavat psykonimaailman erillään aivoista.”<sup>63</sup>

Tarkastelemamme brain/mind-probleema ei tietysti olekaan ainoa tärkeä tajuntaa koskeva kysymys, vaikka onkin hyvin oleellinen ontologian kannalta. On aihetta rakentaa myös ”itsenäisen tajunnan” teoriaa, tarkastella mentaalisten systeemien välisiä suhteita ja etsiä hyvin perusteltuja hypoteeseja psykologian tuntemien lainmukaisuuksien matematisoimiseksi.

### 4.3 Hahmojen jäsentymisestä diskreetin prosessimallin valossa

Havainto ei synny heti lopullisessa muodossaan vaan on *prosessi, joka etenee diffuusista hahmotuksesta jäsentyneeseen*. Milloinkaan se ei ole täydellisesti jäsentynyt.

Alkeellisen, skeemanmukaisen hahmottamisen voimme ehkä katsoa tapahtuvan – tarkkaavuustason jälkeen – jo II mentaalisisellä tasolla – siten, että  $M_{II}$  –systeemi siirtyy diffuusista tilasta *skeemanmukaiseen jäsenystilaan*. Silloin meidän on kirjoitettava matriisi  $M_{II}$  numeerisena esimerkkinä seuraavasti:

|            | $M_{II}$   |            |             |             |     |               |
|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----|---------------|
|            | $m_{II,1}$ | $m_{II,2}$ | $m_{II,3}$  | $m_{II,4}$  | ... | $m_{II,n}$    |
| $m_{II,1}$ | (.05       | .95        | $\approx 0$ | $\approx 0$ | ... | $\approx 0$ ) |
| $m_{II,2}$ | (.05       | .95        | $\approx 0$ | $\approx 0$ | ... | $\approx 0$ ) |
| $m_{II,3}$ | (.05       | .95        | $\approx 0$ | $\approx 0$ | ... | $\approx 0$ ) |
| $m_{II,4}$ | (.05       | .95        | $\approx 0$ | $\approx 0$ | ... | $\approx 0$ ) |
| ...        |            |            |             |             |     |               |
| $m_{II,n}$ | (.05       | .95        | $\approx 0$ | $\approx 0$ | ... | $\approx 0$ ) |

---

<sup>63</sup> ”... a fundamental question: are the experiences of the self also composed of unitary psychons in the same manner as for perceptual and other experiences? If so, is each of these psychons also linked with its dendron, and where in the neocortex are these dendrons? We can further ask if there is a category of organized psychons not linked to dendrons, but only with other psychons forming a psychon world apart from the brain.” (p. 179) Eccles 1994.

Matriisi kertoo, että *invariantti prosessitila* sellaisenaan (tila  $m_{II,1}$ ) – täysin diffuusina aineksena – ei pysy pitkään vaan siirtyy toiseen, pysyväm-pään tilaan  $m_{II,2}$ , jossa tuo aines on *skeemanmukaisesti jäsennetty*, esim. siten, että subjekti kokee tuijottavan katseen (kuitenkin niin, ettei tällä tasolla esiinny kielellistä tulkintaa). Itsehavainnot osoittavat, että on perusteltua olettaa tila  $m_{II,1}$  – jäsentymättömän havaintoaineksen kokeminen – lyhytaikaiseksi, koska sitä subjekti tuskin ennättää huomata. Sen sijaan ”tuijotuksena” kokeminen, tila  $m_{II,2}$ , on varsin pysyvää, niin että subjekti ennättää tehdä siitä itsehavainnon, kokea elämyksellisesti ”tuijotuksen”.

Takistoskooppikoeket osoittavat, että väläytysajan ollessa hyvin lyhyt, subjekti kokee havaitsevansa jotakin, mutta ei pysty lainkaan kertomaan, mitä.

Matriisi  $M_{II}$  on ominaismatriisi, joten kvanttimekaanisen systeemin  $M_{II}$  evoluutioprosessi toteutuu saman superpositiotilan toistumisena. Kysymyksessä on siis jälleen invariantti prosessitila ja – analogisesti – voimme jatkaa hahmotuksen tarkastelua siten, että katsomme tason II systeemin  $M_{II}$  evoluutioprosessin esiintyvän tasolla III tilan  $m_{III,1}$  itseisominaisuutena (intrinsic property). Tämä tila on siten yhtenä elementtitilana systeemin  $M_{III}$  transitiomatriisissa, kolmannella tasolla.

On loogista ajatella, että tällä ylemmällä tasolla invariantin prosessitilan kokemukseen tulee jo mukaan *merkityskokemus* ja mahdollisesti siihen liittyvä *kielellinen tulkinta* havaitusta. Siten esimerkissämme epämääräinen ”tuijotetuksi” tulemisen tunne, vaikutelma, koettaisiin kuviosta näkyvänä ”tuijotuksena”.

Milloin sitten on oletettava havaintoprosessin *päättävän*? – Ilmeisesti silloin, kun invariantissa prosessitilassa esiintyvä kvanttimekaaninen evoluutioprosessi lakkaa. Tällöin myös ylempien tasojen tilat menettävät tuon itseisominaisuutensa (kokemussisältönsä) ja voimme ajatella subjektin (autonomisesti) ikään kuin jättävän nuo systeemit ”turhina”.

Alimman tason havaintoprosessin voimme olettaa päättävän silloin, kun ärsykeimpulssien kulku lakkaa (kun subjekti ”sulkee silmänsä” tai ”tukkii korvansa”) tai kun subjekti suuntaa tarkkaavuuden toisaalle.

Tämä on johtanut meidät jo hahmottamisprosessin tarkasteluun. – Sen sijaan, että yrittäisimme rakentaa kuvausta tästä tavattoman laajasta ja kompleksisesta probleemapiiristä, on antoisampaa ja

havainnollisempaa tarkastella yksinkertaista esimerkkiä, jossa DPM-kuvaus voidaan liittää empiriaan. Tällaisena sovellusesimerkkinä toimii hyvin vaihduntakuvioiden havaitsemisen matemaattinen analyysi.

## 4.4 Vaihduntakuvion havaitsemisprosessi

### 4.4.1 *Vaihduntakuvioista (reversible figures)*

Sen hahmopsykologian keskeisen löydöksen, ettei hahmo suinkaan ole sama kuin osiensa – ja niiden välisten suhteitten – summa, osoittaa ns. vaihduntakuvioitten tarkastelu.

Psykologian oppikirjoista hyvin tunnettu vaihduntakuvio, ns. Rubinin kuvio, esiteltiin jo Johdannossa, mutta tuodaan näkyviin vielä kuvassa 4.3.



Maljakko vai kaksi kasvojen profilia?

*Kuva 4.3. Vaihduntakuvio, ns. Rubinin kuvio.*

Mitä näkyy? a) Valkoinen maljakko mustalla taustalla? vaiko b) kaksi vastakkaista mustaa kasvoprofilia valkoisella taustalla? – Katsoja saat-  
taa hyvin pian huomata voivansa vaihtaa kuvan näkemistä a:sta b:hen  
ja b:stä a:han. Muutos voi tapahtua myös spontaanisti, jopa niinkin, että  
muutos toteutuu, vaikka katsoja koettaa sitä vastustaa tietoisesti. *Yhtä-  
aikaisesti ei kuitenkaan molempia hahmoja voi nähdä.*



Huomattakoon erikoisesti, että *vaihduntakuvion yhteydessä mitään muutosta ei tapahdu fyysisessä maailmassa*, itse pürroksessa. Aistimisen *input* on koko ajan säilynyt *samana*, mutta havainto voi olla aivan erilainen. Vaihduntakuvion hahmotusilmiö osoittaa siis vastaansanomattomasti sen, että tajunnassa voi esiintyä *tapabtumista, jolle ei ole syytä fyysisessä maailmassa*. Klassisella fysiikalla ei voida selittää tätä tajunnan pürrettä. – Missä määrin kvanttimekaniikalla voidaan? Vastausta (ainakin osittain) etsitään seuraavassa.

#### 4.4.2 *Vaihduntakuvion hahmotusprosessin malli*

Miten on ymmärrettävissä DPM:n puitteissa kuvan 4.3 vaihduntakuvion (maljakko – profiilit) havaitsemisprosessin asettuminen *joko* maljakon *tai* profiilien havaitsemiseen?

Edellä kehiteltiin hahmotusprosessi diffuusiin jäsentymiseen asti. Oletettiin ensiksi mentaalisen tason I systeemi  $M_I$ , jonka tila  $M_{I,i}$  nimettiin invariantiksi prosessitilaksi. Sen projektio tasolla II oletettiin itseisominaisuuksiltaan elämyksellisesti koettavaksi. Tuo kokemus on kuitenkin äärimmäisen diffuusi, jäsentymätön (joskin kokonaisvaltainen). Kuvan 4.3 vaihduntakuvion tapauksessa tilan  $M_{II,i}$  tuottama elämyksellinen kokemus olisi ”jotakin epämääräistä mustaa ja valkoista”.

Itsehavaintomme kertoo meille kuitenkin sen seikan, että täysin diffuusi hahmotus ei jää pitkäaikaiseksi, ts. toteutuu transiitio tästä systeemin  $M_{II}$  tilasta pois. Samanveroisina vaihtoehtoina ovat tällöin  $m_{II,2}$  eli maljakon havaitseminen ja  $m_{II,3}$  eli profiilien havaitseminen. Nämä puolestaan ovat suhteellisen pysyviä. Siten vaihduntakuvioiden tapauksessa *hahmon jäsentymisen systeemin* transiitiodennäköisyyksien matriisiksi voidaan päätellä esim. seuraavanlainen matriisi:

| $M_{II}$ |            |            |            |            |                 |
|----------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
|          |            | $m_{II,1}$ | $m_{II,2}$ | $m_{II,3}$ |                 |
| i:       | $m_{II,1}$ | .02        | .49        | .49        | i = diffuusi    |
| m:       | $m_{II,2}$ | .02        | .98        | 0          | m = ”maljakko”  |
| p:       | $m_{II,3}$ | .02        | 0          | .98        | p = ”profiilit” |

(M:n järjestysluku II viittaa siihen, että on kysymys tajunnan toisen tason systeemistä, kun tarkkaavuus katsotaan sen tasoksi I.)

Matriisi kertoo, että havaitsemisprosessi siirtyy diffuusista tilasta yhtä suurella todennäköisyydellä (.49) maljakon hahmottamiseen kuin

profiilien hahmottamiseen (.49), jää niissä suhteellisen pysyvään tilaan (.98), mutta voi pienellä todennäköisyydellä (.02) siirtyä takaisin diffuusiin tilaan uuden valitsemisen hetkeksi.

Erityisesti on pantava merkille, että tila  $m_{II,1}$  on *superpositiotila*, joka sellaisena on tulkittava: .02:n todennäköisyydellä ”jotakin kuvion kaltaista” ja .49:n todennäköisyydellä ”jotakin valkoista mustalla” ja .49:n todennäköisyydellä ”jotakin mustaa valkoisella”. Kun sitten subjekti hahmottamisessaan jäsentää näkemänsä ”maljakoksi” tai ”profiileiksi”, *hahmottaminen toimii detektorin tavoin*.

Tilat  $m_{II,2}$  ja  $m_{II,3}$  voidaan ajatella pysyvyytensä vuoksi ”määrätyiksi tiloiksi” (kuin osumat kaksoisrakokokeessa).

On realistista ajatella, että hahmotus ei voi siirtyä ”suoraan” maljakosta profiileihin tai päinvastoin (todennäköisyys 0), siis kokonaisuuden differentioituneesta tilasta sen toiseen aivan eri tavalla differentioituneeseen tilaan.

Jos aika-askelelle annetaan jokin fyysisen ajan arvo (esim. sekunneissa), voimme tästä mallista (olettaen, että arvaamme oikeat todennäköisyysarvot) laskea *estimaatit* niiden ajanjaksojen pituudelle, jonka yksilö viipy kussakin tilassa.

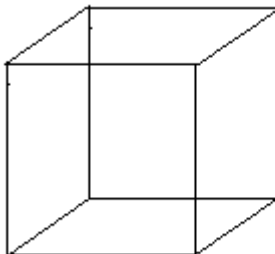
Koehenkilöitten itsehavaintoa käyttäen ja rekisteröimällä aikaa voidaan vaihduntakuviokokeilla saada vastauksia lukuisiin mallissa avoimiin kysymyksiin, kuten esimerkiksi siihen, mikä on hahmotuksen *vaihtumisaika* (aika, joka menee samassa vaihtoehdossa pysymiseen).

#### 4.4.3 *Vaihduntakuvioiden psykologisesta tutkimuksesta. Neckerin kuutio*

Vaihduntakuvioiden (ambiguous figures ja reversible figures) havaintoprosessia on psykologiassa analysoitu jo 1800-luvulta lähtien. Kuvan 4.3 Rubinin kuvio on yksi tutkituimmista. Se, mitä kulloinkin on tutkittu, vaihtelee suuresti, samoin se, mitä kuvioita on käytetty. Tässä voidaan toinen ottaa esimerkki, Neckerin kuutio (kuva 4.4).

Mainittakoon ensiksikin *Liebertin ja Burkin tutkimus*, jossa koeryhmälle annettiin kehoitus nähdä kuvio tietyllä tavalla, esimerkiksi siten, että Neckerin kuution (kuva 4.4) ”etuseinä” on vasemmalla alhaalla tai – toisessa tapauksessa – oikealla ylhäällä. Havaittiin, että tämä *kyky tietoisesti kontrolloida* vaihtumisia oli yksilölle ominainen (Liebert, R.M and Burk, B.):

”Koehenkilöiden yhden hahmon vapaatahtoinen kontrolli korreloi vahvasti heidän toisen hahmon kontrollinsa kanssa, viitaten pysyviin yksilöllisiin eroihin, mitä tulee heidän kykyihinsä kontrolloida havaitsemista vapaatahtoisesti.”<sup>64</sup>



*Kuva 4.4 . Neckerin kuutio, vaihduntakuutio. Onko etuseinä vasemmalla alhaalla (a) vai oikealla ylhäällä (b)?*

Tämä tutkimustulos viittaa hahmottamisen *autonomiseen luonteeseen*. Toppino ja Long puolestaan ovat tutkineet vaihtumisnopeutta pyörivää Neckerin kuutiota käyttäen (Toppino & Long, p. 42, Fig. 2a). Spontaanien vaihtumisten frekvenssit 30 sekunnin periodeissa olivat seuraavat:

|                  |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Periodi (30 s):  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Vaihtumiskerrat: | 2.5 | 3.5 | 3.8 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.6 | 4.7 |

Olen tehnyt Toppinon ja Longin saamista tuloksista jälkianalyysin ja todennut, että nämä vaihtumiskertojen frekvenssit noudattavat varsin tarkasti yksinkertaista Bushin ja Mostellerin oppimismallia. Kuvioiden vaihtumisen dynamiikka voidaan esittää DPM:n mukaisesti transitiotodennäköisyyksien matriisilla, esimerkiksi:

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
|   | T   |     |     |
|   | d   | a   | b   |
| d | .0  | .50 | .50 |
| a | .16 | .84 | 0   |
| b | .16 | 0   | .84 |

<sup>64</sup> ”Subject’s voluntary control over one figure was highly correlated with their control over the other, suggesting the presence of stable individual differences in ability to control perception voluntarily.”

d = diffuusi hahmotus

a = hahmotus a (kuution etuseinä alhaalla vasemmalla)

b = hahmotus b (kuution etuseinä oikealla ylhäällä)

Kuvion vaihtuminen tapahtuu kahdella aika-askeleella, joko transitiona polkua a-d-b pitkin tai polkua b-d-a pitkin riippuen siitä, onko tila ”askelparin” alussa a vai b. Siten todennäköisyys vaihtumisen tapahtumiseen yhtenä kahden askeleen jaksona on  $p_{\text{vaiht}} = p_{a,d} \times p_{d,b} = p_{b,d} \times p_{d,a}$  ja on esimerkissämme  $.16 \times .5 = .08$ .

Meillä ei ole keinoa päätellä, mikä on aika-askeleen mitta fyysisessä ajassa, mutta oletamme aika-askeleen pituudeksi tässä puoli sekuntia ja tarkastelemme, mihin tuloksiin se johtaa.

Kahden askeleen aikajakso kestää siis sekunnin ja niitä on mittausperiodissa 30. Vaihtumisten odotusarvo periodin aikana on silloin  $30 \cdot 0,08 = 2.4$ . Tämä vastaa hyvin kokeellista tulosta (edellä: ”vaihtumiskerrat”).

Saadut empiiriset tulokset osoittavat selvästi, että jokainen vaihtuminen kasvattaa tendenssiä vaihtamiseen eli todennäköisyyttä siirtymiseen tilasta a tilaan d (tai tilasta b tilaan d) Bushin ja Mostellerin operaattorimallin mukaisesti:

$$p_{t+1} = p_t + \alpha (\lambda - p_t)$$

jossa lambda on oppimisasympottootti ( $0 \leq \lambda \leq 1$ ) ja alfa oppimiskoefficientti ( $0 < \alpha < 1$ ); alfa määrää oppimisnopeuden.  $p_t$  on kuvion vaihtumisen todennäköisyys periodissa ja  $p_{t+1}$  seuraavassa periodissa. Kirjoitin tämän oppimistapahtuman simulointimallin ja kokeilin erilaisilla variaabeliarvojen yhdistelmillä.

Simuloinneilla olen saanut taulun 4.1 mukaiset tulokset, jotka kussakin tapauksessa on laskettu keskiarvotuloksina 1000 simulaatiosta<sup>65</sup>.

*Aika-askele:* Erikseen on psykologisin perustein arvioitava, *mikä aika-askeleen kesto on realistisin*. Tässä olen nojannut Hameroffin ja Powellin saamiin tuloksiin<sup>66</sup>. Viitaten Stroudin teoriaan he päättelevät ”kokemustapahtuman” (occasion of experience) pituudeksi 0,02 – 0,05 s:

<sup>65</sup> Yksityiskohtaisempi tämän tutkimuksen kuvaus ja runsaammin tuloksia on artikkelissa: Rainio, K. (2008).

<sup>66</sup> ”The ‘perceptual moment’ theory of Stroud described consciousness as discrete events, rather like sequential frames of a movie. Evidence in recent years suggests periodicities for perception

”Stroudin ’havainnon hetki’ -teoria kuvaa tietoisuutta diskreetteinä tapahtumina, kuten elokuvan peräkkäisinä kuvaruutuina. Viime vuosien tutkimustulokset osoittavat, että havainnonteon ja reaktioajan kesto liikkuu 20 ja 50 millisekunnin rajoissa (eli on .02 – .05 s)”

Laskin tuloksia lukuisilla eripituisilla aika-askelilla. Parhaan estimaatin tuotti aika-askel 0.02 s eli 20 millisekuntia, mikä vastaa hyvin Hameroffin ja Powellin ilmoittamaa aikaa (taulu 4.1).

*Taulu 4.1 . Kuvion vaihtumisen oppimisilmio. Simuloinnin tuloksia:*

|                                                                               |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Aika-askleen pituus 0,02 s, $p_1 = .0032$ , $p_2 = .0016$ , $\lambda = .0064$ |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Periodi (30 s):                                                               | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Emp. vaihtumiskerrat:                                                         | 2.5 | 3.5 | 3.8 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.6 | 4.7 |
| Simul. vaihtumiskerrat:                                                       | 2.7 | 3.4 | 3.9 | 4.2 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 |

Koetulosten mukainen transitiomatriisi T (joka ilmaisee siirtymisten todennäköisyydet aika-askleen ollessa .02 s) muodostuu siten seuraavalaiseksi:

|   |   |      |      |      |   |
|---|---|------|------|------|---|
|   |   |      | T    |      |   |
|   |   | d    | a    | b    |   |
| d | [ | 0    | .5   | .5   | ] |
| a |   | .003 | .997 | 0    |   |
| b | [ | .003 | 0    | .997 | ] |

Tämä yksikin esimerkki osoittaa, että *prosessien diskreetille kvanttiteorialle löytyy yhteyksiä empiriaan*, kun vain soveliaista materiaalia on käytettävissä.

## 4.5 Hahmon syntytahtuma

Voimme edelleen kehittää analyysiamme vaihduntakuvion hahmotuksesta ja soveltaa tarkasteluamme tavalliseen hahmon syntyyn: On vaihduntakuvioita, joissa toinen hahmotustapa (a) on dominoiva ja toinen (b) harvinainen. Tällöin hahmottamisen transitiotodennäköisyyksien matriisi T muuttuu ”vinoksi” esim. seuraavasti:

---

and reaction times in the range of 20 to 50 milliseconds (gamma EEG waves; 30 to 90 Hz)...” Hameroff & Powell (2008, p. 3)

|   |     |     |    |                          |
|---|-----|-----|----|--------------------------|
|   |     | T   |    |                          |
|   | d   | a   | b  |                          |
| d | .02 | .78 | .2 | d = diffuusi hahmotus    |
| a | .01 | .99 | 0  | a = dominoiva hahmotus   |
| b | .4  | 0   | .6 | b = harvinainen hahmotus |

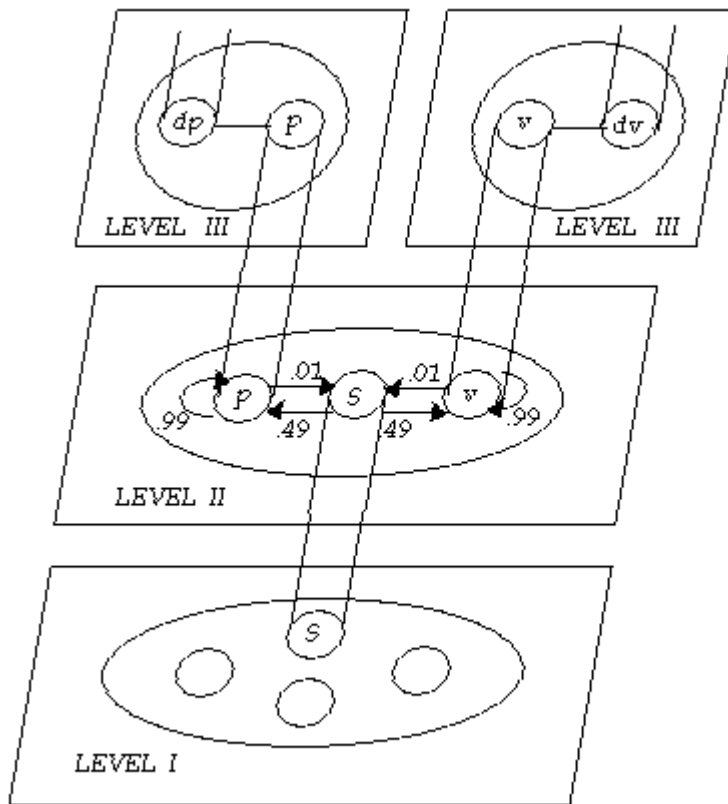
Tästä voimme johtaa kuvan ”normaalista”, so. äärimmäisen ”vinosta”, hahmotuksesta, joka vallitsee jokapäiväistä käyttäytymistämme ja on niin dominoiva, että se on miltei ainoa kokemamme hahmotustapa. Matriisi T näyttäisi silloin tässä ”normaalitapauksessa” esim. seuraavalaiselta:

|     |      |      |     |     |    |     |                               |
|-----|------|------|-----|-----|----|-----|-------------------------------|
|     |      |      | T   |     |    |     |                               |
|     | d    | a    | b1  | b2  | b3 | ... | d = diffuusi hahmotus         |
| d   | .001 | .999 | ≈0  | ≈0  | ≈0 | ... | a = normaali hahmotus         |
| a   | .001 | .999 | 0   | 0   | 0  | ... | b1, b2, b3, ... = harvinaisia |
| b1  | .01  | 0    | .99 | 0   | 0  | ... | (epänormaaleja)               |
| b2  | .01  | 0    | 0   | .99 | 0  | ... | hahmotuksia                   |
| ... |      |      |     |     |    |     | ≈0 = ”jokseenkin 0”           |

*Normaali hahmotusprosessi voidaan siis ymmärtää vaihduntakuvioiden havaitsemisen rajatapaukseksi. Oppimisen tietä jokin hahmotus vakiintuu ja muut vaihtoehdot jäävät käytännössä pois, ”surkastuvat”.*

#### 4.6 Hahmon tarkentuva differentioituminen. Mentaaliset tasot

Esimerkiksi Rubinin kuvion (kuva 4.1, vaasi/profiilit) hahmotuksen ei tarvitse pysähtyä ylimalkaiseen profiilien hahmotukseen (tai vaihtoehtoon: ”jonkinlainen vaasi”). Se voi jatkua havaitun tarkennuksena eli edelleen-jäsentämisenä: ”Kaksi suun ilmeestä päätellen suhteellisen vakavanoloista, hiukan konkonenäistä kaveria...” Huomattavaa on se, että havainto on kuitenkin edelleen kokonaisuus ”kaksi profiilia” ja ”suun ilmeellä”, ”konkoneäisyydellä” ym. on merkitystä vain tämän kokonaishahmon ominaisuutena; jos ”suun” viiva erotettaisiin siitä ja näytettäisiin erillisenä, sitä tuskin miksiäkään suuksi tulkittaisiinkaan.



Kuva 4.2. Hahmotusprosessin tasoja (LEVEL).

(*s* = systeemi diffuusina, *p* = tulkittuna profiileiksi, *v* = tulkittuna vaasiksi, *dp* = differentioitunut profiilitulkinta, *dv* = differentioitunut vaasitulkinta.)

Hahmon edelleen-jäsentäminen edellyttää, että kuvio on riittävän kauan havaittavissa eli että todennäköisyys pysyä tilassa ”kaksi profiilia” on kyllin suuri (suhteessa siirtymiseen siitä pois) ja aika-askel kyllin ”pitkä” (vaikka emme sitä tunne). Voimme siis ajatella, että tajunnalla on mahdollisuus *autonomisesti* ”synnyttää” uusi systeemi, jonka prosessi ennättää siirtyä diffuusista hahmotustilasta johonkin mahdollisista jäsennys-tiloista. Olemme taipuvaiset puhumaan tällaisessa tapauksessa tajunnan ”eri tasoista”. Tähän tuntuu liittyvän implisiittisesti ajatus jonkinlaisesta ”kyvystä kohota tarkastelemaan asioita korkeammasta

perspektiivistä”, ts. tuottaa, autonomisesti, systeemi, jonka tilat ovat juuri noita jäsentyneempiä hahmotustiloja. Tämä voidaan havainnollistaa kuvalla 4.2.

Kuvassa 4.2 on esitetty kaaviollisesti vaihduntakuvion havaintoprosessin kulku: Tasolla I tila *s* edustaa *havaintoaineksen invarianttia prosessia*. Tämä projisoituu tasolle II (*s*-tila tasolla II). Tila *s* tasolla II *koetaan* diffuusina havaintona ”jotakin mustaa ja valkoista” (ilman verbaalista tulointaa).

Prosessi siirtyy tasolla II tilasta *s* (aktualisoituu) samalla tasolla tilaan *p* (profiilit) tai *v* (vaasi). Niin kauan kuin prosessi viipyy tilassa *p*, on jäsentämissysteemeissä tasossa III mahdollista siirtyä jäsentyneempään tilaan *dp* (esim. ”jykeväleukaiset profiilit”) tai vastaavasti – jos viivytään kyllin kauan *m*-tilassa tasossa I -- tasossa III tilasta *v* jäsentyneempään tilaan *dv* (esim. ”suustaan leveä vaasi”). – Ei mikään estä olettamasta tasoa IV, jolla hahmotus vielä tarkentuu. *Ehtona on kuitenkin aina, että havainnon kokonaishahmotus säilyy* eli että tasolla II ollaan tilassa *p* tai vastaavasti *v*.

#### 4.7 Psykologista pohdintaa. Muisti. Minä

Olisi houkuttelevaa jatkaa kognitiivisten toimintojen, kuten *mielikuviuksen, muistin ja ajattelun* tarkastelua diskreetin prosessiteorian valossa. Ilmeisesti tällöin olisi mahdollista noudattaa samoja eri tasojen prosessien analyysiperiaatteita kuin ne, mitä edellä on esitetty hahmotuksesta, mutta silloin tarkasteltaisiin mentaalisten prosessien itsenäistä maailmaa eikä enää niinkään aivojen ja tajunnan vuorovaikutusta, jouduttaisiin laajaan ja monimutkaiseen kognition tasojen selvittelyyn ja mentäisiin tämän tutkielman varsinaisen teeman ulkopuolelle. Muutama huomautus näistä asioista lienee kuitenkin paikallaan.

*Muistin* tutkijoiden mukaan on syytä hylätä se vanhentunut käsitys, että muisti olisi vain yksinkertaista asioiden kopioimista aivoihin kuin joihinkin ”tallelokeroihin”. Schachter (2001) kirjoittaa: ”Meillä on nyt tarpeeksi tietoa muistojen tallennuksesta ja hausta voidaksemme romuttaa pitkään voimassa olleen myytin, jonka mukaan muistot ovat passiivisia ja tarkkoja tallenteita todellisuudesta.” (ss. 15-16) – ”Muistikuvia ei tallenneta mihinkään yksittäiseen aivojen osaan, kuten eräät tutkijat ovat uskoneet. Ne eivät myöskään jakaudu koko aivojen alueelle, kuten



toiset ovat väittäneet.” (s. 19) – ”... jopa näennäisen yksinkertaisen menneen asian muistaminen... muodostuu sekä nykyhetkessä vaikuttavista asioista että tiedosta, jonka olet tallettanut muistiisi menneisyydestäsi.” (s. 19)

Edellä esitetty viittaa selvästi siihen, että *muistisisältöjä on tarkasteltava lähinnä mentaalisten systeemien tilavektoreina*. Toki *muistitoiminnoissa*, muistiin painamisessa ja muistista palauttamisessa, neuroneilla on oma osuutensa, mikä näkyy erityisesti aivovaurioiden yhteydessä, mutta on loogista ajatella, että muistin *sisältöjen* säilyttämisessä ja käytössä on ainakin huomattavalta osalta kysymys mentaalisista systeemeistä, jotka tilavektoriakenteessaan säilyttävät kokemuksia ja ovat interferenssien kautta yhteydessä niitä muuttaviin muihin mentaalsiin systeemeihin.

”*Psykkisten voimien*” syntyä ja yksilön *päätöksentekoa* sekä sitä edeltäviin kognitiivisiin prosesseihin liittyvää empiiristä aineistoa tulee esille luvussa 6<sup>67</sup>. Tällöin muotoillaan kognition kenttäteoria, erityisesti attraktio- ja repulsiokenttien vaikutuksista päätöksentekoon.

*Psykologian* piiristä nousee esiin lukuisia syvällisiä kysymyksiä, jotka diskreetin prosessiteorian viitekehys saattaa uuteen muotoon: *minän havainto (itsehavainto)* voidaan nähdä ympäristön havainnolle analogisena. Samaan tapaan kuin ylemmän tason tulkinta- ja hahmotussysteemit käsittelevät alempien tasojen havaintoprosesseja, voidaan ajatella korkean tason mentaalisten systeemien hahmottavan ja tulkitsevan havaintojen ja mielikuvien kokonaisuuden mentaalista tilaa – tuloksena merkityskokemus: tämä on minun maailmani!

Mutta jossakin on ”*minän raja*”, se systeemitaso, joka ei enää tarjoudu hahmotettavaksi eikä tulkittavaksi, ”sisäisen havainnon” kohteeksi. Onko mahdollisesti niin, että sen tason systeemeistä tulevat vaikutukset, esimerkiksi ajatusyllykkeet, koetaan *intuitiona*, ”jostakin” valmiiksi saatuina tietoisuuden sisältöinä. Samalla tavalla ”minän havaintoa” ylemmältä tasolta, ”jostakin”, tulevat *eettiset arvostelmat*. ”Jokin minussa vaatii, että...” On myös ajateltavissa, että tuo korkeampi taso, joka ei ole minän havainnon (itschavainnon) kohteena, koetaan joksikin ulkopuoliseksi, ”henkiseksi”, ”Jumalaksi” tai muuksi ”henkimaailmaksi”. Tällöin se tulkitaan helposti kaikkialliseksi, kaiken käsittäväksi. Tuntuukin oudolta ajatella, että mentaaliset systeemit voitaisiin jakaa

<sup>67</sup> Laajempaa kuvausta on esim. teoksissa Rainio, 2006, 2008 ja 2009b.

yksinomaan lukuisiksi minä-kokonaisuuksiksi ilman, että mitään jäisi ”yli”. Lienee päinvastoin luonnollista olettaa, että minän rajat ovat häilyvät ja että vain pieni osa mentaalisista systeemeistä, koko (henkisestä) maailmasta, on luettavissa minä-kokonaisuuksien piiriin. Eräät ajattelijat korostavat vahvasti sitä näkemystä, että koko todellisuus muodostaa yhden yhtenäisen systeemin<sup>68</sup>.

#### 4.8 Tiivistelmä Erwin Laszlon yhteyshypoteesista (connectivity hypothesis)

Laszlon keskeinen teesi, yhteyshypoteesi, sisältää sen, että kaikki systeemit ovat välittömästi tai välillisesti (A-kentän kautta) vuorovaikutusyhteydessä keskenään. Tämän vuorovaikutuksen perustana on systeemien välinen *lomittuminen* (entanglement) ja se määräytyy systeemien aaltofunktioiden interferenssin mukaan. Systeemit muodostavat hierarkian, jossa alimpana ovat fyysiset partikkelien ja partikkelijoukkojen systeemit, joita informoivat (aaltofunktio-interferenssin välityksellä) niitä välittömästi ylemmät informaatiokentät. Suhteellisen korkealla hierarkiassa ovat tietoisuuden kentät ja ylinnä kokonaisuutta informoiva A-kenttä. Informaatio-vuorovaikutus on *epälokaalista* eikä vaadi energiaa toteutuakseen. (Tässä Laszlo rakentaa sen varaan, mitä Alain Aspectin kokeen ja myöhempien vastaavien kokeiden perusteella tiedetään lomittuneitten partikkelisysteemien vuorovaikutuksen epälokaalisuudesta ja ajallisesta välittömyydestä.)

Kaikkiin systeemeihin ulottuvan interferenssin kautta A-kenttä tulee sisältäneeksi todellisuuden *kaiken informaation* sitä ”hukkaamatta”. Siten Laszlon mukaan myöskään meidän universumimme ei ole syntynyt satumaperiaatteen mukaan vaan edellisen ”metaversumin” (Metaverse) A-kentän sisältämän informaation säätelämänä.

*Tietoisuus* esiintyy informaatiokenttinä muiden mukana. Laszlo ei kuitenkaan lähemmin kuvaa tietoisuuskentille erityisesti ominaisia rakenteita, mutta mielenkiintoinen on yhteyshypoteesin mukainen ajatus

---

<sup>68</sup> Esim. Laszlo, Ervin: *Science and the Akashic Field*; An Integral Theory of Everything. Inner Traditions, Rochester, Vermont, (2004) ja saman tekijän: *The Connectivity Hypothesis*, State University of New York Press, Albany. – Laszlo on ns. Rooman klubin perustaja – ja sivumennen sanoen – Turun yliopiston kunniatohtori.

Germine, Mark: *One Mind Model*, 2010.

niiden lomittumisesta sekä keskenään että energiakenttien kanssa. Niinpä Laszlon mukaan yksilöitten tietoisuussysteemien välille lomittuneisuus voi tuottaa vuorovaikutusta (transpersonal connection). To-disteeksi tästä hän tuo esiin eräitä ultraradikaalien psykologisten kokei-den tuloksia, kokeiden, joita ovat toimeenpanneet useimmiten lääkärit ja psykiatrit (Puthoff ym., ss 94-98). – Eräänä esimerkkinä mainitta-koon Grinbergin ja Zylberbaumin koe: Kaksi koehenkilöä sijoitettiin erilleen kauaksi toisistaan ja toista heistä stimuloitiin lukuisilla yksinker-taisilla lievää kipua tuottavilla kosketusärsykkeillä. Kummankin aivo-käyrät rekisteröitiin EEG:llä kokeen aikana. Noin neljänneksellä koe-henkilöpareista havaittiin stimulaation aikana selviä yhtäläisyyksiä aivo-käyrissä. Erään ”syvästi rakastuneen parin” tapauksessa tämä oli rapor-tin mukaan erityisen huomattavaa.

Merkityksellisintä Laszlon hypoteesissa on se, mitä hän sanoo aineen ja tajunnan suhteesta: ”Otamme sekä aineen että tajunnan todellisuuden peruselementeiksi, mutta (dualismista poiketen) emme väitä, että ne oli-sivat radikaalisti erilaisia; sanomme, että ne ovat *saman* todellisuuden eri aspekteja” (emt., s. 147).

Laszlo ei kaihda vaikeita ongelmia. Niinpä hän asettaa itselleen kysy-myksen: ”*Voisiko meidän tietoisuutemme säilyä elossa kehomme kuollessa?*” (emt., s. 156). Vastauksen hän johtaa suoraan yhteyshypoteesistaan: ”Kun toiset lukevat esiin (read out) meidän oman kokemuksemme, *me* elämme jälleen *heidän* kokemuksessaan. Kun me luemme esiin toisten kokemuksen, *he* elävät jälleen *meidän* kokemuksessamme (emt., s. 160).” Laszlo tarkoittaa ”esiin lukemisella” (reading out) selvästikin aaltointer-ferenssissä tapahtuvaa informaation siirtymää systeemien välillä, ”tart-tumaa”. – Laszlo jatkaa: ”Me yksilöinä emme ole kuolemattomia, mutta meidän kokemuksemme on. Kaiken sen jäljet, minkä olemme koke-neet, säilyvät, ja ne ovat ainaisesti palautettavissa (recalled)” (emt., s.161).

*Filosofisesti* varsin keskeisenä erilliskysymyksenä nousee esiin *systeemien autonomisuuden* ongelma. Miten systeemit syntyvät? Miten niitä mahdol-lisesti ”tuotetaan”? Onko joillakin tajunnan systeemeillä ehkä ”kyky ot-taa käyttöön” tiettyjä systeimejä? (Näitä kysymyksiä Laszlo ei ota poh-dittavakseen) – Autonomisuuden ongelmaan annetuista vastauksista riippuu yksilön maailmankatsomukselle tuiki tärkeä kannanotto *vapaan tahdon* olemassaoloon. Diskreetin prosessimallin viitekehys ei sulje sitä

pois. päinvastoin: se näyttää kuuluvan perustellusti systeemien dynamiikkaan.

Seuraavassa luvussa nostetaan esille ns. ”tietoisuuden kova kysymys” (Chalmersin nimeämä ”*Hard Problem of Consciousness*”): Mitä ovat luonteeltaan subjektiiviset *elämykset*, kuten *kvalia*-kokemukset?

## Luku 5

### Elämysten maailma

#### 5.1 Tietoisuuden sisällöistä. Elämykset. Itseisominaisuudet

Lukijasta voi tuntua siltä, että tähänastisessa tekstissä Olevaisesta on pelkästään kalisutettu kuivia luita, matriiseja ja muuta matematiikkaa. Tietoisuutemmehan on kuitenkin joka päivä, joka hetki ja sekunti täynnä mitä rikkaimpia sisältöjä – tuhansia maisemia, loputtomasti muistoja, värien sinfonioita, sointuja, laulelmia, vahvoja tunnetiloja, rakkautta ja euforista onnea, vihaa ja katkeruutta... Sanalla sanoen elämämme varsinaisena sisältönä ovat *elämykset*.

Michael Tye esittää elämyksinä koetuista *tietoisuuden sisällöistä* (kvaliat) jäsennetyn luettelon<sup>69</sup>:

- ”1) *Havaintokokemuksiin sisältyvät elämykset*, esimerkiksi vihreän värin laatu-elämys, trumpetin kovan äänen kuuleminen, liköörin maun tunteminen, meri-ilman tuoksun elämys, nahkapalan käsittelyn antama elämys.
- 2) *Keholliset tuntemukset*, esim. kivun vihlaisun tunteminen, kutinan kokeminen, näläntuntemus, vatsakipu, kuuman kokemus, huimauksen tuntu, elämykset hekumanhuipussa.
- 3) *Reaktiot kärsimyksissä tai tunteenpurkauksissa*, esim. ilontunne, nautinto, pelko, rakkaus, murheentuntemus, kateus, katumus.
- 4) *Mielialatuntemukset*, esim. riemunelämys, alakulo, tyyneyden, ikävystymisen, jännityksen, surkeuden tuntemukset”.<sup>70</sup>

Tavalliset, arkikieliset nimeämiset eivät kykene tarjoamaan paljoa tietoisuuden sisältöjen tieteelliselle analyysille. Ehkäpä paremmin sen tuo

---

<sup>69</sup> Tye, Michael (2017): Qualia. The Stanford Encyclopedia of Philosophy

<sup>70</sup> Mikä näiden luettelossa mainittujen ja kaikkien muidenkin kvalioiksi, elämyksiksi ja kokemuksiksi nimettyjen asioiden tarkempi elämyslaatu on, siitä saa parhaan kuvan käymällä läpi kaiken, erityisesti romanttisen, proosakirjallisuuden ja runouden.

esiin sen kuvittelemisen, millaista tietoisuus olisi kokonaan *ilman* elämyksellisiä kokemuksia.

## 5.2 Tajunta ilman elämyksiä: Zombit<sup>71</sup>

Millaista siis olisi ihmisen elämä ilman elämyksiä? Tähän vastaa ajatuskoe ns. zombeista, joita Robert Kirk kuvaa näin:

”Filosofinen zombi on molekyyli molekyyliltä rakennettu älyllinen luomus, normaali ihmisolento esimerkiksi, mutta hän eroaa tästä luomuksesta siinä, että häneltä puuttuu *täydellisesti* fenomenaalinen tietoisuus. Minä sen sijaan, loikoessani rannalla – onnellisena siemaillessani viiniä ja katsellessani aaltoja – koen lukuisasti visuaalisia, olfaktorisia ja maku-elämyksiä. Mutta minun zombi-kaksoseni ei elämyksinä koe mitään. Hänellä ei ole minkäänlaista fenomenaalista tietoisuutta. Koska kaksoseni on eksakti fysikaalinen kopio minusta, hänen sisäiset psykologiset tilansa ovat *funktionaalisesti* isomorfiset minun tilojeni kanssa (olettaen, että hän oleilee aivan samassa ympäristössä). Kohtaapa hän minkä tahansa fysikaalisen ärsykkeen, stimuluksen, hän reagoi siihen samalla tavalla kuin minä ja tuottaa eksaktisti saman käyttäytymisen. Todellakin, olettaen, että ei-fenomenaaliset tilat ovat funktionaalisia tiloja..., zombi-kaksosellani on samat uskonukset, ajatukset ja toiveet kuin minulla. Hän eroaa minusta ainoastaan elämysten suhteen. Hänelle ei ole olemassa mitään sellaista kuin tuijotella aaltojen kulkua tai siemailla viiniä.”

”... Filosofiset zombit ovat vakava uhka kaikenlaisille fysikalistisille näkemyksille elämyksistä. ... jos zombi-kopiot ovat metafyysisesti mahdollisia, silloin on olemassa yksinkertainen argumentti, joka tuntuu osoittavan, että fenomenaaliset tilat eivät ole identtisiä sisäisten, objektiivisten, fysikaalisten tilojen kanssa.”

## 5.3 ”Tietoisuuden ankara probleema”

Elämysten ja muiden yksittäisten tajunnansisältöjen kuvaaminen ei ole tiedettä eikä filosofiaa siinä mielessä, että se jotenkin pyrkisi vastaamaan

<sup>71</sup> Kirk, Robert (2019): Zombies. Stanford Encyclopedia of Philosophy xxx

vaikkapa vain hypoteesien tasolla syviin ontologisiin kysymyksiin – mitä on olemassa ja missä muodossa ja mikä on ihmisen suhde tuohon olevaan. Tämä ei tarkoita, että kieltäisin sen suunnattoman rikkauden, minkä nämä tietoisuuden sisällöt tuovat ihmiselämään. Ihmiselle on toki mieluisampaa rakastaa kuin ilman tunteita analysoida rakkauden olemusta. – Muutamat kuitenkin tuntevat olonsa levottomaksi tässä olemisen junassa, josta eivät yhtään tiedä, mihin se vie – olivatpa ohi vilahtavat maisemat miten kauniita tahansa. He kysyvät ja kysyvät ja etsivät konduktööriä, joka osaisi vastata. Sellaista ei tässä junassa ole – ja vaikka olisikin, ei häntä tunnistaisi, sillä kaikki ovat naamiopuvussa...

Ollaksemme johdonmukaisia etsiessämme monistista tulkintaa Olevaisesta joudumme kysymään, miten elämysmaailma mahdollisesti voidaan sovittaa diskreettiin prosessimalliin vai onko se laadullisesti jotakin kokonaan muuta – ja onko se sellaisena ehkä vuorovaikutuksessa kuvaamiemme prosessien dynaamisten tilojen kanssa.

Tajunnan filosofian eräs johtavista auktoriteeteista, David Chalmers, nimittää elämysten tietoisuutemme sisältymisen ongelmaa ”*tietoisuuden ankaraksi probleemaksi*” (”Hard Problem of Consciousness”) ja kuvaa sitä seuraavasti<sup>72</sup>:

”Fysiikka edellyttää informaatiotiloja, mutta on kiinnostunut vain niiden relaatioista, ei niiden sisäisestä luonnosta; fenomenologia edellyttää informaatiotiloja, mutta on kiinnostunut vain niiden sisäisestä luonnosta...”

Chalmers tekee selvän erottelun fysikaalisen ja fenomenaalisen välillä *kahden aspektin monismin* mukaisesti<sup>73</sup>:

”Voimme sanoa, että nämä tilat ovat sisäisestä näkökulmasta fenomenaalisia ja ulkoisesta näkökulmasta fysikaalisia.”

Chalmers korostaa fenomenaalisen maailman *internaalista* luonnetta: elämykset ovat tilojen internaalisia ominaisuuksia eli itseisominaisuuksia (intrinsic properties). Kun ne eivät kuulu systeemin varsinaisen dynaamisen kuvauksen piiriin, ne eivät vaikuta tapahtumisen kulkuun ja siten tämä elämyksellinen jää Chalmersin viitekehyksessä *epifenomenaaliseksi* – on katsottava, että sillä ei ole vaikutusta fyysiseen todellisuuteen.

---

<sup>72</sup> Chalmers, 1996, p. 305

<sup>73</sup> Chalmers, 1996, p. 305

Tässä tarkastelussamme tulee esiin poikkeava kanta:

Informaatiotilojen dynamiikkaa ja tilojen itseisominaisuuksia ei kuitenkaan ole pakko käsittää niin kokonaan erillisiksi kuin Chalmers esittää kahden aspektin (double-aspect) monismissaan.

Mentaalisen tilan *itseisominaisuuksissa* voidaan nimittäin erottaa kahta lajia:

a) Niihin voi liittyä *dynaamisuutta* – toisin kuin Chalmers esittää – esimerkiksi siten, että ne tuottavat attraktio- tai arvokenttiä, jotka lomittuvat kognitiivisen toimintakentän (päättöksestekohtaisen, aktuaalisen elämäkentän) kanssa<sup>74</sup>. (Tähän palataan laajemmin seuraavassa luvussa.) Jotkin arvokentät voivat olla varsin laaja-alaisia ja pysyviä. Ajateltakoon esim. yksilön jatkuvaa orientoitumista kauneusarvojen tuottamiseen mitä moninaisimmissa valintatilanteissa. Sellaisen arvokentän interferenssi voi suorastaan hallita yksilön psyykkisten voimien dynamiikkaa. Tällöin on kysymys siitä, että elämysmaailma *vaikuttaa*, ei vain mentaalisen tapahtumiseen vaan myös – aivojen synapsien kautta – fyysikaaliseen. Se merkitsee *mentaalisen kausaation* tosiseikkaa ja tässä juuri päästään irti epifenomenalismista.

b) Itseisominaisuudet voivat olla ”puhtaasti” *elämyksiä* ilman dynaamisia ominaisuuksia (vaikutuksia valintojen tekoon). Mitä sellaiset ovat suhteessaan ”todellisuuteen” ja miten tutkittavissa – paitsi välittömän itsehavainnon tietä – on varsinainen ”tietoisuuden ankara probleema” (”hard problem”), joka on luonteeltaan filosofinen ja jota ei päästä käsittelemään tietoisuuden dynaamisessa kuvauksessa – kuten DPM:ssä.

”Hard problem of consciousness” on siis *osittain* ratkaistavissa, nimittäin siltä osin kuin kysymys on mentaalisen tapahtumisen *kausaalista* yhteydestä todellisuuteen: Mentaalinen vaikuttaa fyysiseen – kuten myös fyysinen mentaaliseen – vektori-interferenssin kautta. Toisaalta elämyksellinen todellisuus ei ole suinkaan tyhjennettävissä tähän ominaisuuteen; elämysten puhtaasti subjektiivista aspektia ei eksakti tieteellinen tarkastelu tavoita.

---

<sup>74</sup> esim. Rainio, 2008 ja 2009b



## 5.4 Elämysten ontologiaa

Artikkelissaan ”Qualia” Michael Tye<sup>75</sup> osoittaa hyvin vakuuttavasti virheelliseksi fysikalistisen teoretisoinnin, jonka mukaan tajunta on aivosolujen komplisoitua toimintaa – tai sitä ei ole ollenkaan. Itsehavainnon tietä hän – ja moni muu – on sillä kannalla, että tajunta muodostuu kvanttifysikaalisista prosesseista (”quantum mind”). Melko kiivaasti keskustellaan siitä, miten vuorovaikutus tämän kvanttimaailman ja materiaallisen (aivojen) välillä tapahtuu – asiasta, jota olemme melko perusteellisesti selvittäneet edellisissä luvuissa.

Elämysten lukuisten määrittelyjen joukosta antoisimmalta tuntuu se itsehavainnolle rakentuva, varsin looginen katsomus, että ne ovat tajunnan *sisäisiä, ei-ilmaistavissa olevia ominaisuuksia* (”intrinsic, non-representational properties”).

Millaisen tulkinnan tämä määrittely saa diskreetissä kvanttiteoriassa?

Edellä esitetyissä luvuissa on käsitelty vain systeemien dynamiikkaa, siirtymiä tilasta toiseen ja interferenssiä tilavektoreitten välillä kiinnittämättä huomiota siihen, mitä *itseisominaisuuksia* (intrinsic properties) tiloilla voi olla. Tajunnasta puheenollen näitä voidaan nimittää *tietoisuuden sisällöiksi*. (Sitä esitystapaa, jota aikaisemmissa luvuissa on käytetty kvanttitilojen ja niiden dynaamisten muutosten kuvauksessa, voitaisiin kutsua eräänlaiseksi ”kvanttitilojen algebraksi” siinä mielessä, että tilat on nimetty pelkästään abstrakteilla symboleilla.)

Miten systeemin itseisominaisuudet ilmenevät ja *miten elämysten ei-ilmaistavissa oleminen on ymmärrettävissä?*

Palaamme Tonomuran kokeeseen. Voimme sanoa, että siinä tutkitulla kvanttisysteemillä on se itseisominaisuus, että se kohdatessaan detektorin näyttäytyy ”osumana” (jossakin detektorin ”sarakeessa”). Ennen sitä systeemi on superpositiotilassa, esim. suuntautumassa sarakkeeseen 1 *ja* suuntautumassa sarakkeeseen 2 *ja* sarakkeeseen 3 *ja* niin edelleen... Ihmisen organismi on sellainen, että *mitään kvanttitilaa hän ei voi havaita*. Vasta kun detektori on pakottanut yhden superpositioon kuuluneen vaihtoehdon *valikoitumaan* (eli kun ”aaltofunktio on romahtanut” – kuten fyysikot sanovat), voidaan havainnon avulla saada informaatiota, joka on tulkittavissa kvanttisysteemin *vaikutukseksi* materiaan.

---

<sup>75</sup> Tye (2016)

Itse kvanttisysteemiä ei silloin enää ”ole olemassa” – eikä siis informaatiokaan voi olla välitöntä havaintotulkintaa siitä.

Tietoisuuden sisällön tulkinta on analoginen kvanttimekaniikassa detektorin avulla tapahtuville päätelmille. – Vastaavasti, kun tajunnasta tulee synapsien kautta ylyke määrättyyn lihastoimintaan, eksosytoosin laukaisijat (triggerit synapseissa) toimivat detektoreina sille, millaisesta tahdontilasta prosessissa on kysymys.

Voimme sanoa vielä yleisemmin, että yksilön *käyttäytyminen* – laajassa mielessä (*behavior*) – *toimii detektorina tajunnantiloille ja käyttäytymisestä voidaan päätellä ja tulkita noiden tilojen itseisominaisuudet.*

Filosofian kannalta fundamentaalisen tärkeä on itsehavainnon tuotama päätelmä: *mitään ”kvanttioliota” tai kvanttitilaa (superpositiotilaa) siinänsä yksilö ei voi havaita (ei itsehavainnossakaan).*

Tältä pohjalta löytyy elämysten käsitteen uusi määrittely – ainakin sen mahdollisuus.

Pidämme kiinni siitä, että *elämyksiä ei voi ilmaista – ne voi vain kokea.* (Tämä ei suinkaan sulje pois sitä, ettenkö kokemistani elämyksistä voisi antaa jonkinlaisia ”vihjeitä” – missä ”mielentilassa” tai missä ”sosiaalisessa tilanteessa” tai minkä taideteoksen nähdessäni tai kuullessani olen tuon elämyksen kokenut. Itsellenikin voin esittää vain tällaisia ”vihjeitä”.)

Miten tämä ei-ilmaistavissa-oleminen olisi diskreetin prosessimallimme termein ymmärrettävissä?

Intuitio johdattaa helposti seuraavanlaisiin ajatuksiin: Ihmisen tietoisuus on monella tavalla hyvin rajallinen ja keskittynyt niihin rakenteisiin, joilla on välitön yhteys ympäröivään materiaaliseen ”reaalimaailmaan”. Siten tajunnantilatkin ovat pääasiassa niitä, joilla on detektorien kautta vuorovaikutusta ns. aineellisen ympäristön kanssa. On luonnollista ajatella kuitenkin niin, että tajunta ainakin osaksi on tästä sidonnaisuudesta vapaa, ts. että on tajunnan systeemejä, joilla on vuorovaikutuksia vain keskenään (Ecclesin ”psykonien oma maailma”). Tämä merkitsee sitä, että ne – tai ainakin suuri osa niistä – ovat poissa myös detektorien ulottuvilta. Interferenssien kautta nämä systeemit voivat kuitenkin vaikuttaa toisiin systeemeihin ja sitä kautta välillisesti myös käyttäytymiseen.

Tajuntaa on tarkasteltava kvanttiprosesseina. Kuten edellä totesimme, emme voi tehdä niiden tiloista (superpositiotiloista) välittömiä havain-toja (itsehavaintoja). Onko meidän turvaututtava siihen päätelmään, että vaikka elämystiloja ei voida suoraan havaita, elämystiloja, jotka esiintyvät *kvanttitiloina*, voidaan kuitenkin *kokea*, vaikkakaan emme voi niitä *hahmottaa*, ts. ne ovat ei-ilmaistavia (myös itsehavainnossa). Elä-mysten kokemismuoto on siis hahmottomaton. Se, että päätelemme jotakin elämystilojen vaikutuksista, on muuta – ajattelua, ei itseään elä-myksellistä kokemista.

Tavallaan elämysten maailma sijoittuu transkendenttisuuden rajamaille: meillä ei ole siitä tietoa, koska tieto edellyttäisi ilmaistavuutta. Me voimme sen kuitenkin *kokea* – ja *uskoa*, että kokemuksemme on elä-mystenkin osalta todellisuutta.

Elämysten maailma *on*.



## LUKU 6

### Tietoisuuden kenttäteoria

#### 6.1 Kurt Lewinin topologisesta tietoisuuden dynamiikan ja psykologisen voiman kuvauksesta

Eräs psykologian suurista klassikoista, Kurt Lewin (1890 – 1947), oli syntyjään puolalainen, joka joutui Euroopan levottomana aikana 1930-luvulla hakeutumaan Yhdysvaltoihin. Hän työskenteli aluksi lapsipsykologina Iowassa, sitten MIT:ssä. Jo vuonna 1936 ilmestyi hänen ensimmäinen teoksensa topologisesta psykologiasta<sup>76</sup>. Siinä enteili tulosaan radikaali paradigman muutos aikana, jona kokeellinen psykologia työskenteli hajallaan mittareinaan taskukello, metrinmitta ja – pavlovilaisen suuntauksen työaseena: koiran sylkykuppi.

Varsinaisesti huomatuksi Lewin tuli heti toisen maailmansodan jälkeen teoksellaan sosiaalisten konfliktien ratkaisemisesta<sup>77</sup>, jonka johdosta häntä on kutsuttu suorastaan ”sosiaalipsykologian isäksi”.

Sodan varjoon jäi kuitenkin hänen vuonna 1938 julkaisemansa systemaattinen ja yksityiskohtainen teoksensa psykologisten voimien käsitteellisestä määrittelystä ja mittaamisesta<sup>78</sup>. Se on kohteena seuraavassa Lewinin teorian esittelyssä ja kritiikissä. Tämän kritiikin yhteydessä ja jälkeen sopii tuoda esiin vastaavat ratkaisut diskreetissä prosessimalissa<sup>79</sup>.

Lewin sai voimakkaita vaikutteita hahmopsykologiasta ja toisaalta uudesta fysiikasta, kvanttimekaniikasta. Ihmistä tietoisena olentona oli tutkittava *kokonaisuutena* ja hänen käyttäytymistään tämän

---

<sup>76</sup> *Principals of Topological Psychology*

<sup>77</sup> *Resolving Social Conflicts* (1948)

<sup>78</sup> *Conceptual Representation and the Measurement of Psychological Forces*

<sup>79</sup> Ks. Rainio (1983) ja Rainio (2008)

kokonaisuuden ja ympäristön vuorovaikutuksena. Tämä näkemys pelkistyy ”yhtälöön”:

Käyttäytyminen = funktio (Persoona, ”Elämänkenttä”)

Oleellisin uutuus, jonka Lewin otti käyttöön kuvaustavassaan, oli – ilmeisesti kvanttifysiikan vaikutuksesta – kognitiivisen tapahtumisen esittäminen *topologisen* matematiikan avulla (tai *homologisen*, niin kuin Lewin itse nimitti esitystapaansa) - Se ei ole siirtymää jatkumossa vaan hyppäyksiä tilasta toiseen diskreetissä avaruudessa. Siten Lewin tuli kylväneeksi kvanttiajattelun siemenen myös psyykkisen dynamiikan tarkasteluun.

Tarkastelemme nyt Lewinin topologisen psyykkisen dynamiikan järjestelmää pähkinänkuoressa lähinnä puuttuen siihen, mikä kaipaava korjausta tai täsmennystä:

Kurt Lewinin oleelliset oivallukset voisi mahdollistaa seuraavaan luetteluun:

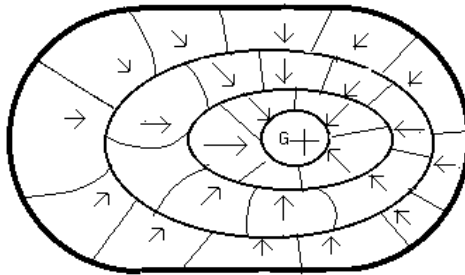
- 1) Yksilön käyttäytymistä on kuvattava *kenttänä*, jonka Lewin nimeää ”elämänkentäksi” (Life Space). Se rakentuu diskreetisti toisistaan erotettavista *alueista* ja on kuvattavissa topologisen matematiikan avulla. Käyttäytyminen on liikettä alueelta toiselle. Alueet ovat – periaatteessa – (abstrakteja) käyttäytymisen tiloja – eivät aikaan ja paikkaan sidottuja. Lewin pyrki irti fysikalismista.
- 2) Käyttäytymisessä liikkeen suuntaa ja intensiteettiä määräävät *psyykkiset voimat* (Lewin käyttää nimitystä ”psychological forces”). Niistä tärkeimmät (driving forces, ”kohteeseen ajavat voimat”) suuntautuvat kohti aluetta, jossa sijaitsee päämäärä (goal). Topologisesta esityksestä poiketen Lewin kuvaa voimia nuolilla, joiden pituus vaihtelee – havainnollistaen näin voiman suuruutta.
- 3) Hyvin keskeinen Lewinin järjestelmän olettamus on se, että kentillä on *valenssi*, joka on positiivinen silloin, kun kenttä on *attraktiivinen*, puoleensa vetävä, mutta negatiivinen silloin, jos se on *repulsiivinen* (luotaan työntävä). Kentän valenssi tuottaa käyttäytymistä ohjaavia voimia kenttää kohti, jos se on attraktiivinen, tai tuosta kentästä pois päin, jos se on repulsiivinen.

4) Kentällä on myös ominaisuus *potenssi*, joka tarkoittaa sen *subteellista* vaikutusvahvuutta verrattaessa kenttiä keskenään. Se on siis eräänlainen kentän painokerroin.

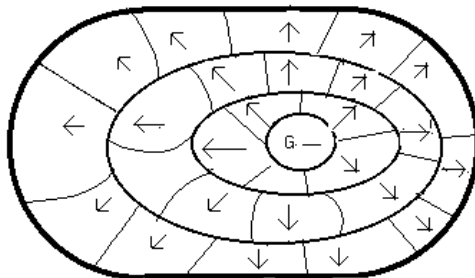
Nämä ovat kaikki Lewinin luovia, merkitseviä löydöksiä, ja niille on annettava sen mukainen arvonsa. – Mutta miten Lewin onnistui toteuttamaan pyrkimyksensä rakentaa eksakti, tieteen vaatimukset täyttävä psyykkisten voimien ja niiden mittaamisen teoria? On pakko huomauttaa eräistä ratkaisevista heikkouksista ja eksaktisuuden puutteesta, joka estää teorian käyttämisen estimointiin. Samalla voidaan näyttää, miten Lewinin esitys on diskreetillä prosessimallilla tulkittuna saatettavissa eksaktin teorian muotoon.

#### A) Elämänkenttä

Kuvat 6.1 ja 6.2 näyttävät, miten Lewin havainnollisti elämänkenttää. Kumpikaan kuva ei ole topologinen esitys. Nuolet vain havainnollistavat asiaa.



Kuva 6.1. Positiivisen tavoitteen (G+) tuottama voimakenttä



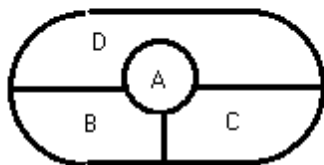
Kuva 6.2 Negatiivisen tavoitteen (G-) tuottama voimakenttä

### B) Lewinin "topologisen kuvauksen" heikkous

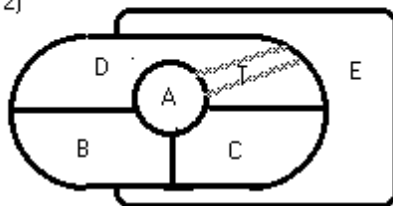
Kuva 6.3 näyttää erään Lewinin kuvauksen heikkouden: Tilaa E ei voida asettaa kuvioon niin, että se olisi kaikkien muiden alueiden naapurialue. Graafiesityksessä se ei tuota vaikeuksia – eikä myöskään matriisikuvauksessa.

#### A) Topological (hodological) representation

1)



2)



E = neighboring region of A, B, C, and D

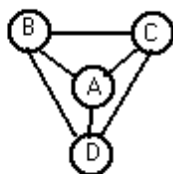
T = "tunnel"

#### B) Matrix representation of 2). 1 = neighboring

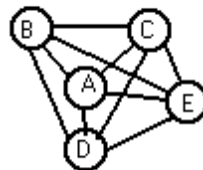
|   | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| A |   | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B | 1 |   | 1 | 1 | 1 |
| C | 1 | 1 |   | 1 | 1 |
| D | 1 | 1 | 1 |   | 1 |
| E | 1 | 1 | 1 | 1 |   |

#### C) Graph representation

1)



2)

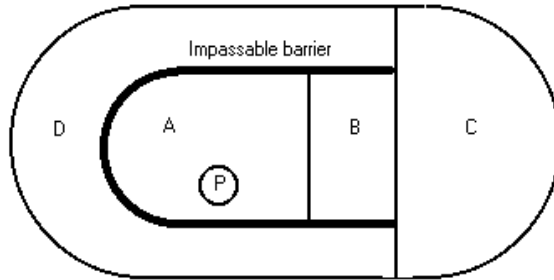


Kuva 6.3 Eräs Lewinin "topologisen" esityksen heikkous.

### C) Esteen lujuuden (barrier strength) esittäminen

Kuva 6.4 kertoo, että alueitten A ja B välillä – kuten myös B:n ja D:n välillä – on ylipääsemätön este. Lewin on kuvannut sen *paksulla* viivalla! – Piirros kelpaisi ehkä kuvaamaan linnoituksen vallihautaa jossakin Wallensteinin esikunnan sotahistoriallisessa karttaluonnoksessa, mutta mitään topologiaa se ei ole! Miten järjestystä on eksaktissa teoriassa esittää jonkin suureen mittariksi viivan paksuutta?





Kuva 6.4 Esteen lujuus. Ylipääsemättömyys kuvattu vahvalla viivalla

DPM:n esitystavan mukaan kuvaus on korjattavissa seuraavasti:

*Matrïisimuoto:*

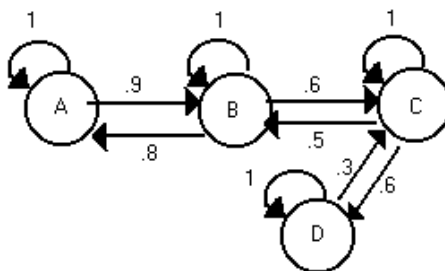
alueelta toiselle siirtymisen *onnistumisen* todennäköisyydet, esimerkiksi:

|   | A  | B  | C  | D  |
|---|----|----|----|----|
| A | 1  | .9 | 0  | 0  |
| B | .8 | 1  | .6 | 0  |
| C | 0  | .5 | 1  | .3 |
| D | 0  | 0  | .6 | 1  |

Itse asiassa taulukko on tiivistelmä 16:sta erillisestä sarakevektorista, *onnistumisvektorista*:

|               | A→B | A→C | A→D | B→A | ... jne. |
|---------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| Onnistunut    | .9  | 0   | 0   | .8  |          |
| Ei-onnistunut | .1  | 1   | 1   | .2  |          |

*Graafimuoto:*

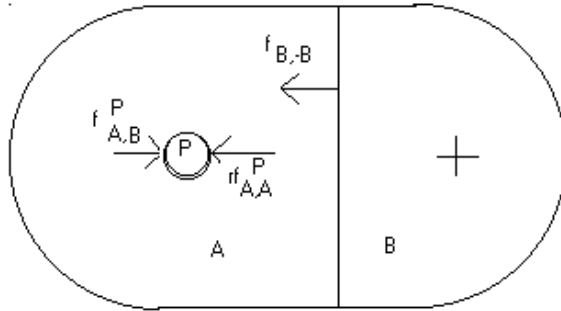


Luvut nuolten vieressä kuvassa 6.5 ilmaisevat siirtymän onnistumisen todennäköisyyksiä.

Kuva 6.5. Esteitten (barrieres) ylittämisen onnistuminen graafimuodossa.

D) *Lewinin perusasetelma: psyykkiset voimat*

Lewin kuvaa (havainnollistaa) psyykkisten (perus)voimien vaikutustilannetta kuvan 6.6 avulla:



Kuva 6.6 Elämänkenttä ja yksilöön vaikuttavat voimat topologisesti kuvattuina.  $P$  = subjekti (person);  $A$  ja  $B$  alueita;  $+$  positiivinen valenssi alueella  $B$ ;  $f$ :t voimia:  $f_{A,B}^P = P$ :tä  $B$ :hen  $A$ :sta ”ajava” voima (driving force);  $rf_{A,A}^P = P$ :tä  $A$ :ssa pidättävä voima (restraining force);  $f_{B,-B}$  = ”rajavoima” (boundary force), joka alkaa vaikuttaa Lewinin mukaan alueitten  $A$  ja  $B$  ”rajalla”. (Huomattakoon, että vaikutuspistettä, ”point of application of forces”, ei ole tällöin merkitty!)

Kuvan 6.6 johdosta on ensiksikin todettava, että siinä on muuan selvä järjestelmävirhe: rajalla vaikuttavalla  $f_{B,-B}$  -”voimalla” ei ole vaikutuspistettä. Sen tulisi olla aina  $P$ , mutta sitä se ei tässä ole. Se on itse asiassa yrityksen esteenä olevan *rajan vahvuus*. DPM:ssä sitä kuvaa yrityksen onnistumistodennäköisyys, joka tulee esiin, kun transitioryitys  $A$ :sta  $B$ :hen on tehty; mitä suurempi todennäköisyys on onnistua ylittämään raja, sitä ”heikompi” on rajan muodostama este.

DPM kuvaa tilanteen transitioryitysten todennäköisyyksien vektorilla  $A$ :

$$\begin{array}{ccc} & A & B \\ A & p_{A,A} & p_{A,B} \end{array}$$

”Raja” otetaan huomioon siten, että yrityksen  $A$ :sta  $B$ :hen jälkeen määrittyy transiiovektorista  $\text{Succ}(A,B)$ , jossa  $\text{Succ}$  = onnistuminen:

$$\begin{array}{ccc} \text{Succ}(A,B) & \text{Ei-Succ}(A,B) & \\ \text{Succ}(A,B) & p_{\text{Succ}(A,B)} & p_{\text{Ei-Succ}(A,B)} \end{array}$$

(Usein oletetaan  $p(\text{Succ})$  1:ksi *kognitiivisissa* tarkasteluissa, koska vasta oppiminen tuo tullessaan tiedon siitä, ettei jokin yritys onnistu, jolloin sitä ”ei juuri kannata yrittää”, ts. kognitiivinen onnistumistodennäköisyys pienenee.)

#### E) *Resultanttivoima*

Kuten kuva 6.6 näyttää, Lewinin mukaan resultanttivoima (resultant force) A:sta B:hen  $> 0$ , jos ”driving force” on suurempi kuin ”restraining force”, jolloin nopeus A:sta B:hen (velocity) saa arvon  $> 0$ .

Yleisesti: Lewinin mukaan resultanttivoima on suurin P:hen vaikuttavista voimista niitä pareittain vertailtaessa. Ja kun liike tapahtuu aina resultanttivoiman suunnassa, psyykkisestä prosessin kuvauksesta tulee *deterministinen teorialla*, se määräytyy käyttäytymisen ketjussa aina *suurimman voiman* eli resultanttivoiman suuntaan.

Tämä deterministisyys on Lewinin teoriassa kohtalokas virhe! Nykytietämyksen mukaan tietoisuus ja käyttäytyminen ovat selkeästi indeterministisiä prosesseja. Missään kokeessa ei tulosten *estimointi* eli ennustaminen voi käytännössä tuottaa estimaattina täsmälleen sitä tulosjakautumaa, joka empiirisesti saadaan, koska prosessi todellisuudessa on indeterministinen (matemaattisesti: stokastinen).

DPM:ssa ei esiinny resultanttivoiman käsitettä vaan liikkeellepaneva voima *arvotaan tilavektorista*. (Miten perimmältään ”luonto arpoo”, ”suorittaa” arpomisen, se on arvoitus – ja ilmeisesti pysyy sellaisena. Se täytyy vain ottaa aksiomaksi, jolloin perusteluksi riittää se, että se selittää tulkintaamme loogisesti hyvin ja tuottaa empiirisissä sovelluksissa hyviä estimaatteja.)

#### F) *Kognitiivinen elämänkenttä ja käyttäytymisympäristö*

Niin hahmopsykologi kuin Lewin onkin psykologiselta näkemykseltään, hän on kiinni myös naiivissa realismissa ja sekoittaa usein samaan kuvaukseen sekä kognitiivista elämänkentän ainesta että havainnollistavia fyysisiä piirteitä (esimerkkinä edellä kuvattu ”Wallensteinin vallihauta”).

Diskreetissä prosessimallissa pidetään kognitiivinen kuvaus ja ympäristön fyysisen rakenteen kuvaus ankarasti erillään toisistaan. (Kognitiiviset seikat, joilla on vastaavuutta ”reaalitodellisuuden” piirteitten kanssa, erotetaan niistä varustamalla kognitioon viittaavat symbolit pilkulla.

Esimerkiksi mielikuvittelun tietä saatu kokemus ”reaalitodellisuuden” siitä seikasta, että jokin siirtyä onnistuu, merkitään symbolilla  $\text{Onn}'(A',B')$  tai  $\text{Succ}'(A',B')$ , mutta ”reaalitodellisuudessa” – esim. pelisiirtona shakkilaudalla – ilman pilkkua.)

Voimme kuvata kognition ja ”reaalitodellisuuden” välistä vuorovaikutusta kognitiossa tapahtuvana simulointina, jonka ”ohjelmana” on mielikuvituksessa tapahtuva liike elämänkentässä ja ”datoina” todellisuudesta saatu havaintoaines, joka on jäsennetty vastaamaan elämänkentän rakennetta. Yksi simulaatio ei vielä pakota toimintaan (käyttäytymiseen). mutta voimme hyvin olettaa, että yksilö toistaa sitä, kunnes se on päättynyt onnistuneesti päämäärätilaan kyllin monta kertaa. Kun saatutetaan tämä yksilölle ominainen toimintakynnys (action threshold), tapahtuu toimintapäätös, ts. käyttäytymis-askel onnistuneen simuloinnin osoittamalla tavalla.

Kuinka monta kertaa simulointia on toistettava ennen päätöksen syntyä – ts. mikä on toimintakynnyksen lukuarvo? Voimme olettaa sen riippuvan yksilön persoonallisuudesta ja tilanteesta. Empiiriset tulokset näyttävät kuitenkin osoittavan, että toimintakynnys on yleensä pieni luku, 1 tai lähellä sitä (2 tai 3), mutta olisi mielenkiintoista nähdä yksityiskohtaisia kokeellisia tuloksia esimerkiksi shakinpelaajan kognitiivisesta simulaatiosta hänen valmistuessaan seuraavaan pelisiirtoon. Intuitio sanoo, että kynnyks riippuu suuresti pelaajan persoonallisuudesta – on ”pikapelaaja” ja toisaalta niitä, jotka joutuvat järkiään kiusalliseen aikapulaan. Mutta tilanne määrää myös paljon: tutut avaussiirrot tehdään pikapelin vauhtia, mutta vastustajan tekemä ”uutuussiirto” panee pelaajan simuloimaan tulevia tilanteita hyvinkin moneen kertaan ennen siirtovalintaansa.

Hyvinä eväinä elämänkentän teoreettiselle tarkastelijalle Lewin antaa kentän valenssin ja potenssin käsitteet. Niitä käsittelemme seuraavassa diskreetin prosessimallin valossa – ja hyvästelemme Lewinin.

## 6.2 Tietoisuuden elämänkenttä diskreetin prosessimallin viitekehysessä

### 6.2.1 Elämänkentän jäsentyminen. Attraktio ja repulsio. Kentän valenssi ja potenssi.

*Kentän valenssi:*

Kentän dynaamiset ominaisuudet voidaan kuvata *kentän transitiomatriisilla*, jossa tilat ovat  $F$  – ”kentän sisällä”– ja  $eiF$  – ”kentän ulkopuolella”:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{c} eiF \\ F \end{array} \\ \begin{array}{c} eiF \\ F \end{array} & \begin{bmatrix} p(eiF, eiF) & p(eiF, F) \\ p(F, eiF) & p(F, F) \end{bmatrix} \end{array}$$

Kentän (positiivinen ja negatiivinen) *valenssi* määritellään:

$$\text{val}(F) = (p[F, F] - 0.5) + (p[eiF, F] - 0.5)$$

Yksinkertaistaen oletetaan seuraavassa tarkastelussa, että kentän valenssi on joko +1 tai -1, jolloin kentän transitiomatriisit saavat muodon:

$$\begin{array}{cc} \text{Valenssi +1:} & \text{Valenssi -1:} \\ \begin{array}{cc} & \begin{array}{c} eiF \\ F \end{array} \\ \begin{array}{c} eiF \\ F \end{array} & \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array} & \begin{array}{cc} & \begin{array}{c} eiF \\ F \end{array} \\ \begin{array}{c} eiF \\ F \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \end{array}$$

Koska elämänkenttä LS sisältää kaikki tilat, transitio sen ulkopuolelle ei ole mahdollista, joten sen valenssi on aina +1.

*Kentän potenssi*

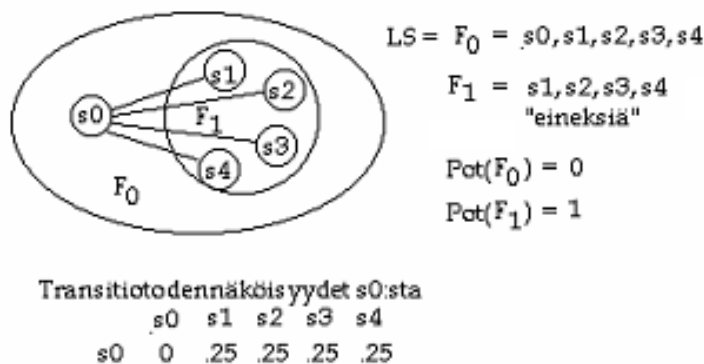
ilmaisee desimaaliluvulla  $Pot$ , joka on  $0 \leq Pot \leq 1$ , kentän *subteellisen vaikutuksen* tilavektoriin.  $Pot$ -lukujen summa =1. – Jos  $Pot=0$ , se ei vaikuta lainkaan; jos  $Pot=1$ , vain se vaikuttaa.

Voidaan sanoa, että kenttien valenssit ja potenssit *jäsentävät elämänkentän*. Seuraava esimerkki valaissee asiaa.

*Hra X ja rva Y kumpikin vuorollaan ruokakaupassa*

Hra X on saanut määräyksen tullessaan työstä kotiin ”tuoda jotakin syötävää päivälliseksi”. Koska käskyn antoi hänen vaimonsa, hra X koee välttämättömäksi ostaa *jotakin*, mutta hänellä ei ole harmainta

aavistusta, mitä. Sanalla anoen hänen käsityksensä ruokalajeista on varsin *diffuusi* – kaikki käy, mutta jotakin pitää olla; päättämättömyyteen ei voi jäädä. Helpotamme tilannetta olettamalla, että ruokalajeja on vain 4, kuten näkyy kuvasta 6.7. Ne ovat kaikki kentässä  $F_1$ . Elämänkenttä kokonaisuudessaan on kuvassa 6.7 nimetty  $F_0$ :ksi.



Kuva 6.7. Hra X:n elämänkenttä ruokakaupassa graafina.

#### Tilavektorin määrittäminen.

Tilavektori on määritytynyt seuraavan laskutoimiuksen tuloksena:

|    | s0 | s1  | s2  | s3  | s4  | Potenssi |
|----|----|-----|-----|-----|-----|----------|
| LS | .2 | .2  | .2  | .2  | .2  | 0        |
| s0 | 0  | .25 | .25 | .25 | .25 | 1        |

Potensseilla painotetut vektorit:

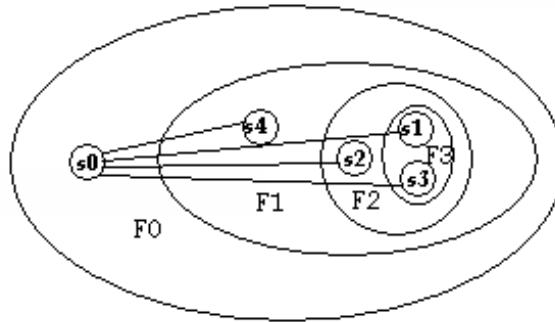
|    |   |     |     |     |     |
|----|---|-----|-----|-----|-----|
| LS | 0 | 0   | 0   | 0   | 0   |
| s0 | 0 | .25 | .25 | .25 | .25 |

Sarakesummat:

|    |   |     |     |     |     |
|----|---|-----|-----|-----|-----|
| s0 | 0 | .25 | .25 | .25 | .25 |
|----|---|-----|-----|-----|-----|

Selvemmäksi asia tulee, kun rva Y lähtee asioimaan.

Niin kuin tiedämme, rva Y:n kognitio on paljon jäsentyneempi ja sisältää useampia kenttiä (kuva 6.8). Kaikki rva Y:n tuntemat ruokalajit (varsinkin kun hän on italialainen) eivät mitenkään mahdu kuvaan, joten vääristämme tilanteen käsittämään vain 4 ruokalajia. Mutta jo ne asettuvat asiantuntijan tietoisuudessa lukuisiin kenttiin.



Kuva 6.8 Rouva Y:n elämänkenttä ruokakaupassa graafina. Kentät ja tilavektori.

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| LS = F0 = {s0, s1, s2, s3, s4} | Pot(f0) = 0  |
| F1 = {s1, s2, s3, s4}          | Pot(F1) = .5 |
| F2 = {s1, s2, s3}              | Pot(F2) = .4 |
| F3 = {s1, s3}                  | Pot(F3) = .1 |
|                                | Summa = 1    |

Tilavektorit ennen painotusta potensseilla:

|      | s0 | s1  | s2  | s3  | s4  |
|------|----|-----|-----|-----|-----|
| F0s0 | .2 | .2  | .2  | .2  | .2  |
| F1s0 | 0  | .25 | .25 | .25 | .25 |
| F2s0 | 0  | .33 | .33 | .33 | 0   |
| F3s0 | 0  | .5  | 0   | .5  | 0   |

Potensseilla painotetut tilavektorit:

|      | s0 | s1   | s2   | s3   | s4   | Potenssi: |
|------|----|------|------|------|------|-----------|
| F0s0 | 0  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0         |
| F1s0 | 0  | .125 | .125 | .125 | .125 | .5        |
| F2s0 | 0  | .133 | .133 | .133 | 0    | .4        |
| F3s0 | 0  | .05  | 0    | .05  | 0    | .1        |

Summat eli koko systeemin tilavektori:

|   |      |      |      |      |              |
|---|------|------|------|------|--------------|
| 0 | .308 | .258 | .308 | .125 | Summa = .999 |
|---|------|------|------|------|--------------|

Rouva Y suosii siis ruoka-aineita s1 ja s3.

### 6.2.2 *Attraktio, asenne ja arvot elämänkentän muotoajina*

Chalmers on sillä kannalla, että elämykset ovat kokonaan oma maailmansa, jolla ei ole mitään yhteyksiä tietoisuuden varsinaiseen dynamiikkaan. Se tuntuu olevan liian ankara kanta ja vastoin itsehavaintojen antamaa tietoa. Voimme päinvastoin huomata, että on elämyksiä, jotka synnyttävät elämänkenttään osakenttiä ja siten vaikuttavat ratkaisevasti tilavektoriin.

Kentät, joilla on positiivinen valenssi, voidaan nähdä kolmena pääajina:

- 1) *Attraktiokentät*, jotka syntyvät määrättyihin tiloihin liittyvistä subjektin positiivisista kokemuksista – havainnon tai päätelmien kautta.
- 2) Sosiaalisessa kommunikaatiossa – lähinnä suggestion ja joukko-suggestion kautta – syntyvät *asennekentät*.
- 3) *Arvokentät*, joiden voi ajatella syntyvän siten, että subjekti kokee eräät tilat tavoittelemisen arvoisiksi – riippumatta siitä, tuottavatko ne (välittömästi) miellyttäviä kokemuksia vai ei.

Asian havainnollistamiseksi sopii pieni ajatuskoe.

A) ”*Tavallinen tallaja*” T<sup>+</sup>T ja ”*Snobi*” hiekkarannalla

Kuvitellaan eräänlaisena ajatuskokeena ”tavallisen tallajan” kesäpäivän viettoa tilanteena, joka kertoo tietoisuuden tilavektorin synnystä attraktio- ja repulsiokenttien vaikutuksesta.

Tarkastelemme seuraavia 4 tilaa, jotka esiintyvät tilavektorin elementteinä:

- s0 = päättämättömyystila
- s1 = auringonotto uimarannan kuumalla hiekalla
- s2 = oleileminen uimarannalla
- s3 = arvokkaita tietoja sisältävän kirjan lukeminen puun varjossa

Nämä sisältyvät kaikki elämänkenttään F0, mutta päätöksentekotilanteessa on vaikuttamassa myös kolme kenttää, joihin kuhunkin sisältyy osa tiloista:



- $F1 = \{s1\}$  ”attraktiokenttä”  
 (nautin auringonotosta)  
 $F2 = \{s1, s2\}$  ”asennekenttä”  
 (”cosi fan tutte”: teen näin, koska kaikki niin tekevät)  
 $F3 = \{s3\}$  ”arvokenttä”  
 (on arvokasta lomanviettoa lukea hyvää kirjaa)

DPM:n mukaisesti on ajateltava, että näistä kentistä summautuu päätöksentekotilanne aktuaaliseen elämänkenttään LS. Kukin kenttä tuottaa systeemin tilavektorin yhden komponentin, jotka on kenttien potensseilla painotettuna laskettava yhteen kokonaistiavektoriksi. (Potenssien summan tulee olla 1, jolloin ei tarvita normeerausta.)

Seuraavassa esitetään TT:n eli ”tavallisen tallaaajan” tilavektorin synty kenttävektoreista:

|                    | TT  |     |     |     |          |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
|                    | s0  | s1  | s2  | s3  | Potenssi |
| F0                 | .25 | .25 | .25 | .25 | 0        |
| F1                 | 0   | 1   | 0   | 0   | .5       |
| F2                 | 0   | .5  | .5  | 0   | .3       |
| F3                 | 0   | 0   | 0   | 1   | .2       |
| Painotetut summat: |     |     |     |     |          |
| F0                 | 0   | 0   | 0   | 0   |          |
| F1                 | 0   | .5  | 0   | 0   |          |
| F2                 | 0   | .15 | .15 | 0   |          |
| F3                 | 0   | 0   | 0   | .2  |          |
| Summa:             | 0   | .65 | .15 | .2  | = 1.00   |

Tämä Summa-vektori on se kognitiivinen superpositiotila, jossa olemme subjektin olevan päätöstä tehdessään. Suurin todennäköisyys .65 on tilalla s1 (auringonotto).

*Snobi:* Edelliseen voidaan verrata oletettua ”snobin” elämänkenttää, jossa kentät ja potenssit voisivat olla seuraavanlaiset. Olla ”snobi” merkitsee tässä sitä, että asenteena on välttää kaikkea, mitä muut tekevät, joten kenttä F2 – ”cosi fan tutte” – on repulsiivinen. Joudumme siis ottamaan F2:n tilalle kentän ei-F2, joka määritellään:

$$ei-F2 = \{s0, s3\}.$$

|       | s0  | s1  | s2  | s3  | Potenssi |
|-------|-----|-----|-----|-----|----------|
| F0    | .25 | .25 | .25 | .25 | 0        |
| F1    | 0   | 1   | 0   | 0   | .1       |
| ei-F2 | .5  | 0   | 0   | .5  | .6       |
| F3    | 0   | 0   | 0   | 1   | .3       |

Kenttien potensseilla painotetut kenttävektorit ja niiden summat:

|        |    |    |    |           |
|--------|----|----|----|-----------|
| F1     | 0  | .1 | 0  | 0         |
| ei-F2  | .3 | 0  | 0  | .3        |
| F3     | 0  | 0  | 0  | .3        |
| Summat | .3 | .1 | .0 | .6 = 1.00 |

”Summat” on ”Snobin” elämänkentän tilavektori.

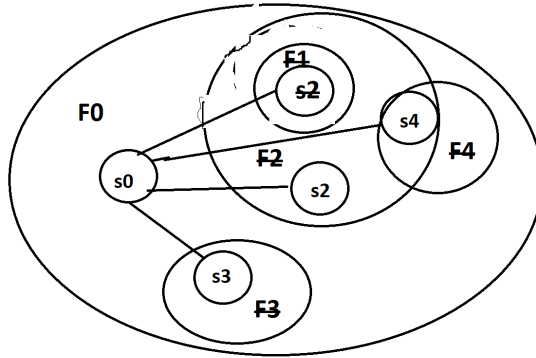
Tämä ”Snobin” päätöksenteon superpositio on nyt siis se, että hän melko suurella todennäköisyydellä ryhtyy lukemaan kirjaa mutta ei siksi, että se olisi yhtään houkuttelevampaa hänelle (.6) kuin TT:lle (.2), vaan siksi, että hän asenteellisesti välttää toisten tavalla tekemistä eli kentän F2 tiloja s1 ja s2.

B) ”*Tavallinen tallaja*” ja *neiti Dalian* ilmestyminen

Kenttäkuvaus tuottaa tilavektorin tietynä hetkenä tai pitkänäkin kognitiivisen toiminnan jaksena. Tietoisuuden tapahtuma (sisäinen tai ympäristömuutoksen aiheuttama) voi suurestikin muuttaa aktuaalista elämänkenttää. Siihen syntyy jokin uusi elementtitila ja/tai uusi kenttä. Esimerkiksi TT:n elämänkenttään hiekkarannalla voi ilmaantua kaunisvartalainen neiti Dalia, joka pukeutuneena kullanhoitoiseen, muotojen mukaisesti läikehtivään uimapukuun ”mullistaa kaiken”.

Filosofian kannalta on tärkeää todeta, että jokainen muutos elämänkentässä on aina kokonaisvaltainen: kaikki muuttuu – enemmän tai vähemmän. Tämä käy ilmi ajatuskokeen jatkamisesta spekuloidulla, minkälaisen muutoksen neiti D:n ilmaantuminen voisi saada aikaan, esim.:

Olkoon uusi elementtitila s4 uudessa kentässä F4, joka = {s4} ja sijoituu kentän F2 sisään (”Teen näin, koska kaikki niin tekevät”). Tila s4 = ”D:n läheisyys” (Kuva 6.8)



Kuva 6.8 Graafikuvaus ”Tavallisen Tallaajan” elämäkentästä hiekkarannalla neiti Dalian ilmestyessä siihen.

Kuvassa 6.8 ovat  $s_0, s_1, \dots, s_4$  tilavektorin elementtitiloja, kun  $s_0$  on lähtötila. (Kuvassa virhe: ylempi  $s_2$ , po.  $s_1$ .) – Edellä on jo nimetty tilat:  $s_0$  = päättämättömyystila;  $s_1$  = auringonotto uimarannan kuumalla hiekkalla;  $s_2$  = oleileminen uimarannalla;  $s_3$  = arvokkaita tietoja sisältävän kirjan lukeminen puun varjossa. Näihin on nyt lisättävä  $s_4$  = ”D:n läheisyys”. (Luonnollisesti hiekkarannalla on muitakin, mutta tietoisuusdynamiiikan kannalta siinä määrin hohdottomia, että voimme pitää heitä irrelevantteina.)

$T^*T$ :n elämäkenttä matriisina:

|    | $s_0$ | $s_1$ | $s_2$ | $s_3$ | $s_4$ | Potenssi |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| F0 | .2    | .2    | .2    | .2    | .2    | 0        |
| F1 | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | .1       |
| F2 | 0     | .33   | .33   | 0     | .33   | .2       |
| F3 | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | .1       |
| F4 | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | .6       |

Painotetut vektorit:

|    |   |     |     |    |     |
|----|---|-----|-----|----|-----|
| F0 | 0 | 0   | 0   | 0  | 0   |
| F1 | 0 | .1  | 0   | 0  | 0   |
| F2 | 0 | .07 | .07 | 0  | .07 |
| F3 | 0 | 0   | 0   | .1 | 0   |
| F4 | 0 | 0   | 0   | 0  | .6  |

Summat eli  $T^*T$ :n elämäkentän tilavektori:

|   |     |     |    |     |             |
|---|-----|-----|----|-----|-------------|
| 0 | .17 | .07 | .1 | .67 | Summa= 1.01 |
|---|-----|-----|----|-----|-------------|

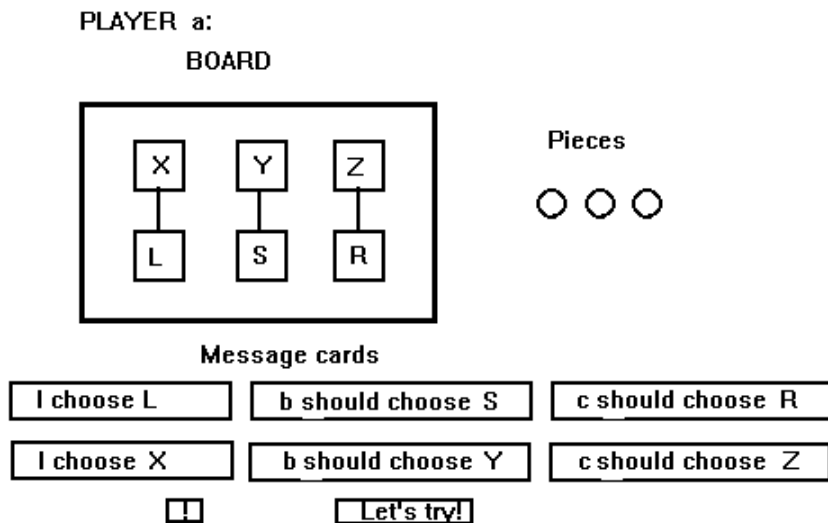
Tilavektorin luvut kertokoot tarinan onnellisen lopun. (”Snobin” osalta tilanne on toinen, sille hänen elämäkenttäänsä ei mitään uutta kenttää muodostu D:n ilmaantumisen mukana – näin sanoo intuitio.)

### 6.3 Tietoisuuden kenttäteorian kokeellinen sovellus. Ryhmäsoikkelo -koe (Group Maze)

Ryhmäsoikkelo -koe (Group Maze) on usean yksilön probleemanratkaisutehtävä, joka on laadittu nimenomaan sitä silmällä pitäen, että tiukasti kontrolloiduissa olosuhteissa tapahtuva viestintä yksilöitten kesken antaisi mahdollisuuden päätellä, millainen kognitioprosessi siihen on johtanut.

#### 6.3.1 Koejärjestely

Kokeessa on mukana 3 koehenkilöä, jotka istuvat eristetyissä kopeissa nähdessään vain kokeenjohtajan. Kullakin on edessään kuvassa 6.10 näytetty pelipöytä, yksi oma nappula ja kaksi merkitsemisnappulaa sekä viestintäkortit:



Kuva 6.10 Pelipöytä ja viestintäkortit

Suomeksi:

Pelaaja a

Pelipöytä

Nappulat

Viestintäkortit

Valitsen L:n

b:n valittava S

c:n valittava R

Valitsen X:n

b:n valittava Y

c:n valittava Z

!

Yritetään!

Kokeenjohtaja antaa seuraavalaisen *instruktion*:

"Tämän tehtävän tarkoituksena on tutkia, miten kolmen henkilön ryhmä ratkaisee yhteisen tehtävän. Tätä peliä varten kullakin teistä on käytettävissä pelilauta ja kolme nappulaa. Sinä olet pelaaja A, sinä B ja sinä C. Jokaisella pöydällä on kuusi paikkaa, jotka on merkitty L, S ja R alarivillä ja ylärivillä X, Y ja Z. Kullakin on valittavanaan omalle nappulalleen kaksi paikkaa: A:lla L tai X, B:llä S tai Y ja C:llä R tai Z. Pelissä kukin valitsee omalle nappulalleen jommankumman näistä paikoista. Näiden valintojen *yhdistelmä* tulee olemaan *ryhmän yritys*.

Käyttäkää muita kahta nappulaa toisten pelaajien valintojen merkitsemiseen pelilaudallenne. Se helpottaa muistamaan, mitkä valinnat toiset ovat tehneet. Kun teette valinnan, kertokaa se minulle näyttämällä sitä korttia, jossa on oma valintanne. Te voitte lähettää myös toisillenne viestejä siitä, mitä toisen tai toisten tulisi valita. Mutta ennen kuin esitän sen tarkemmin, kerron pistelaskutavasta.

Sen jälkeen, kun te kaikki olette tehneet valintanne ja hyväksyneet sen, ilmoitan, onnistuuko yritys vai ei. Jos se onnistuu, ryhmä saa pisteitä sen mukaan, kuinka monta nappulaa nyt on ylärivillä. Jos se epäonnistuu, tilanne jää ennalleen.

Kuten sanoin, voitte lähettää myös viestejä toisille niillä korteilla, joita teillä on edessänne. Aina tulee näyttää kortti, joka ilmoittaa oman valinnan, mutta sen lisäksi – jos haluatte -- yhden tai kaksi korttia, jotka kertovat, mitä mielestänne toisen tai molempien muiden tulisi valita. Voitte siis viestittää yhdellä kahdella tai kolmella kortilla. Viestitysvuoron pyydätte kohottamalla huutomerkkikortin.

Voitte viestittää."

Sitä mukaa, kun koehenkilöt nostavat korttejaan, kokeenjohtaja lukee niiden sisällön neutraalilla äänellä. Kun kaikki ovat lähettäneet ensimmäisen viestinsä, kokeenjohtaja antaa jatkoinstruktion:

"Jokainen on nyt lähettänyt viestinsä valinnastaan. Voitte nyt päättää, voiko mielestänne yritys tapahtua siinä muodossa kuin kukin on valinnostaan kertonut vai haluatteko jatkaa viestittämistä. Jos hyväksytte yrityksen tässä muodossa, nostatte kortin 'Yritetään!', muussa tapauksessa jatkatte muulla tavalla viestittämistä."

Kun kaikki kolme peräkkäin ovat viestittäneet "Yritetään!"-kortilla, kokeenjohtaja jatkaa instruktiota:

"Nyt tapahtuu *ryhmän yritys*. Nappulanne ovat siis asemassa . . . " Kj. ilmoittaa, esim. LYZ. "Tämä on yrityksenne. Se onnistuu." (Jos yritys olisi XYZ, kj. ilmoittaisi sen epäonnistuneen.)

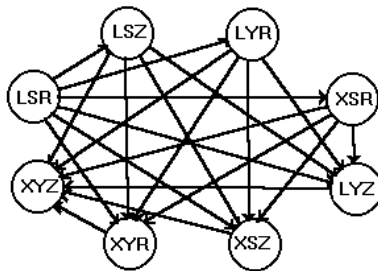
Onnistumistapauksessa kj. jatkaa:

"Yritys onnistuu. Uusi tilanne on siis... Ryhmä saa siitä . . . pistettä. Peli jatkuu tästä tilanteesta. Jos seuraava yritys onnistuu, ryhmä saa pisteitä sen mukaan, kuinka monta nappulaa tulee olemaan ylärivillä. Jos se epäonnistuu, nykyinen tilanne jatkuu ja ryhmä saa pisteitä sen mukaan, että tässä tilanteessa on ylärivillä . . . nappulaa."

Epäonnistumistapauksessa kj. jatkaa:

"Jatketaan tilanteesta, jossa nyt ollaan. Ryhmä sai siis tältä yritykseltä...pistettä."

Kokeenjohtaja ratkaisee kunkin yrityksen onnistumisen hallussaan olevan *ryhmäntehtävää kuvaavan graafin* mukaan. Graafissa on kuvattuna ryhmän kaikki valintayhdistelmät ja mitkä siirtymät ovat sallittuja, mitkä eivät (kuva 6.11).



The task graph.  
(The arrows indicate the possible transitions)

Kuva 6.11 Ryhmänsokkelo-tehtävä ("graafikartta" reaalitytilanteesta).  
Nuolet kertovat, mitkä siirtymät onnistuvat.

Kun ryhmä on päässyt tilanteeseen XYZ, kj. ilmoittaa, että ryhmä voi nyt luonnollisesti yrittää pysyä tässä tilanteessa ja se onnistuu aina. Siispä ryhmä saa lopuista yrityksistä kustakin 3 pistettä eli yhteensä . . . pistettä, koska yrityksiä olisi ollut vielä . . . käytettävissä. Sen jälkeen hän ilmoittaa palattavaksi alkuasemaan LSR ja jatkamaan siitä.

Koetta tehtiin ryhmälle tavallisesti 6 kertaa (alkuasemasta LSR tilaan XYZ).

### 6.3.2 Diskreetin prosessimallin soveltaminen ryhmänsokkelotehtävään

Mielenkiinto kohdistuu nyt varsinaisesti siihen, miten tilavektorin synty voidaan ymmärtää diskreetin prosessimallin valossa. Perusolettamus – ja sitä empiiriset tulokset vahvistavat – on se, että pelaajat kognitiossaan hahmottavat kokonaisvaltaisesti *tilojen kombinaatiota* ja valitsevat niistä. Siten pelin alussa kunkin pelaajan tilavektori saa seuraavan muodon:

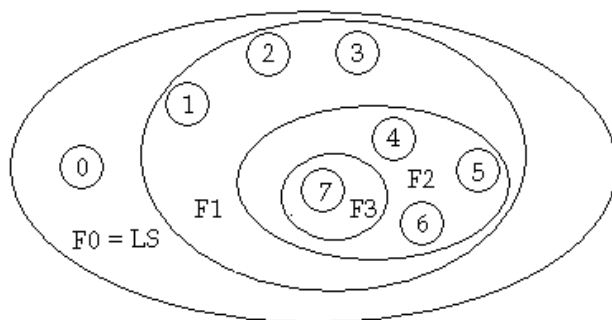
| Kombinaatiot         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| LSR                  | LSZ             | LYR             | LYZ             | XSR             | XSZ             | XYR             | XYZ             |
| 0)                   | 1)              | 2)              | 3)              | 4)              | 5)              | 6)              | 7)              |
| LSR: p <sub>00</sub> | p <sub>01</sub> | p <sub>02</sub> | p <sub>03</sub> | p <sub>04</sub> | p <sub>05</sub> | p <sub>06</sub> | p <sub>07</sub> |

Voidaan lähteä siitä, että tämä vektori on alkutilanteessa homogeeninen, mutta muuttuu hahmotuksen jäsentymisen myötä nopeasti kenttävektoreitten vaikutuksen seurauksena epähomogeeniseksi.

### 6.3.3 Ryhmänsokkelotehtävän kenttien vaikutus tilavektoriin

Luonnolliset attraktiiviset kentät ryhmänsokkelotehtävässä ovat ne, joihin tilakomponentit sijoittuvat sen mukaan, missä määrin ne antavat ryhmälle pisteitä siinä tapauksessa, että ryhmän yritys onnistuu ja ao. tilaan päästään. Näin syntyy 4 eri kenttää:

|                                                                              |                        |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| F0: kaikki tilat (= LS eli Life Space)                                       | 0 pistettä             |
| F1: kaikki muut paitsi alkutila s <sub>0</sub>                               | 1 piste tai enemmän    |
| F2: tilat s <sub>3</sub> , s <sub>5</sub> , s <sub>6</sub> ja s <sub>7</sub> | 2 pistettä tai enemmän |
| F3: tila s <sub>7</sub>                                                      | 3 pistettä             |



Kuva 6.12 Ryhmänsokkelotesti. Tilojen sijainti kentissä

Kuvassa 6.12 näkyvät tilojen sijoittumiset kenttiin. Kentät sisältyvät toisiinsa eli ovat subsumptiosuhteessa seuraavalla tavalla:

F3

sub F2 sub F1 sub F0

Tämä merkitsee sitä, että kaikki F3:een sisältyvät alkio (tässä: tilat) sisältyvät myös kenttään F2, edelleen kentän F2 tilat F1:een jne. Tarkastelemme nyt jokaisen kentän *erikseen* tuottamaa tilavektoria. Siten esimerkiksi taulun 6.1 ylin rivi näyttää tilavektorin, jos esiintyisi pelkästään elämänkenttä F0 – jonka potenssi olisi siis 1. Vastaavasti taulun toinen rivi näyttää tilavektorin, jos esiintyisi vain kenttä F1; sen potenssi olisi 1 ja elämänkentän 0. Niin edelleen. – Näitä taulussa 6.1 kuvattuja vektoreita nimitämme kentän *perusvektoreiksi*.

Taulu 6.1 Kenttien perusvektorit

|      | Tilat |      |      |      |      |      |      |       |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
|      | s0    | s1   | s2   | s3   | s4   | s5   | s6   | s7    |
| F0s0 | (.125 | .125 | .125 | .125 | .125 | .125 | .125 | .125) |
| F1s0 | (0    | .143 | .143 | .143 | .143 | .143 | .143 | .143) |
| F2s0 | (0    | 0    | 0    | .25  | 0    | .25  | .25  | .25)  |
| F3s0 | (0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1)    |

Kentillä on kuitenkin erilainen attraktio siitä johtuen, että niihin pääsemisestä saa eri määrän pisteitä. Kenttien *potenssit* ilmaisevat tätä suhteellista attraktiota. (Potenssit ovat siis kenttien attraktion painokertoimia. Niiden summa on 1.)



Asetamme kenttien potensseiksi ryhmäsokkelotehtävässä:

$$\text{PotF0} = 0$$

$$\text{PotF1} = .07$$

$$\text{PotF2} = .23$$

$$\text{PotF3} = .70$$

Näiden lukujen valinnalle ei ole muuta varsinaista perustetta kuin se, että ne toimivat hyvin laskettaessa estimaatteja empiirisille tuloksille. Huomattakoon kuitenkin säännönmukaisuus: Kahden pisteen kentän potenssi on noin 3 kertaa yhden pisteen kentän potenssi, ja kolmen pisteen kenttä noin kolme kertaa kahden pisteen kentän potenssi.

Kaikkien kenttien yhteisvaikutus saadaan nyt kertomalla kenttien perusvektorit niiden potensseilla. Näin saadut potensseilla painotetut kenttien perusvektorit lasketaan yhteen ja saadaan kenttien vaikutuksen mukainen koko kognition *tilavektori*. (taulu 6.2)

|     | s0    | s1   | s2   | s3   | s4   | s5   | s6   | s7    |
|-----|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| F0  | (.125 | .125 | .125 | .125 | .125 | .125 | .125 | .125) |
| F1  | (0    | .143 | .143 | .143 | .143 | .143 | .143 | .143) |
| F2  | (0    | 0    | 0    | .25  | 0    | .25  | .25  | .25)  |
| F3s | (0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1)    |

Potensseilla painotetut kenttien perusvektorit

|                     | s0 | s1  | s2  | s3  | s4  | s5  | s6  | s7   | PotF |
|---------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| F1                  | (0 | .01 | .01 | .01 | .01 | .01 | .01 | .01) | .07  |
| F2                  | (0 | 0   | 0   | .05 | 0   | .05 | .05 | .05) | .23  |
| F3                  | (0 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | .7)  | .70  |
| Summat:             | (0 | .01 | .01 | .06 | .01 | .06 | .06 | .76) |      |
| Summien summa = .97 |    |     |     |     |     |     |     |      |      |

*Taulu 6.2 Kenttien perusvektorit*

”Summat”-vektori on koko elämäkentän tilavektori.

Huomautus: Vektori F0 on jätetty pois viimeisestä laskelmasta, koska sen potenssi olisi 0 ja painotettu perusvektori koostuisi siis pelkistä 0:ista.

Edellä on laskutoimituksessa käytetty yksinkertaista tietä: kenttien, potensseilla painotetut, perusvektorit on laskettu yhteen. Sama tulos olisi

saavutettu myös toista tietä: olisi laskettu osakenttien ja elämäkentän väliset interferenssivektorit ja ne potensseilla painotettuina yhteen ja lopuksi normeerattu näin saatu vektori<sup>80</sup>. Jos näin on yleisesti, se merkitsee, että osakenttien vaikutus tapahtuu siten, että *osakentät lomittuvat elämäkentän kanssa*. Miten vahvaa tämä vaikutus kunkin osakentän osalta on, sen määrää kentän potenssi – eli siis kentän attraktio. (*Repulsio* voidaan yksinkertaisesti käsitellä laskennassa tarkastelemalla RepF-kentän sijasta Ei-RepF -kenttää eli sitä kenttää, jonka muodostavat RepF-kentän ulkopuolelle jäävät elämäkentän tilat. Ei-RepF on attraktiivinen.)

### 6.3.4 Simulointimallin osuvuus ("goodness-of-fit")<sup>81</sup>

Simuloinnin "osuvuus" tarkoittaa sitä, missä määrin sen tulokset vastaavat empiirisiä, kokeissa saatuja tuloksia. Taulussa 6.3 esitetään 71:stä kokeesta saadut ryhmien tekemien virheellisten yritysten keskiarvot kullakin pelijaksolla, joita on kuusi. (Pelijakso alkaa alkutilanteesta LSR ja päättyy tilanteeseen XYZ.) Lisäksi taulussa on esitetty virheitten hajonnat kullakin jaksolla.

Helposti on nähtävissä, että empiiriset ja simuloidut virhemäärät poikkeavat varsin vähän toisistaan. Samoin hajonnat ovat jopa hämmästyttävän samansuuruiset.

|                                 | Virheet     |      |      |     |     |     |
|---------------------------------|-------------|------|------|-----|-----|-----|
|                                 | Pelijaksot: |      |      |     |     |     |
|                                 | 1           | 2    | 3    | 4   | 5   | 6   |
| Empiiriset:                     | 4.0         | 1.7  | 1.1  | .51 | .42 | .16 |
| Simuloidut:                     | 3.95        | 1.84 | 1.08 | .47 | .34 | .31 |
| Hajonnat (standard deviations): |             |      |      |     |     |     |
| Empiiriset:                     | 2.8         | 2.0  | 1.6  | .80 | 1.0 | .28 |
| Simuloidut:                     | 2.86        | 2.28 | 1.75 | .92 | .87 | .76 |

*Taulu 6.3 Ryhmänsokkelotehtävä. Ryhmän virheeseen johtaneet yritykset kuudella pelijaksolla ja vastaavat simuloinnin tulokset.*

<sup>80</sup> Rainio (2008, s.87)

<sup>81</sup> Rainio (2008, s. 33)

Mallin osuvuus on siis erittäin hyvä, mutta on muistettava, että tämä ei vielä takaa, että moitteettomasti tilastollisesti laskettu pätevyys eli validiteetti olisi korkea. Mallin rakentamisessa on nimittäin käytetty hyväksi saatuja empiirisiä tuloksia ja siten ikään kuin ”sovitettu” malli niihin. Pätevyys selviäisi yksinkertaisesti toistokokeessa – joskin se taas edellyttäisi täysin samoja olosuhteita ja samankaltaista koehenkilöjoukkoa (aloittelevia ylioppilaita – kuten aina).

Ylipäänsä se, että jokin filosofisesti merkitsevä eksakti teoreettinen malli on kokeellisesti tutkittavissa, on kokonaisvaltaisessa tietoisuuden tutkimuksessa tuiki harvinaista. Yleensä tyydytään ajatuskokeisiin.

Tutkijaa onnistunut empiirinen tutkimus rohkaisee rakentamaan edelleen ajatteluaan teoriansa perustalle.

Diskreetin prosessimallin mukaisesti kuvattuina voitaisiin tuoda esiin vielä lukuisasti psykologisia erityiskysymyksiä – esimerkiksi *oppimisen psykologiaa*. Tässä voidaan sanoa vain viittauksena, että yritys-erehdysoppimisessa (trial and error) palkitsevan tuloksen tuottaman onnistumisen elämyksen katsotaan tuottavan elämänkenttään uuden kentän L (learning), johon kuuluu yksi (palkitseva) tila tai mahdollisesti myös osa tavoitteeseen viennyt polku. L-kenttä vaatii oman potenssinsa, joka siten pienentää muiden kenttien potensseja. Näin oppiminen tulee vaikuttaneeksi *koko* elämänkenttään.

Näin siis *tietoisuus-systeemin elämänkentän tilavektori muotoutuu osakenttien attraktion tuottamana*.

Kuudessa luvussa olemme nyt tarkastelleet Olevaista laajentaen näiivin realismin näkemystä kvanttiteorialla. Laajennus ei ole ollut vain ”vanhan fysiikan” avartamista ”uudeksi fysiikaksi” materian taustalla piilleen kvanttimekaniikan avulla. Näkökulmamme on tosiasiaassa ollut paljon laajempi. Käyttämämme teorialuonnos on ollut *diskreetti prosessimalli*, joka ei mitenkään viittaa pelkästään materiaan vaan yleisesti systeemien prosesseihin. Juuri sellaisena se on ollut suhteellisen helposti sovitettavissa myös tajunnan ilmiöihin. Onhan näin saatu näiivin realismin ja fysikalismen pahimmat kivet ja kannot raivatuiksi sivuun etsijän tieltä.

Etsijän tien vierellä aine (ja energia – vaikka siitä ei näillä sivuilla ole hiiskahdettukaan) kummittelevat kuitenkin yhä jonkinlaisessa olemisen

valta-asemassa. Ja se saa meidät kysymään – kun kerta kysyä saa: *Onko kenties jotakin perustavanlaatuisempaa, fundamentaalisempaa kuin materia?* – Muita kuin materiasysteemejä *on*, sen me jo tiedämme, mutta onko tuo ”jokin” *fundamentaalista* – ja jos on, niin mitä.

Vastaaminen vaatii uuden lukunsa.

## LUKU 7

### Kohti paradigman muutosta. Informaatioteoriasta ja -filosofiasta

Informaation ei tarvitse olla ainoastaan sitä, mitä me opimme maailmasta. Se saattaa olla sitä, mikä TEKEE maailman.<sup>82</sup>

John Archibald Wheeler

#### 7.1 Paradigmasta poikkeavan tutkijan osa

Kun Arto Annilan kirja ”Kaiken maailman kvantit”<sup>83</sup> oli ilmestynyt (2019), Tarja Kallio-Tamminen<sup>84</sup> kirjoitti siitä arvioinnin, jossa hän tuo selvästi esille vallitsevasta paradigmasta poikkeavan tutkijan aseman tieteen valtavirtauksen kontrolloivassa otteessa – mikä osaltaan selittää uuteen paradigmaan siirtymisen vaikeuden – nyt ja historian vaiheissa. Hän kirjoittaa<sup>85</sup>:

”...Yrittäessään falsifioida tapahtumisen peruseriaa mitä moninaisimmissa yhteyksissä, biofysiikan professori astui oman erikoisalansa ulkopuolelle. Poikkitieteellinen ja kokonaisvaltainen tutkimusote johti kymmeniin innovatiivisiin julkaisuihin hiukkasfysiikasta kosmologiaan. Hän ei aavistanut sitä problemaattiseksi yhteisössä, jossa oli totuttu teoreettisen fysiikan yksityiskohtien tutkimiseen...”

”Ontologia ei ole kuitenkaan muodissa abstraktia matemaattista mallintamista suosivan nykyfysiikan piirissä. Todellisuuden

---

<sup>82</sup> Information may not be just what we learn about the world. It may be what makes the world.

<sup>83</sup> Annila, Arto: Kaiken maailman kvantit. Luonnontieteen maailmankuvan tarkistus. Vastapaino 2019. 472 s.

<sup>84</sup> Tarja Kallio-Tamminen on väitellyt kvanttifysiikasta 1990-luvulla ja on pitkäaikainen LFS:n jäsen. Hän on Tuomo Suntolan työtoveri Physics Foundations Society -yhdistyksessä.

<sup>85</sup> Kallio-Tamminen (2020)

perimmäistä luonnetta ei yleensä edes kysytäkään, kun standardimallit eivät tarjoa siihen selkeitä vastauksia. Yhtenäinen ymmärrettävä todellisuuskäsitys katosi fysiikasta jo 1900-luvun alussa suhteellisuusteorian ja kvanttimekaniikan myötä. Erilaisten perusoletustensa takia näitä modernin fysiikan tärkeimpiä teorioita ei ole saatu mahtumaan samaan käsitteelliseen viitekehykseen.”

”... Jos joku pystyisikin löytämään tosiasioihin perustuvan selkeän ontologisen kuvauksen, joka ymmärrettävällä tavalla kuvaisi kokonaisuuden kehitystä, asia ei etene ilman fyysikkoyhteisön vahvistusta.”

”...Omien erikoisaloihinsa keskittyvät specialistit saattavat kuitenkin edustaa Thomas Kuhnin kuvaamaa ’normaalitiedettä’. He pitäytyvät vallitsevaan paradigmaan, eivätkä perustavanlaatuisista ongelmista huolimatta näe tarvetta sen uudistamiseen. Kollektiivisen epäuskon myötä oikeana pidetystä opista poikkeavat ajatukset voidaan niitä sen tarkemmin tutkimatta näiä ylimielisesti ohittaa.”

”Uudistajan osa on epäkiitollinen, vaikka tosiasioita vastaava ehjä ja ymmärrettävä maailmankuva olisi globaalien haasteiden ratkaisemiseksi enemmän kuin tarpeen. ... Sen sijaan, että uusien tulosten ymmärtämiseksi oltaisiin valmiita tarkastelemaan kriittisesti teorioiden perusteita, niitä tyydytään kerta toisensa jälkeen paikkaamaan keksityillä apuhypoteeseilla, kuten pimeällä aineella ja pimeällä energialla. Oikeassa olemisen hybriksessä toisinajattelijat pyritään systemaattisesti vaientamaan. Valtavirrasta poikkeava tuotteliass professori sai Helsingin yliopistostakin säästötoimiin vedoten lähteä.”

Tuomo Suntola, nerokas suomalainen tutkija, joka sai Millennium-palkinnon v. 2018 (mutta ei suinkaan tärkeästä päätyöstään, kehittämässään Dynaamisen Universumin teoriasta vaan atomikerroskasvatusteknologian kehittämisestä eli ”älykkään teknologian mahdollistamisesta”), on kuvannut fysiikan ja kosmologian nykytilaa ja kokemuksiaan tiedeyhteisössä Futura-lehdessä 2/20 julkaistussa artikkelissaan:

”Luonnontieteet ovat empiirisiä teorioita, joissa luonnonilmiöiden kuvaaminen perustuu ensisijaisesti havainnoista tehtyihin päätelmiin. Empiirisyyden voimakas painotus korostaa ennusteiden tarkkuutta tieteellisen teorian hyvyyskriteerinä, mikä nopean kehityksen vaatimuksena on johtanut siihen, että teorioita parannetaan lisäolettamuksin ja variaabelein mieluummin kuin lähdetään etsimään syitä koko prosessiin.

Perinteinen Occamin partaveitsi, joka painottaa teorian yksinkertaisuutta, ymmärrettävyyttä ja käytettyjen olettamusten vähyyttä, jää silloin toissijaiseksi.”

Tämän jälkeen Suntola kertoo kokemuksistaan Dynaamisen Universumin teorian (DU) esittämisessä ja julkaisemisessa:

”DU:n vastaanotto on jyrkästi jakautunut. Vanhoihin teorialakenteisiin sitoutunut tiedeyhteisö torjuu DU:n lähtökohdat ”oikeaksi todistettujen” teorioiden vastaisina, vaikka DU tuottaa yhtenäisteorian viitekehysten ja ennusteet, jotka ovat vähintään yhtä tarkkoja kuin nykyisten teorioiden vastaavat ennusteet. Fysiikan kansainvälisen ammattilehdistön toimittajat torjuvat DU:n julkaisemisen ilman vertaisarviointiprosessia, koska se perustuu ’spekulatiivisiin lähtöolettamuksiin’, astrofysiikan lehdet, ’koska se ei perustu yleisesti hyväksyttyyn fysiikkaan’.

Yksilötasolla tilanne on toinen: ne, joita ohjaa aito halu ymmärtää, ovat ottaneet DU:n vastaan tavalla, josta paluuta ei ole.”

## 7.2 Mikä on fundamentaalista?

Noin sata vuotta on kulunut siitä, kun kvanttimekaniikka kaikkine ous- touksineen alkoi muuttaa maailmankuvaa fysiikassa ja astronomiassa. Yhä on havaittavissa jopa specialistien piirissä riippuvuutta ankaran fy- sikalistisesta maailmankäsityksestä. Sitä todistaa Suomen ensimmäisen fysiikan taustafilosofiasta väitelleen Tarja Kallio-Tammisen niinkin myöhään kuin vuonna 2020 julkaisema arviointi, jota edellä on sitee- rattu.

Tämän kirjan kuudessa luvussa on yritetty vapautua ajattelumme fy- sikalistisesta sidonnaisuudesta ja omaksua ontologia, jossa aineelliset ta- pahtumat esiintyvät rajatapauksina niitä rikkaammassa todellisuudessa. Kvanttisysteemien maailma on tullut näkyviin paljon laajempaan. – Itse asiassa ”ankaran tieteellinen” fysiikka ja sille rakentuva ontologia ovat jo yhtenä sivuvirtauksena omaksuneet perinteistä kvanttifysiikkaakin avaramman kannan: esimerkiksi informaatiofilosofinen suuntaus hyl- kää aineen ja energian Olevaisen fundamentaalisina objekteina ja tuo tilalle informaation olemassaolomme perustana.

Diskreetin prosessimallin viitekehyksessä informaatiofilosofia on ku- vattavissa yksinkertaisesti vastauksena kysymykseen: *Mitä pohjimmaltaan*

*on systeemin tilavektorin epähomogeenisuus?* (Sen homogeneisuuden merkityksen jo tunnemme: Se merkitsee ”tyhjää”. Tyhjästä meillä ei ole tietoa, joten on luonnollista, että sen informaatio on 0.)

Kvanttifysiikassa eräs ensimmäisiä informaatiofilosofian esiintuojia oli *John Archipal Wheeler* – sivumennen sanoen toisen maailmansodan aikana eräs Yhdysvaltain keskeisistä atominpommin kehittäjistä, myöhemmin tunnettu kekseliäistä, havainnollisista nimityksistä fyysikan löydöksille, kuten: ”musta aukko”, ”madonreikä” jne.

Tunnetuin ja vaikuttavin on ollut Wheelerin iskevä maksimi: ”It from bit”, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa, että kaikki on lähtöisin informaatiosta, kaikki perustuu informaatiolle (tarkemmin sanoen ns. Shannon-informaatiolle, tekniselle eli bitteinä mitattavalle informaatiolle).

### 7.3 Wheelerin ”It from bit” -doktriini

Kun tässä teoksessa puhutaan yleensä *informaatiosta*, on pidettävä mielessä, että kysymyksessä *ei ole* semanttinen informaatio – se, jonka viestin lähettäjä koodaa merkitykselliseksi sanomaksi, siirretään ja jälleen dekodataan vastaanottajan toimesta merkitykselliseksi sanomaksi. Miksi se ei tähän tarkasteluun sovi, käy ilmi seuraavasta huomautuksesta:

*Semanttisen informaation mittaamisen ratkaisematon ongelma:*

Semanttista informaatiota on viestiin sisältyvä väite, toteamus – oli se sitten totta tai ei – ilmaisu, jolla on merkitys.

Filosofiassa on yritetty etsiä mittaa semanttiselle informaatiolle. On esitetty, että sen määrästä kertoisi se, miten paljon se ”sulkee pois” vaihtoehtoisia mahdollisuuksia. – Jos siis Aatos kulkee ystävänsä Eevan kanssa metsäpolulla ja toteaa: ”Kas, lintu laulaa!”, paljonko tämä ”sulkee pois” vaihtoehtoja? No, ainakin ooppera-laulajat ja artistit, mutta myös kiljuvan sian, ammuva lehmän ja hirnuvan hevosen – kaikki sellaiset, jotka eivät ole lintuja ja sellaiset, jotka eivät laula, joukossa mm. kaikki tähtisumut. – Jos Eeva puolestaan toteaa, että laulaja on pensastasku, hän ”sulkee pois” edellisen lisäksi kaikki linnut, jotka eivät ole pensastaskuja, jopa kiivitaskutkin. Voidaan todeta, että Eevan antama informaatio (tarkemman artikulointinsa ansiosta) sisältää enemmän semanttista



informaatiota kuin Aatoksen, mutta *paljonko* enemmän, se on täysin mahdotonta sanoa: Aatoksen lähettämä informaatio on miltei ääretön miinus laulavat linnut, Eevan miltei ääretön miinus laulavat pensastaskut.

Yhtä hyvin kuin sanotaan semanttisen informaation ”sulkevan pois” vaihtoehtoja, voisi todeta, että se ”avaa näköaloja” – nimitäin järjestää uudelleen ja hahmottaa uudelleen merkitysten maailmaa.

Eräät, mm. Jaakko Hintikka, ovat lähestyneet semanttisen informaation mittaamisprobleemaa toisesta suunnasta: Hintikka on ehdottanut (ehkä leikkisästi), että mittana olisi informaatiosisällön *yläläytyksellisyys*, paljonko se hämmästyttää. – Italian radiossa esitettiin tietokilpailukysymys: ”Missä seuraavista valtioista luetaan joka päivä latinankieliset uutiset: Ranska, Englanti, Saksa, Suomi, Itävalta?” Kuulijat olivat ylen hämmästyneitä kuullessaan oikean vastauksen: Suomi. Se sisälsi kieltämättä paljon semanttista informaatiota – paljon enemmän kuin jos vastaus olisi ollut esimerkiksi Englanti – ”kaikkihan sen tietävät, että siellä opetetaan jopa kouluissa latinaa...”

Hintikan ehdotus on terävästi nähty, mutta miten tuota hämmästyksen muodossa esiintyvää semanttisen informaation määrää mitattaisiin? – Verenpaineen kohoamisellako? Ihon sähkönjohtavuuden nousulla? Itsehavaintoon perustuvalla kyselyllä? – Ei tunnu vakuuttavalta.

Lisäksi on huomattava, että yllättyminen on kovin yksilöllistä. On niitäkin, jotka kuullessaan vitsiviestin – ja sen lopussa yllätyksen, itse vitsin – ymmärtävät kyllä sen sisällön, mutta toteavat: ”Mitä ihmeellistä siinä on. C'est la vie<sup>86</sup>.”

Semanttinen informaatio on jätettävä ”kulttuurikeskustelun” teemaksi. Näin ollen se ei kuulu tämän teoksen piiriin, vaikka onkin kieltämättä osa Olevaista.

Eräät teoreetikot – mm. David Bohm – käyttävät tästä nyt esiin tulevasta informaation lajista (Shannon-informaatiosta) muotoa informaatio viitaten sanan alkumerkitykseen: ”muotoaminen”, muodon antaminen, järjestyksen luominen. *In-formaatio* on siis luonteeltaan tässä teknistä eli Shannonin informaatiota

---

<sup>86</sup> ”Sellaista on elämä.”

Modernit kvanttifyysikot ovat nostaneet esiin filosofisen kysymyksen, *mikä oikeastaan on fundamentaalista fysiikassa.*

John A. Wheeler on kuuluisan ”It from bit” –lausumansa muodossa antanut jokseenkin radikaalin vastauksen tähän kysymykseen<sup>87</sup>:

” ’It from bit’ symboloi sitä ideaa, että jokaisella fysikaalisen maailman oliolla on pohjimmaltaan... immateriaalinen lähde ja selitys; että se mitä me kutsumme todellisuudeksi pelkistyy viimeisessä analyysissä ”kyllä”- vai ”ei” -kysymyksiksi ja välineiden esiintuomiksi vastauksiksi; lyhyesti, kaikki fysikaaliset esiintymät ovat alkuperältään informaatio-teoreettisia ja tämä on *osallistumiselle avoin universumi.*”

David Chalmers esittää Wheelerin näkemyksen omassa artikkelissaan ”Facing up the Hard Problem of Consciousness”<sup>88</sup>:

”Wheeler (1990) on kantanaan esittänyt, että informaatio on perustavanlaatuisista (fundamentaalista) universumin fysiikalle. ’It from bit’ –doktriinin mukaan fysiikan lait voidaan esittää informaation termein olettamalla erilaisia tiloja, joilla on erilaisia vaikutuksia ilman että samalla sanottaisiin, mitä nuo tilat ovat. Jos niin on, informaatio on luonnollinen kandidaatti omaan rooliinsa myös tietoisuuden fundamentaalisessa teoriassa.”

Siis ainetta, energiamuotoja, ei tule ottaa todellisuuden rakennuselementeiksi vaan in-formaatio, jonka esiintymismuodoista ne ovat johdettavissa.

Näyttää siltä, että in-formaationa esiintyvistä systeemeistä voidaan rakentaa myös tajunnan dynamiikka – *mutatis mutandis*. On syytä kuitenkin kiiruhtaa huomauttamaan, että tämä *ei* merkitse tajunnan

---

<sup>87</sup> ”It from bit symbolizes the idea that every item of the physical world has at bottom — at a very deep bottom, in most instances — an immaterial source and explanation; that what we call reality arises in the last analysis from the posing of yes-no questions and the registering of equipment-evoked responses; in short, that all things physical are information-theoretic in origin and this is a participatory universe.”

<sup>88</sup> ”Wheeler (1990) has suggested that information is fundamental to the physics of the universe. According to this "it from bit" doctrine, the laws of physics can be cast in terms of information, postulating different states that give rise to different effects without actually saying what those states are. It is only their position in an information space that counts. If so, then information is a natural candidate to also play a role in a fundamental theory of consciousness.”

”aineellistamista” vaan *yhteisen* perustan löytämistä. (Se pikemminkin ”henkistää” kuin ”aineellistaa” todellisuutta.)

Tiivistäen voidaan siis sanoa ”It from bit” –doktriinin sisältö:

Todellisuus johdetaan informaatiosta (”reality is derived from information”). ”It” tarkoittaa siis tässä ilmeisesti reaalista, periaatteessa havaittavaa ja ”bit” on informaation muodossa annettu todellisuuden perusyksikkö.

Informaatiokenttä – niin kuin se DPM:ssa esitetään – on *aksiomaattinen*, riippumaton muista oletamuksista kuin siitä, että systeemillä voi (kokonaisuutena) olla erilaisia tiloja ja mahdollisuus siirtyä tilasta toiseen. Kun nämä mahdollisuudet kuvataan todennäköisyyksillä (tilavektoreilla), syntyy transiitodennäköisyyksien matriisi eli *informaatiokenttä*. Aine (kuten partikkelit, energiamuodosteet) on tällaisen kentän (stabiilisuutta tuottavien) *erikoisominaisuuksien tulosta, ei fundamentaalista*.

#### 7.4 Whiteheadin ”prosessifilosofia”

Usein on filosofisilla löydöksillä hyvinkin varhaiset juurensa, luovaa ajattelua, joka irrallisuutensa vuoksi on herättänyt epäilyjä ja jäänyt sivuun tutkimuksen valtavirrasta – tullakseen hiukan poikkeavassa muodossa esiin toisen tutkijan toimesta. Tämä tapahtuu yleensä siinä vaiheessa, kun olosuhteet tieteellisessä maailmassa ovat muuttuneet lähinnä sen johdosta, että teoriaan on jouduttu liittämään liian monia erilisiä ad hoc -oletamuksia. Esimerkiksi tähtitieteessä tätä on tapahtunut moninaiset kerrat – ja nyt viimeksi yhtenä sellaisena oletamuksena on ryhdytty puhumaan ”pimeästä aineesta” ja ”pimeästä energiasta”. Ne ovat oireita siitä, että on ilmeinen pakko siirtyä uuteen paradigmaan.

Niinpä John Archipald Wheeler (1862-1947) ei suinkaan ole ensimmäinen nykytutkija, joka on esittänyt, etteivät aine ja energia kelpaa maailman rakennekuvassa fundamentaaliseen asemaan. On muistettava, että jo 1920-luvulla Alfred North Whitehead –matemaatikko ja syvälinen filosofi – esitti ns. ”prosessifilosofiansa”, jossa aine ja energia on syrjäytetty perustavanlaatuisesta asemastaan fysiikan maailmankuvassa.

*Kvanttifysiikasta* kirjoittaessaan Whitehead sanoo selkeästi:

”Tila-avaruuden muotojen (ainehiukkasten) sijaan on otettu prosessin muodot. Tila-avaruus ja aine on pyyhitty pois ja niiden sijasta on tutkittu kompleksisten aktiivisuustilojen sisäisiä suhteita.”<sup>89</sup>

Diskreetin prosessimallin termein sanonta ”kompleksisten aktiivisuustilojen sisäisiä suhteita” tarkoittaa selvästikin prosessin (tai systeemin) tiloja, jotka kuvataan tilavektoreilla, ja niiden suhteet transitiomatriisilla. – Whiteheadin lähtökohta käy siis täysin yksin diskreetin prosessimallin kanssa.

Kun Whitehead kirjoittaa *metafysiikasta*, hänen tieteellinen ontologiansa käsittelee sisäisesti suhteessa toisiinsa olevia tapahtumia (ulkoisissa suhteissa keskenään olevien ainehiukkasten asemasta)<sup>90</sup>.

Edelleen: ”Todellisuus on jyvämäistä.”<sup>91</sup> – ”Jyvämäistä”, eikö se tarkoita juuri diskreettiä?

W:llä on kaksi käsitettä, joita hän käyttää prosessin kuvauksessa: occasion eli *tilanne* ja event eli *tapahtuma*. Näyttää siltä, että tilannetta kuvaa tilavektori ja event on transitio eli siirtymä tilanteesta toiseen (tai jääminen samaan tilanteeseen). W:n ontologia muodostuu näin aivan diskreetillä prosessimallilla kuvattavaksi.

## 7.5 Shannon-informaation laskeminen

Suotakoon esitellä *Shannonin informaation* käsitettä ja laskutapaa seuraavalla kesäisen kepeällä pikku tarinalla:

### 7.5.1 *Mimmin keltaiset uimahousut*

Mimmi oli matkustanut suvipäiviä viettämään perhe Päis-Tikkasen mökkiin Ulpujärven kauniille rannalle. Martti jäi töihin, mutta hänen oli määrä tulla perästä seuraavana päivänä. Perille tullessaan Mimmi

<sup>89</sup> ”In the place of the procession of (spatial) forms (of externally related bits of matter) has substituted the forms of process. It has thus swept away space and matter, and has substituted the study of the internal relations of complex state of activity.”

<sup>90</sup> ”His scientific ontology is one of internally related events (instead of merely externally related bits of matter).”

<sup>91</sup> ”... reality is granular.”

huomasii uimapukunsa jääneen kotiin. Onneksi hän muisti hyvin, missä se siellä oli. Hän soitti Martille pyytäen häntä tuomaan unohtuneet uimahousut tullessaan. – ”Ai, nekö keltaiset, jotka sai minun syömeni soimaan...”<sup>92</sup> – ”Ne”, sanoi Mimmi kiivaasti, ”eikä nyt ole kysymys sinun syömistäsi tai muustakaan semantiikasta. Ollaan asiallisia. Minä kerron, missä ne ovat. Kuuntele tarkasti!” – ”Olen korvat hörössä.”

Mimmi kertoi: ”Olohuoneessa on kaksi barokkikaappia. Ne sinä ainakin olet nähnyt. Avaat vasemmanpuoleisen kaapin oikeanpuoleisen oven. Näet kaksi hyllyä, ylähyllyn ja alahyllyn. Kummallakin hyllyllä on kaksi romulaatikkoa. Otat alahyllyltä keltaisen uimapuvun. Tuliko selväksi?” – ”Jep.”

Siinä se *informaatio*, jonka Martti sai. Voidaan kysyä, mikä oli tuon informaation *määrä* – vain määrä, ei mitään tunteita tai muisteluksia. (Sen, että Mimmin uimapuku oli keltainen, Martti tiesi jo entuudestaan.) Määrän ilmoittaa *Shannonin informaatio*.

Voimme ilman laskukaavaakin päätellä Martin saaman informaation määrän hänen saamiensa viestien määrästä – ja millaiseksi Mimmin uimahousujen tilavektori muodostuu (eikä tällöin puhuta muusta tilasta kuin niiden sijainnista).

Ensimmäisen viestin jälkeen Martilla on varma tieto siitä, kumpi kahdesta vaihtoehdosta on kysymyksessä (vasemman vai oikeanpuoleinen kaappi). Tällöin sanotaan, että se tuottaa yhden *bitin* verran tietoa. Seuraava viesti tuo jälleen yhden bitin, kun Martti saa tietää, kummanpuoleinen ovi kaapissa on avattava jne. Saamme seuraavanlaisen tuloksen koko viestintäprosessista:

Käytetään lyhenteitä:

Kaappi K, vasen kaappi v, oikea kaappi o,  
ovi O, oikeanpuoleinen ovi O, vasemmanpuoleinen V,  
hylly H, ylähylly y, alahylly a.

<sup>92</sup> Tutustu Martti Immosen lauluun ”Mimmin keltaiset uimahousut...”

| Mimmin uimapuvun<br>tilavektori                          |       |                       |     |   |    | Informaation<br>määrä<br>bittinä |   |
|----------------------------------------------------------|-------|-----------------------|-----|---|----|----------------------------------|---|
| Kaappi                                                   | K     | v                     | o   |   |    |                                  |   |
|                                                          |       | (.5                   | .5) |   |    |                                  |   |
| Viestin jälkeen                                          |       | (1                    | 0)  |   |    | 1                                |   |
|                                                          |       | v/V   v/O   o/V   o/O |     |   |    |                                  |   |
| Ovi-viestin jälkeen                                      |       | (0                    | 1   | 0 | 0) | 2                                |   |
| Hyllyviestin jälkeen vektorissa on 8 lukua, joista v/O/a |       |                       |     |   |    |                                  |   |
| on 1, muut 0:ia                                          | v/O/a |                       |     |   |    | bittinä                          |   |
|                                                          |       | (0                    | 1   | 0 | 0  | 0 0 0 0)                         | 3 |

Huomataan, että aina kun uusi valinta kahden vaihtoehdon välillä tulee, vektorin elementtien luku kaksinkertaistuu. Jos Mimmillä olisi alahyllyllä kaksi laatikkoa ja hän esimerkiksi ilmoittaisi, että hänen keltainen uimapukunsa on niistä oikeanpuoleisessa, informaatio lisääntyisi 4 bittiksi, ja tilavektorissa olisi 16 elementtiä. Mitä siis ovat nuo bittien määrää ilmoittavat luvut 1,2,4,8,16? – On helppo huomata, että ne ilmaisevat  $2^n$  potensseja:

$$2^1 = 2, \quad 2^2 = 4, \quad 2^3 = 8, \quad 2^4 = 16 \text{ jne.}$$

Siis jos systeemin tilavektori on yksikkövektori, sen elementtien lukumäärän logaritmi, kantalukuna 2, ilmaisee sen sisältämän Shannon-informaation bitteinä. Siis:

Jos systeemin tilavektori on yksikkövektori, silloin  
 $\text{Info}(T) = \log_2(n)$ ,  
 jossa  $T$  = tilavektori ja  $n$  elementtien lukumäärä siinä.

### 7.5.2 Systeemin tilavektorin ja transitiomatriisin informaatio

Entäpä, jos systeemin tilavektori ei olekaan yksikkövektori – siis, jos kysymyksessä on *aito kvanttisysteemi*?

Aidon tilavektorin (jossa ei ole ykköstä) *informaatio* ( $I$ ) muodostuu kahdesta termistä – yllä esitetystä informaation määrästä, jos vektori olisi yksikkövektori, siis termistä  $\log_2(n)$ , ja toisesta, joka merkitsee tilavektorin *entropian* määrää. Viimeksi mainittu on vektorin elementtien (todennäköisyyksien  $p_i$ ) logaritmien painotettu summa, painoina  $p_i$  :t.

Tilavektorin informaatio on:

$$\text{Info}(T) = I(T) - \text{Entr}(T)$$

Kokonaisuudessaan tilavektorin informaation laskukaava, jota käytämme Shannon-informaation laskemiseen, on siis:

$$\text{Info}(T) = \log_2(n) - \left[ - \sum_{i=1}^n p_i * \log_2(p_i) \right]$$

Summalauseke merkitsee vektorin *entropiaa* ja on vähennettävä edellisestä. (Laskennallisesti entropia antaa negatiivisen luvun, koska  $p < 1$  ja siis sen log on aina negatiivinen, joten entropian määrän kuvaamiseksi sen eteen tarvitaan miinus -merkki.)

Luvusta  $\log_2(n)$  voidaan käyttää myös nimitystä *negentropia* ja yhtälö lyhyesti ilmaistuna on siis *Informaatio = negentropia miinus entropia*.

Tavallisesti lasketaan käyttäen 10-kantaisia logaritmeja, jolloin kaava tulee muotoon:

$$\text{Informaatio} = \left[ \log(n) + \sum_{i=1}^n p_i * \log(p_i) \right] / \log(2)$$

Huomautus: Laskukaavassa käytetään tavallisia 10-kantalukuisia logaritmeja, koska tavallisissa laskimissa ei yleensä esiinny 2-kantalukuisten laskemisen mahdollisuutta. Asia korjataan siten, että tavallisilla logaritmeilla saatu tulos jaetaan vielä  $\log(2)$ :lla, kuten kaavasta näkyy.

Kvantti-tilavektorin informaatiomäärä on maksimissaan  $\log_2(n)$  ja minimissään 0. – Jos tilavektori on homogeeninen, kaava antaa sen informaatioksi luonnollisesti nollan – eihän se kerrokaan mitään systeemin tilasta.

Mitä Mimmin keltaisiin uimahousuihin tulee, voimme olettaa toisen – ehkäpä luonnollisemman – tilanteen, jossa Mimmin viestit ovat epävarmoja ja tilavektori muodostuu todennäköisyyksistä. Jos Mimmi sanoo, että uimapuku on ”melko varmasti oikeanpuoleisessa kaapissa”, se tulee tulkita todennäköisyyden poikkeamiseksi (0, 1) -vektorista. Oletetaan vektorin tässä tapauksessa olevan (.33, .67). Siis Mimmin viesti kaapista on kirjoitettava muotoon:

|    | Tilavektori |      |
|----|-------------|------|
|    | v           | o    |
| K: | (.33        | .67) |

Mimmi kertoo sitten ”olevansa jokseenkin varma siitä”. että se on kaapissa oikeanpuoleisen oven takana. ”Ja ainahan minä olen viskanut sen alahyllylle, mutta eihän se täysin varmaa ole...” Saamme seuraavanlaisen informaatiolaskelman:

|    |       |      | Informaatio bittiä: |
|----|-------|------|---------------------|
| K: | (.33  | .67) | .083                |
| O: | (.2   | .8)  | .110                |
| H: | (.1   | .9)  | <u>.531</u>         |
|    | Summa |      | .724                |

Onhan tässä suuri ero! Jos Mimmi muisti tarkasti ja oikein uimapuvun paikan, hänen lähettämänsä 3 viestiä sisälsivät informaatiota 3 bitin verran, nyt hänen lievä epävarmuutensa pudottaa viestien informaatioarvon vajaaseen yhteen bittiin!

*Transitiomatriisin informaatio on matriisirivien informaation summa.*

Ominaismatriisin informaatio on näin ollen tilavektorin informaatio kerrottuna elementtien lukumäärällä tilavektorissa.

### 7.5.3 Informaatio kvanttievoluution funktiona

Jokaisen kvanttisysteemin *informaatio lähestyy ajan mukana tiettyä pysyvää arvoa, joka voidaan laskea sen ominaismatriisista*. Tämä näkyy myös laskelmasta, jonka voi tehdä ajatuskokeena radioaktiivisesta säteilystä:

Tarkastellaan radioaktiivisen aineen yhden hiukkasen systeemin kvanttievoluutiota. Oletetaan, että tutkimuksissa on voitu selvittää tällaisen systeemin ns. puoliutumisaika, se ajanjakso, jonka kuluessa jostakin ainemäärästä puolet atomien määrästä on säteillyt kukin yhden kvantin (ja puolet on edelleen säteilemättä, ”odottamassa vuoroaan”). Jos yhden systeemin (yhden atomin) transiitodennäköisyys yhden aika-askeleen kuluessa on  $p$ , saadaan matriisipotentseja laskemalla selville, montako aika-askeleta sisältyy puoliutumisaikaan ja samalla päästään tutkimaan systeemin informaation muutoksia (Taulu 7.1).



Olkoon esimerkissä  $p:n$  arvo = .2

Transitiomatriisi Matriisipotensseja:

eli lähtömatriisi:

|       | M    |     | M <sup>2</sup> |      | M <sup>3</sup> |      | M <sup>5</sup> |      | M <sup>7</sup> |      |
|-------|------|-----|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
|       | s0   | s1  | s0             | s1   | s0             | s1   | s0             | s1   | s0             | s1   |
| s0    | (.8  | .2) | (.64           | .36) | (.51           | .49) | (.33           | .67) | (.21           | .79) |
| s1    | (0   | 1)  | (0             | 1)   | (0             | 1)   | (0             | 1)   | (0             | 1)   |
| Info: | 1.11 |     | 1.08           |      | 1.0003         |      | 1.08           |      | 1.11           |      |

(Puoliutuminen tapahtuu siis 3 aika-askelella ja informaatio on silloin 1.0003.)

| ...   | M <sup>10</sup> |    | M <sup>20</sup> |      | M <sup>30</sup> |      | M <sup>35</sup> |    |
|-------|-----------------|----|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|----|
|       | s0              | s1 | s0              | s1   | s0              | s1   | s0              | s1 |
| s0    | .1              | .9 | .012            | .988 | .001            | .999 | 0               | 1  |
| s1    | 0               | 1  | 0               | 1    | 0               | 1    | 0               | 1  |
| Info: | 1.53            |    | 1.91            |      | 1.99            |      | 2.0             |    |

*Taulu 7.1 Säteilevän systeemin kvanttievoluutio.*

Huomataan, että systeemin transitiomatriisin informaatio muuttuu ajan funktiona (aika-aselten määrän lisääntyessä). Prosessin alussa pienee ”varmuus” siitä, että systeemi on pysynyt tilassa s0 (= ”ei vielä säteilyt”). Tämä varmuus pienenee minimiinsä asti eli epävarmuus maksimiinsa. – Havainnollisesti sanoen veikkauksella, että puoliutumisajankohtaan tultaessa säteily on tapahtunut (Geiger-mittari napsahtanut), on onnistumistodennäköisyys 0.5.

Prosessin myöhemmässä vaiheessa tilanteen epävarmuus vähenee ja varmuuden kasvu näkyy informaation lisääntymisenä. Lopuksi, kun ominaismatriisi on saavutettu (tosin vain 2 desimaalin tarkkuudella), informaatio on huipussaan: s0-tilavektori on (0, 1) ja systeemin informaatio maksimissaan eli 2 bittiä.

#### *7.5.4 Kvanttitilan informaation ergodinen ja entrooppinen muutosprosessi*

Laskemalla peräkkäisiä transitiomatriisin potensseja aika-askelelelta voi huomata säännönmukaisuuksia evoluution suunnassa: On matriiseja, joilla on saavuttaessaan ominaismatriisinsa (likiarvoisesti)

kaikkina rivivektoreinaan yhdenmukaiset ykkösvektorit, joka merkitsee sitä, systeemi stabiloituu täysin, ts. jää pysyvästi ykkösten sarakkeen ilmaisemaan elementtitilaan. Sen informaatio on luonnollisesti maksimi eli  $n$  kertaa tilavektorin informaatio, joka on  $\log_2(n)$ . Nimitämme tällaista systeemiä *ergodiseksi* (järjestystä, informaatiota lisääviksi).

Ergodisiksi voimme katsoa myös systeemit, joiden omaismatriisin informaatio on suurempi kuin lähtömatriisin.

*Entrooppiseksi* kutsumme systeemiä, jonka evoluutiossa informaatio vähenee. Täydellisesti entrooppisessa prosessissa se muuttuu lopulta 0:ksi (koska ominaismatriisin kaikki vektorit tulevat homogeenisiksi).

Ei ole aivan helppoa nähdä transitiomatriisista, onko prosessi ergodinen, jolloin aika siis kasvattaa systeemiin sisältyvää informaatiota, vai onko se entrooppinen, niin että prosessi päättyy ”tyhjiyteen” eli informaatioon 0. Esimerkiksi tästä sopii seuraava transitiomatriisi (Taulu 7.2):

*Taulu 7.2. Informaatiomäärän muutos transitiomatriisin entrooppisessa evoluutiossa*

|          | M  |    |    |    | Info            |    | M <sup>21</sup> |     |     |     | Info         |
|----------|----|----|----|----|-----------------|----|-----------------|-----|-----|-----|--------------|
|          | s1 | s2 | s3 | s4 |                 |    | s1              | s2  | s3  | s4  |              |
| s1       | .5 | 0  | .2 | .3 | .51             | s1 | .25             | .25 | .25 | .25 | 0            |
| s2       | .1 | .6 | 0  | .3 | .70             | s1 | .25             | .25 | .25 | .25 | 0            |
| s3       | .2 | 0  | .7 | .1 | .84             | s1 | .25             | .25 | .25 | .25 | 0            |
| s4       | .2 | .4 | .1 | .3 | .15             | s1 | .25             | .25 | .25 | .25 | 0            |
| $\Sigma$ | 1  | 1  | 1  | 1  | $\Sigma = 2.20$ |    |                 |     |     |     | $\Sigma = 0$ |

Taulusta 7.2 näkyy, että matriisin 21. potenssi on (kahden desimaalin tarkkuudella) ominaismatriisi, jonka rivit ovat homogeenisia vektoreita ja informaatio siis 0.

Mikä mahtaa olla lähtömatriisissa M se rakennepiirre, josta tämä on seurausta? Onko yleisesti todistettavissa syyksi se, että siinä olivat *sarakesummat ykkösiä* (kursivoitujen ykkösten rivi), mutta ei matriisissa stabiilia ykkösriviä?

Aikaisemmin esitetty säteilevän systeemin evoluutiota kuvaava laskelma kertoo yhtenä esimerkkinä informaation muuttumisen kvanttievoluution aikana. Puoliutumisajankohdan (3 askelta, M<sup>3</sup>) jälkeen

evoluutio on täysin ergodinen ja ominaismatriisiksi ( $M^{35}$ ) tulee yksikövektoreista rakentuva stabiloitunut tila ja systeemin informaatio kohoaa maksimiinsa, 2 bittiä.

*Taulu 7.3 Transitiomatriisin ergodinen ja entrooppinen evoluutio; esimerkkejä*

|                      |               |      |      |      |      |                                      |
|----------------------|---------------|------|------|------|------|--------------------------------------|
| Esimerkki A:         |               |      |      |      |      |                                      |
|                      | Lähtömatriisi |      |      |      |      | Info                                 |
| M                    | .24           | .19  | .19  | .19  | .19  | .0069                                |
|                      | .2            | .2   | .2   | .2   | .2   | 0                                    |
|                      | .2            | .2   | .2   | .2   | .2   | 0                                    |
|                      | .2            | .2   | .2   | .2   | .2   | 0                                    |
|                      | .2            | .2   | .2   | .2   | .2   | 0                                    |
|                      |               |      |      |      |      | Kokomatriisin info: .0069+4*0=.0069  |
| Ominaimmatriisi      |               |      |      |      |      |                                      |
|                      |               |      |      |      |      | Info                                 |
| M <sup>2</sup>       | 208           | .198 | .198 | .198 | .198 | .0003                                |
|                      | 208           | .198 | .198 | .198 | .198 | .0003                                |
|                      | 208           | .198 | .198 | .198 | .198 | .0003                                |
|                      | 208           | .198 | .198 | .198 | .198 | .0003                                |
|                      | 208           | .198 | .198 | .198 | .198 | .0003                                |
|                      |               |      |      |      |      | Kokomatriisin info: .0003*5=.0015    |
| Esimerkki B:         |               |      |      |      |      |                                      |
|                      | Lähtömatriisi |      |      |      |      | Info                                 |
| M                    | .4            | .15  | .15  | .15  | .15  | .1510                                |
|                      | .2            | .2   | .2   | .2   | .2   | 0                                    |
| ...muut rivit samoja |               |      |      |      |      | Koko matriisin info: .1510+4*0=.1510 |
| Ominaimmatriisi      |               |      |      |      |      |                                      |
|                      |               |      |      |      |      | Info                                 |
| M <sup>10</sup>      | 250           | .188 | .188 | .188 | .188 | .0082                                |
| ...muut rivit samoja |               |      |      |      |      | Koko matriisi info: .0082*5=.0410    |
| Esimerkki C:         |               |      |      |      |      |                                      |
|                      | Lähtömatriisi |      |      |      |      | Info                                 |
| M                    | .6            | .1   | .1   | .1   | .1   | .551                                 |
|                      | .2            | .2   | .2   | .2   | .2   | 0                                    |
| ...muut rivit samoja |               |      |      |      |      | Koko matriisi: .551+4*0=.551         |

| Ominaismatriisi                        | Info                          |
|----------------------------------------|-------------------------------|
| $M^{10}$ .333 .167 .167 .167 .167 .167 | .0688                         |
| ...muut rivit samoja                   | Koko matriisi: $.0688*5=.344$ |

Esimerkki D:

| Lähtömatriisi        | Info                         |
|----------------------|------------------------------|
| M .8 .05 .05 .05 .05 | 1.200                        |
| .2 .2 .2 .2 .2       | 0                            |
| ...muut rivit samoja | Koko matriisi: $1.2+4*0=1.2$ |

| Ominaismatriisi                   | Info                          |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| $M^{14}$ .500 .125 .125 .125 .125 | .3219                         |
| ...muut rivit samoja              | Koko matriisi: $.3219*5=1.61$ |

Esimerkki E:

| Lähtömatriisi         | Info                               |
|-----------------------|------------------------------------|
| M .96 .01 .01 .01 .01 | 1.9996                             |
| .2 .2 .2 .2 .2        | 0                                  |
| ...muut rivit samoja  | Koko matriisi: $1.9996+4*0=1.9996$ |

| Ominaismatriisi                   | Info                           |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| $M^{26}$ .833 .042 .042 .042 .042 | 1.3340                         |
| ...muut rivit samoja              | Koko matriisi: $1.3340*5=6.67$ |

| <i>Tiivistelmä:</i> | A     | B     | C    | D    | E      |
|---------------------|-------|-------|------|------|--------|
| $p_{1,1}$           | (.24) | (.4)  | (.6) | (.8) | (.96)  |
| Info(LähtöM)        | .0069 | .1510 | .551 | 1.20 | 1.9996 |
| Info(OminM)         | .0015 | .0435 | .344 | 1.61 | 6.67   |

Taulussa 7.3 on muutamia esimerkkejä transitiomatriisin potenssien informaatiomitoista. Osassa niistä prosessi on ergodinen, osassa entrooppinen.

Esimerkeistä käy ilmi, että matriisin epähomogeenisuuden ollessa vähäistä, evoluutio vähentää ajan mukana systeemin informaatiota (esimerkit A, B ja C) ja prosessi on siis lievästi ergodinen, mutta informaatio ei mene 0:aan eikä siis systeemi täysin vaikutuksettomaksi, ”tyhji-öksi”. Esimerkeissä D ja E sen sijaan epähomogeenisuus on sen verran suuri (tosin vain yhdessä vektorissa), että se riittää tuottamaan lievästi ergodisen prosessin. – Jos lähtömatriisissa olisi ollut ykkösvektori,

ominaismatriisissa olisivat kaikki rivit tämän ykkösvektorin kanssa identtiset ja informaatio maksimissaan eli 4 bittiä.

Huomautus: Kun empiirisiä tuloksia luokitellaan diskreetiksi muuttujaksi, syntyy kysymys, miten luokkien lukumäärä vaikuttaa esimerkiksi tilavektorin informaatioon. Tällöin on syytä panna merkille seuraava sääntö: *Tilavektorin muuttaminen niin, että yhden tai useamman todennäköisyselementin todennäköisyys jaetaan tasan kahdelle elementille, ei muuta vektorin informaatiota.* Tästä on seuraavassa esimerkki (Taulu 7.4).

### 7.5.5 Tilavektorin elementtiluvun kahdentaminen

| Tilavektori: | Informaatio: |    |    | Kahdennettuna: |    |    |     | Informaatio: |      |     |       |
|--------------|--------------|----|----|----------------|----|----|-----|--------------|------|-----|-------|
| A            | 1            | 0  |    | 1.0            | .5 | .5 | 0   | 0            | 1.0  |     |       |
| B            | .4           | .6 |    | .029           | .2 | .2 | .3  | .3           | .029 |     |       |
| C            | .2           | .3 | .5 | .0995          | .1 | .1 | .15 | .15          | .25  | .25 | .0995 |

Taulu 7.4 Tilavektorin elementtiluvun kahdentaminen

Kahdennettu C kahdennettuna:

.05 .05 .05 .05 .075 .075 .075 .075 .125 .125 .125 .125 .0995

*Pari filosofista huomiota:*

On pantava merkille se filosofisesti mielenkiintoinen seikka, että stokastisessa kvanttimekaanisessa prosessissa transitiomatriisin sisältämä informaatio muuttuu ajan funktiona – *ilman ulkoisten tekijöiden vaikutusta.*

Toinen filosofisesti tärkeä huomio on se, että jokainen aika-askel muuttaa *kaikkia* transitiomatriisissa esiintyviä todennäköisyyksiä – siis ”kaikki riippuu kaikesta”, kunnes ominaismatriisi on saavutettu. Transitiomatriisi on siis *kenttä* ja tuolla kentällä (kokonaisuutena) on – rakenteensa lisäksi – eräs mitattava ominaisuus: *informaatio.*

### 7.5.6 Interferenssin vaikutus systeemien informaatioon

Seuraava esimerkki esittää laskelman, jossa pelkkä *informaatio* ”luo ainetta tyhjästä” interferenssiketjun tietä. Olkoon A homogeeninen, ”tyhjä” kuvaava tilavektori ja F epähomogeeninen tilavektori. Tarkastelemme

informaation muutoksia, kun tuotetaan interferenssi A:n ja F:n välillä useita kertoja peräkkäin (Taulu 7.5).

|           | Tilavektorin A muutokset: |      |      | Informaatio: |        |
|-----------|---------------------------|------|------|--------------|--------|
| A         | .25                       | .25  | .25  | .25          | 0      |
| F         | .85                       | .05  | .05  | .05          | 1.152  |
| Interf-1: | .85                       | .05  | .05  | .05          | 1.152  |
| Interf-2: | .99                       | .003 | .003 | .003         | 1.91   |
| Interf-3: | .999                      | 0    | 0    | 0            | 1.9986 |
| Interf-4: | .99996                    | 0    | 0    | 0            | 1.9999 |

*Taulu 7.5 Interferenssin vaikutus tilavektoriin*

Vain muutaman konstruktivisen interferenssin jälkeen ”tyhjää” kuvaava tilavektori A – eikä vain se vaan myös F – on siis muuttunut likiarvoltaan (4 desimaalin tarkkuudella) pysyvää aineellista tilaa kuvaavaksi ykkösvektoriksi.

Yksikkövektoreitten interferenssejä tutkiessa voi törmätä tapaukseen, jota voi kutsua *interferenssiparadoksiksi*:

Miten on meneteltävä interferenssiä laskettaessa siinä erikoistapauksessa, että toisen systeemin tilavektori on (1, 0) ja toisen (0, 1), kun lisäksi oletetaan, että tilat  $s_1$  ja  $s_1'$  ja  $s_2$  ja  $s_2'$  ovat vastinelementtejä? Normaali laskutapa (täsmällisillä luvuilla 1 ja 0) johtaa mahdottomuuteen:

$$\begin{array}{cc}
 & \text{Tilat} \\
 & \begin{array}{cc} S1 & S2 \end{array} \\
 \begin{array}{c} S1 \\ S2 \end{array} & \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Paritulot:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \end{pmatrix}, \text{ joka ei voi olla todennäköisyysvektori.}$$

Interferenssin johdonmukaiseen laskemiseen on vain toinen mahdollisuus: 1:n ja 0:n tilalle otetaan niiden likiarvot  $\sim 1$  ja  $\sim 0$ . Tällöin interferenssin laskeminen käy johdonmukaiseksi:

$$\begin{array}{cc}
 & \text{Tilat} \\
 & \begin{array}{cc} S1 & S2 \end{array} \\
 \begin{array}{c} S1 \\ S2 \end{array} & \begin{pmatrix} \sim 1 & \sim 0 \\ \sim 0 & \sim 1 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Paritulot:

$(\sim 0 \quad \sim 0)$ , joka voidaan kirjoittaa:  $(d, d)$ ,  
jossa  $d$  on erittäin pieni ja  $\text{summa} = 2d$

Normeerattuina:  $(d/2d, d/2d)$  eli

$(\sim .5 \quad \sim .5)$  Summa  $\approx 1$

Tämä on johdonmukaista, jos ajatellaan systeemit *kvanttisysteemeiksi* ja käsiteltävät luvut todennäköisyyksiksi. – Jos sen sijaan ajattelemme kuvauksen *klassisen fysiikan* mukaiseksi, silloin 1 edustaa *ehdotonta varmuutta* ja 0 *mahdottomuutta*. Todennäköisyysvektoreitten  $(1, 0)$  ja  $(0, 1)$  interferenssi on silloin *poissuljettu* käsite.

Kvanttifysiikan syntyessä ajateltiin ensin, että vain fotonit (valoaalto hiukkasiksi ymmärrettyinä) voivat interferoida. Sitten todettiin kokeellisesti, että sama koskee myös elektroneja ja lopulta Zeilinger ja hänen tutkijaryhmänsä osoittivat, että lukuisista atomeista muodostuvat fullereeni-molekyylitkin voivat interferoida. – Olisiko siis niin, että raja kvanttitilojen ja aineellisen tilojen välillä on häilyvä – eli että *aineenä* tulisi määritellä ne systeemit, joiden tilavektorit ovat *likiarvoisesti* ykkösvektoreita, *mutta vaatisivat suurempaa tarkkuutta kuin pystymme (toistaiseksi) havaitsemaan?* Silloin voisimme luopua olettamuksesta, että on systeemejä, joiden jokin tila (jos ulkoisia häiriöitä ei esiinny) on ikuisesti pysyvä – ts. tilan todennäköisyys on yksi, otettiinpa aika-askel miten pitkäksi tahansa.

#### 7.5.7 Informaation ja energian ekvivalenssi?

Onko mahdollista, että Ecclesin oletama tajunnan kvanttitilojen, ”psykonien”, vaikutus muutokseen synapsin laukaisimessa (triggerissä) olisi selitettävissä informaation muuttumiseksi liike-energiaksi, joka vaikuttaa laukeamiseen? Kun eksosytoosin todennäköisyys kasvaa ”psykonin” vaikutuksesta normaalista .2:sta esimerkiksi .4\_ään, tilavektori muuttuu muodosta  $(.8, .2)$  muotoon  $(.6, .4)$ . Edellisen informaatio on 2.6, jälkimmäisen 2.35, joten *informaatio vähenee* tässä vektorimuutoksessa! – Tässä tapauksessa siis voisi ajatella, että *aktiivisen* informaation väheneminen merkitsee sen muuttumista liike-energiaksi.

Tämä kysymys vie uuteen probleemaan: Onko mahdollisesti löydettävissä ”tavanomaisen” energian ja informaation (”aktiivisen”) välinen *ekvivalenssi?* – On pakko jättää tämä kysymys tässä yhteydessä

avoimeksi., vaikka se on eräs kaikkein fundamentaalisimpia nykyfyysiikan ongelmista.

Asiantuntijat voivat kylläkin etsiä vastausta artikkelista Gough, Michael Paul: Holographic Dark Information energy. Entropy, 2011, Vol. 13, pp. 924-935. Taulu sen sivulla 927 listaa kosmisia suureita, joista näkyy informaation (biteissä) ja informaatio-energian (jouleissa) välisiä suhteita. Esimerkiksi tähtien osalta – joita on yhteensä  $10^{22}$  – luvut ovat:  $10^{79}$  bittiä ja  $10^{63}$  joulea. Yhden tähden informaatio olisi siis keskimäärin  $10^{79}/10^{22}$  bittiä eli  $10^{57}$  bittiä. – Jos tavallisen tietokoneen muisti on noin 100 gigatavua eli noin  $8 \cdot 10^9$  bittiä eli pyöreästi  $10^{10}$  bittiä, tähdessä on informaatiota noin  $10^{57}/10^{12}$  eli  $10^{45}$  tietokoneen verran.

Jos Goughin laskelmat pitävät vähänkään paikkansa, voimme tuloksesta laskea *informaation energiaekvivalenssin*:

Kun  $10^{79}$  bittiä on  $10^{63}$  Joulea, niin  
 $1$  bitti on  $10^{63} \text{ J} / 10^{79} = 10^{-16} \text{ J}$ .

Tästä aukenee mahdollisuus mitä moninaisimpiin laskutoimituksiin. On vain muistettava, että kysymyksessä on tällöin aineellisten esiintymien Shannon-informaatio eikä semanttinen. Voisimme esimerkiksi laskea, montako bittiä informaatiota katosi Hiroshiman ja Nagasakin pommien räjähdysaineen hävitessä (kun meillä on tietoa sen energiamäärästä jouleina: se oli yhteensä 43 kilotonnia eli  $1.8 \cdot 10^{17} \text{ J}$  eli  $1.8 \cdot 10^{33}$  bittiä), mutta siihen nähden, mitä katosi noin 150.000:n uhrin sekä semanttisena että Shannon-informaationa, mainittu hävinnyt pommin informaatio (edellisen laskelman mukaan siis  $1.8 \cdot 10^{33}$  bittiä) tuntuu intuitiivisesti ajatellen jopa vähäiseltä. – Joka tapauksessa kahden pommin pudottaminen ja niiden seurausvaikutukset olivat pirullisen suuri *entrooppinen* prosessi – mutta vielä suurempia olivat ”sivistyskansojen” käymät maailmansodatkin.

Jätämme ekvivalenssilaskelmat sikseen – specialistien tehtäväksi – ja toteamme vain, että ilmeisesti tällainen informaation ja energian ekvivalenssi voidaan määrittää. Filosofisesti se merkitsee sitä, että varmuus informaation asemasta olevaisen perustavanlaatuisena tekijänä edelleen vahvistuu.



## 7.6 Informaatiofilosofiasta

### 7.6.1 Bohmin ”aktiivinen informaatio”

Bohmin ”aktiivinen informaatio” näyttää ensisijaisesti tarkoittavan interferenssin kautta tapahtuvaa kvanttisysteemien vaikutusta toisiinsa – nimittäin silloin, se huomattakoon, kun niillä on 0:sta poikkeava informaatio. Voidaan siis hyvinkin panna vaikutus informaation nimiin.

Systeemin transitiomatriisin *rakenne* (Bohmin ”aktiivinen informaatio”) vaikuttaa siis ajan mukana toisinaan informaatiota vähentävästi (ja siis lisäten entropiaa) ja toisinaan sitä lisäävästi (ja siis vähentäen entropiaa).

*Tietoisuus Bohmin piilo- ja ilmijärjestyksen valossa:* David Bohm itse asiassa pelastaa meidät joutumasta Chalmersin epifenomenalismiin – mikä on tärkeä ero näiden filosofien viitekehyksissä, niin lähellä toisiaan kuin ne ovatkin.

Ratkaiseva ero on siinä, miten toisaalta Chalmers toisaalta Bohm ymmärtävät *informaation*. Edellinen näyttää käsittelevän sitä tavalliseen tapaan semanttisena informaationa, koodeina, joita voidaan siirtää, kuljettaa ja dekoddata. Bohmille informaatio on nimenomaan *aktiivista informaatiota*, se on tapahtumiselle muodon antavaa, ”muotoavaa”<sup>93</sup> ja siis luonteeltaan *onttista* – se vaikuttaa todellisuuteen – *sekä fyysikaaliseen että fenomenaaliseen*. Aktiivinen informaatio<sup>94</sup> vaikuttaa muotoavasti systeemin *piilojärjestykseen* (implicate order), jolla tarkoitetaan jotakuinkin samaa kuin superpositioina etenevä kvanttiprosessi. Aineen *ilmijärjestystä* – (explicate order) – taas edustaisi se tila, johon kvanttiprosessin ”aaltofunktio romahtaa”, (”collapses”). Se – toisin kuin piilojärjestys – on jotakin ainakin periaatteessa materiaalisena havaittavaa.

Bohmin työtä ovat esitelleet ja jatkaneet Hiley, Peat ja suomalainen etevä filosofi Paavo Pylkkänen, joka pitkään työskenteli Bohmin kanssa. Teoksessaan ”Mind, Matter, and the Implicate Order”

<sup>93</sup> Olen ottanut tämän uudissanan käyttöön suomenkielisessä tekstissä vastineena sanan ”informing” alkuperäismerkitykselle. – Tekijä

<sup>94</sup> Viite puuttuu käsikirjoituksesta – Taittajan huomautus

Pylkkänen tulkitsee Bohmin ontologiaa, selittää ja kritikoikin sitä – kiinnittäen erityistä huomiota ”mieli/aivot”-probleemaan.

Pylkkänen referoi tässä kysymyksessä Bohmia seuraavasti:

”Jos oletamme (jossakin määrin Chalmersin tapaan), että fenomenaliset ominaisuudet ovat jonkinlaista aktiivisen informaation sisältöä (vähintään silloin, kun aktiivinen informaatio on aivot/mieli- systeemissä), silloin Bohmin skeema esittää, että fenomenaliset ominaisuudet voivat vaikuttaa fyysisiin ominaisuuksiin.” (Pylkkänen, p. 246)

Bohm joutuu tässä kuitenkin vaikean ”kaikkiallisuuden probleeman” (ubiquity problem) eteen, kuten Pylkkänen toteaa:

”Miksi aktiivisella informaatiolla on aivot/mieli -systeemissä fenomenalisia ominaisuuksia, vaikka yksittäiseen elektroniin liittyvällä aktiivisella informaatiolla ei ole? Bohmin skeemassa tätä kysymystä lähestytään sanomalla, että tietoinen kokemus tulee esiin enemmän subtiililla tasolla, mutta – tietysti – paljon enemmän on sanottava, ennen kuin sellaisesta kvalitatiivisesta uumoilusta tulee hyvä teoria.”<sup>95</sup> (Pylkkänen, p. 246)

Diskreetti prosessimalli on omiaan jossakin määrin selventämään, mitä tuo ”hienovaraisuus” (subtlety) voisi sisältää ja miksi ei ole tarpeen olettaa elektronille tietoisuutta – omaksua *panpsykismia*<sup>96</sup>.

Bohmin piilo- ja ilmijärjestys-erottelu näyttää todella tuovan selkeästi esiin, miksi ”tietoisuuden kova ongelma” on traditionaaliselle tieteelle ja filosofialle niin ”kova”, ylipääsemätön. Pylkkänen tulkitsee Bohmin näkemystä seuraavasti (Pylkkänen, p. 247):

”Yksi mahdollisuus esittää tietoisuuden kova probleema Bohmin termin on sanoa, että ilmijärjestyksessä ei ole mitään, mikä tekisi välttämättömäksi tai mahdolliseksi tietoisin kokemuksen. Mielen traditionaalinen filosofia ja neurotiede olettavat usein, että ilmijärjestys on

<sup>95</sup>Tätä kvanttifyysikoitten varsin löysää puhetapaa kritikoii Lauri Rauhala: ”Monet kvanttifyysikot, kuten Wolfgang Pauli, David Bohm ja Suomessa K. V. Laurikainen ovat katsoneet, että jo atomin hiukkas-aaltokentän dynamiikassa esiintyy informaation välittymistä, valintoja, merkityksiä ja tietämistä, jotka eivät periaatteessa eroa ihmistajunnan vastaavista toiminnoista. Ero aiemmin elottomaksi ja tajuttomaksi katsotun aineen ja toisaalta ihmisen kokemuksellisuuden väliltä häviäisi siten... Näin ajatellen tullaan edellyttäneeksi hiukkas-aaltokenttään jonkinasteinen tajunnallisuus ja tietoisuus. Mitään jyrkkärajaista hyppäystä tajuttomaksi katsotusta aineesta ihmisen mentaaliseen tasoon ei siten olisi, vaan vallitsisi kaikkialle ulottuva panpsykismi.” (Rauhala, 1998, ss. 9-10)

<sup>96</sup> Viite puuttuu käsikirjoituksesta – Taittäjän huomautus

ainoa, mitä on fysikaalisessa maailmassa, samalla pyrkien sijoittamaan tietoisuuden fysikaaliseen maailmaan... Asian ydin on se, että Bohmin skeema esittää maailmassa olevan olemassa enemmän kuin aineellinen ilmiöjärjestys, nimittäin piilojärjestys ja ehkä jotakin sen takana.” (Pylkänen, p. 247)

Tässä on asian ydin.

### 7.6.2 Doylen informaatiofilosofia

Informaatiofilosofia katsoo, että perustavaa laatua, fundamentaalista, olevaisessa ovat informaatiokentät, jotka ohjaavat kvanttimaailman tapahtumista ja joiden välillä voi esiintyä interferenssivuorovaikutusta. Sekä aineen että tajunnan ilmiöt ovat johdettavissa näistä kentistä.

*”Lämpökuolema” ja ergodiset prosessit:* Astronomi Robert O. Doyle esittelee ajatuksiaan artikkeleissaan ”informaatiofilosofian” nimellä. Eräässä niistä, ”Kosminen luominen”, hän – David Layserin havaintoihin ja laskelmiin nojaten – kumoo vanhan käsityksen maailmankaikkeuden lopusta ”lämpökuolemana” eli informaation täydellisenä katoamisena.

Doylen mukaan samanaikaisesti kuin esiintyy kaikkeuden entropiaa lisääviä eli siis ”lämpökuolemaa” kohti vieviä – *”entrooppisia prosesseja”*, kasvaa myös sen osajärjestelmissä *”ergodisissa prosesseissa”* entropialle vastakkainen ”negentropia” (eli informaatio).

Jotkut muistavat nuorena tähtitieteeseen paneutuessaan kokemansa hetket, kun yötaivas ja mielikuvitus loihitivat ympärille ”lämpökuoleman”, missä mikään ei liiku, ei ääntele, kalliot ovat murentuneet jauhoksi ja jauho sumuksi ja sumukin on jääkylmää hyhmää – eikä sitäkään; vain autiota tyhjyyttä, ei ajatusta, ei säveltä.

Informaatiofilosofia on parin vuosikymmenen olemassaolonsa aikana sinetöinyt sen valtavan muutoksen, joka kvanttimekaniikan vaikutuksesta oikaisi käsityksiä universumin kohtalosta. Lordi Kelvin oli vuonna 1852 esittänyt, että termodynamiikan toisesta laista seurasi välttämättömästi entropian (epäjärjestyksen) jatkuva lisääntyminen, minkä vuoksi informaatio kaikkeudessaamme ei voinut pysyä konstanttina vaan oli tuhoutumassa vähitellen. Universumimme – siis koko kaikkeuden, ei yksin maapallomme –

väistämättömänä kohtalona oli ”lämpökuolema”, entropian maksimitila, josta kaikki informaatio on poissa.

Koska lordi Kelvinin mukaan entropia lisääntyi ja siis informaatio väheni, johtopäätös myös kaikkeuden alkutilasta oli selvä: silloin entropian täytyi olla 0 ja informaation maksimissaan, josta se sitten oli ollut vähenemässä koko maailmankaikkeuden iän ajan. Mistä tuo informaatio tuli? Oliko edes teologeilla siihen vastausta? Doyle kirjoittaa: ”Sen suljetun maailmankaikkeuden sijasta, joka vääntäytyy deterministisesti alaspäin korkean informaation alkutilasta, me toteamme, että kaikkeus on avoin ja informaatio lisääntyy siinä indeterministisesti.” Edelleen: ”Informaatiofilosofia selittää, kuinka luonto ja ihmiskunta luovat uutta informaatiota jatkuvasti. Olemme maailmankaikkeutemme oheisluoja.”

Nojaten kvanttifysiikan löydöksiin David Layzer totesi v.1975: ”Huolimatta termodynamiikan toisesta laista pysyviä ja säännönmukaisia informaatorakenteita kehittyi alkukaaoksesta. Ensiksi kvanttiprosessit muovasivat mikroskooppista hiukkasain materiaa – kvarkkeja, baryoneja, nukleoneja ja elektroneja. Vähitellen näistä tuli atomeja. Myöhemmin – gravitaation vaikutuksesta – muodostuvat galaksit, tähdet ja planeetat.” Uuden, fysiikkaan nojaavan tähtitieteen mukaan alkutapahtumat olivat siis aivan päinvastaisia kuin Kelvinin esittämät!

Doyle kirjoittaa: ”Jokainen uusi informaatorakenne vähentää paikallisesti entropiaa” – Tämän katsomuksen mukaan universumissamme tapahtuu siis *sekä* niitä prosesseja, joissa entropia lisääntyy, *että* toisia, joissa se vähenee ja sen sijaan informaatio lisääntyy.

Edelleen Doyle esittää: ”Kosmologian löydökset ja filosofiset johtopäätökset niistä vaihtelevat näköjään muutaman vuoden jaksoissa. Silloin, kun on vallalla tulkinnassamme se käsitys, että maailmankaikkeus on laajenemassa, on lupa ajatella, että ergodiset prosessit lisäävät informaatiota nopeammin kuin entropia kasvaa. Tästä (hyvin perustellusta) uskomuksesta informaatiofilosofia pitää kiinni ja päättyy huomattavasti lohdullisempaan kuvaukseen maailmankaikkeudesta kuin klassisen fysiikan ajan deterministit – jopa näkee siinä ihmiselle tällä hetkellä käsitämättömän korkeitten arvojen toteutumista, Teilhard de Jardinin hengessä.”

Doyle kuvaa meneillään olevaa maailmankatsomuksen muutosta näin: ”1800-luvun näkemys maailmankaikkeuden loppuun sijoittuvasta lämpökuolemasta johti ilmeisen pessimistiseen maailmankatsomukseen.

Informaatiofilosofia tarjoaa paljon optimistisemmän näköalan... Meidän 'ergodiset' informaatiota luovat prosessimme ovat lähde sille kaikelle, jolla on arvoa maailmankaikkeudessa."

### 7.6.3 *Ergodinen prosessi*

Jälleenkö uusi "tieteen työkalu", pelkkä "maailmankatsomuksellinen aspekti"? – Ei.

"Kun istutat kukan portin pieleen, kun suojelet taimen pakkaselta, ikuisuus liikahtaa: tekosi on osa 'ergodista prosessia' – peräti vähäinen osa mutta kuitenkin..."

Kun tutkit sairaan ja lääkitset hänet, olet osa ergodista maailmanprosessia ja teostasi rönsyää uusia prosesseja.

Kun sanot ystävällisen sanan naapurillesi, se on ergodinen, rakentava teko.

Kun onnistut, hajottamisen sijasta, yhdistämään ihmisiä konstruktiiiviseen yhteistyöhön, se on jo yrityksenä osa, pieni osa, ergodista prosessia. Jos onnistut tässä globaalisti, maailmanskaalassa, se on jo vähän suurempi osa.

Suuruus ei ratkaise vaan suunta.

Jos muistat lähimmäistäsi vaikkapa vain lämpimin ajatuksin, elämäsi ei ole tyhjää; se on osa rakentavaa maailmanprosessia.

Jos sinulla on taiteen tekemisen lahja ja maalaat taulun, jossa vanhus taluttaa pikkuista pojanpoikaansa rantapolulla ihmeellisessä valohämyssä, olet itse kulkenut luomisen polkua Luojaasi kanssa.

Ergodisessa maailmanprosessissa mukana, vaikkakin vähäisenä, mutta kuitenkin 'oheisluojana', elämäsi ei ole tyhjyyttä.

Ihmiselämän tarkoitus on miljardien galaksien alle miltei musertuneessa tietoisuudessaan kuitenkin toteuttaa omalta, vaikkakin pieneltä osaltaan, ne ergodisen prosessin mahdollisuudet, jotka elämäntilanteet hänelle avaavat. Se on hänen toivonsa ja ilonsa, ehkä vähäinen, mutta ei koskaan merkityksetön."<sup>97</sup>

---

<sup>97</sup> Sitaatti on teoksestani "Polkuja ja risteyksiä". Rainio (2020)

### 7.6.4 Olevainen informaationa

Informaatiotarkastelujeni tuloksena voidaan nyt esittää *systeemien olemassaolon muodot* (I = informaatio, E = entropia):

| Olemassaolon<br>muototyyppi | Määrittely     | Tilavektori  | Vaikutus-<br>mahdollisuus | Havaittavuus                  |
|-----------------------------|----------------|--------------|---------------------------|-------------------------------|
| SysI                        | $I > 0, E = 0$ | (1,0,0...)   | Interferenssi, voima      | Aineellinen                   |
| SysII                       | $I > 0, E > 0$ | (p1,p2, ...) | Interferenssi             | Ei havaittava,<br>päätteltävä |
| SysIII                      | $I = 0, E > 0$ | (homog.)     | Ei vaikutuksia            | Ei havaittava                 |
| SysIV                       | $I = 0, E = 0$ | Ei olemassa  | Tuntematon                | Epälooginen                   |

Mielenkiintoista on todeta, ettemme pysty kuvaamaan (tulkitsemaan) millään tavalla tyyppiä IV olevia systeemejä, koska Shannonin kaava ei voi antaa tulosta  $I=0$  ja  $E=0$ . (Jos ajattelemme 0:n likiarvoksi, systeemi sijoittuu silloin kategoriaan: tyyppi II.)

Uuden paradigman mukaisessa informaatioteoreettisessa tarkastelussa on siis in-formaatio fundamentaalisessa asemassa, perusilmiö, joka määrää tapahtumisen dynamiikan. Ontologisesti tarkastellen *informaatiorakenteet (informaatiokentät) edustavat pysyvintä olevaisessa – vasta niiden muotoamina "aine" ja "energia" voivat saavuttaa riittävän pysyvän, invarianttisen, olomuodon tullakseen havaituiksi tai päätteilyn tietä varmistetuiksi* ja siten osallisiksi teoreettisesta todellisuuden kuvauksestamme.

INFORMAATIO on sekä kvanttimaailmassa – mukaan luettuna tajunta – että materiamailmassa OLEMASSAOLON MITTA.

## LUKU 8

## Tulkittu Olevainen ja tulkitsematon. Fenomenalismi

Mitä me havainnoimme ei ole luontoa  
itseään vaan luontoa, jonka meidän  
kysymysmenetelmämme paljastaa.<sup>98</sup>

Werner Heisenberg

### 8.1 Johdatusta fenomenologiseen ajatustapaan

Edellisissä luvuissa on tarkasteltu nykyisen teorian rakentamisen valossa sekä fyysisen että tajunnallisen tapahtumisen maailmaa kiinnittämättä paljoakaan huomiota ihmisen (ihmistajunnan) asemaan Olevaisessa. Tosin luvussa 5 käsittelimme elämysten maailmaa, mutta varsin rajoitetusti. – Emme ole hakeneet vastausta varsinaisiin filosofisiin peruskysymyksiin, miten ihminen kokee olemassaolonsa, mitä hän katsoo tietävänsä, mitä uskoo todeksi ja – ennen kaikkea – minkä tarkoituksen hän näkee olemassaololleen (ja koko Olevaisen olemassaololle). Tilanne ns. sivistysmaissa näyttää olevan se, että suuntaudutaan yhä enemmän materialistisiin ja egoistisiin arvoihin. Uuden fysiikan ja tekniikan loistavien saavutusten ruokkima fysikalismi ei tunne tarkoituksia ja jättää huomiotta tajunnan – ja räikeimmässä tapauksessa, eliminovassa materialismissa (Patricia Curchland ym.) kieltää koko tajunnan olemassaolon. Kun siis on olemassa vain ”kvarkkien tanssia”, ei ole mitään, joka voisi tuon tanssin tarkoitusta ja mielekkyyttä edes pohtia.

Kyllä psykologian piirissä esiintyy tervettä fysikalismin kritiikkiäkin. Mainittakoon tässä suomalainen neuropsykologian tutkija Revonsuo, jonka kannanotoista Lauri Rauhala kirjoittaa<sup>99</sup>:

---

<sup>98</sup> ”What we observe is not nature itself but nature exposed to our method of questioning.”

<sup>99</sup> Rauhala, Lauri (2007): Ihmistajunta tutkivana ja tutkittavana. Tieteessä tapahtuu 8/2007

”Revonsuo edustaa kuitenkin aitoa tutkija-asennetta ilman utopioita todetessaan, että neurotieteet eivät ole toistaiseksi voineet esittää tajunnan ja neuraalisen tapahtumisen välisestä suhteesta muuta kuin korrelaatioita. Mahdollisena hän pitää, että tajunnan yksityiskohtaisessa kausaalisessa selittämisessä aivojen avulla ei korrelaatioita pitemmälle päästäkään. Näin minunkin mielestäni todennäköisesti on erityisesti niiden kognitiivisen neurotieteen ennusteiden kohdalla, joissa uskotellaan, että tajunnan sisäiset käsitteelliset kokemussisällöt olisivat kausaalisesti selitettävissä yksinomaan aivofysiikan pohjalta.”

Fysikalistinen maailmankatsomus ei kuitenkaan ole pakollinen. Se voi tuottaa kärsimystä vielä muutamille sukupolville, mutta nähtävissä on jo uuden paradigman läpimurtautuminen. Fenomenalismo ja possibilisismi ovat siltana sille.

Stanford Encyclopedia of Philosophy määrittelee fenomenologian seuraavin sanoin: ”Fenomenologia on tietoisuuden rakenteiden tutkimusta sellaisena kuin se koetaan ensimmäisen persoonan näkökulmasta. Kokemuksen keskeinen rakenne on sen intentionaalisuus, sen suuntautuminen johonkin ja kokemus jostakin objektista...” – (”Intentionaalisuus” on monimerkityksinen sana; tässä se tarkoittaa lähinnä merkityssisältöä. Kokemukselle keskeistä on siis merkitysten maailma.)

”... Fenomenologiaa on harjoitettu erilaisissa muodoissa vuosisatojen ajan, mutta omana itsenään se tulee esiin Husserlin, Heideggerin, Sartren, Merleau-Pontyn ja eräiden muiden töissä. Fenomenologiset aihepiirit, sellaiset kuin intentionaalisuus (merkityssisältöisyys), tietoisuus, kvaaliat ja ensimmäisen persoonan näkökulma ovat olleet vallitsevia nykyisessä mielen (tajunnan) filosofiassa.” (Täydennyksenä mainittakoon fenomenalisteista ainakin ranskalainen Quentin Meillassoux. Suomesta uranuurtajana tunnetaan Lauri Rauhala. Hänen poikansa Eero Rauhala, kvanttifyysikko, on herätellyt kirjoituksillaan fyysikoita fenomenologian tuttavuuteen.)

Englanninkielinen Wikipedia koettaa selventää fenomenalismin käsitettä: ”Fenomenalismo on näkemys, jonka mukaan fyysisten objektien itsensä ei voida sanoa olevan olemassa, vaan ainoastaan havaintoilmiöinä tai aistiärsykkeinä (esim. punaisuus, kovuus, pehmeys, makeus jne.), jotka ovat sijoittuneet aikaan ja paikkaan.”

Kovin suurta eroa ei fenomenologian ja fenomenalismin välillä ole ja niitä näkee käytettävän melkein synonyymeinä. Fenomenalismo



korostaa jonkin verran enemmän ilmiöiden olemassaolon kysymystä (ontologiaa).

Fenomenologia ei ole varsinaisesti tieteellinen teoria. Husserl kirjoittaa: ”Fenomenologia tarkoittaa ennen kaikkea metodia ja ajatustapaa: erityistä filosofista ajatustapaa, erityistä filosofista metodia.”

Fenomenalismia filosofiana voidaan pitää eräänlaisena idealismin modernina kehitelmänä, fenomenologiselle ajatustavalle rakentuvana filosofian suuntauksena.

Fenomenologia antaa keskeisen aseman ihmisen kokemusmaailmalle, tulkittulle maailmalle – kieltämättä kuitenkin tulkinnan kohteen, reaalisuuden todellisuuden olemassaoloa; tietoa on kuitenkin vain tulkittussa muodossa. Reaalimaailma itsessään on Kantin mukaisesti ”das Ding an sich”, josta ei ole välitöntä tietoa. ”Koko maailma (sisäinen ja ulkoinen) ymmärretään tajunnassa; muuta tietoa ei ole.” (Eero Rauhala, 2014) – Ja edelleen fenomenologisesta asenteesta: ”Miten maailma ilmenee, riippuu ihmisestä. Informaatio maailmasta käsitteellistyy, suodattuu, tulkituu tajunnassa merkityksiksi, ymmärryksi, tiedoksi. Tämä on subjektiivista. – Yksilötasolla merkitykset konstituoituvat aikaisemman ymmärrysperustan, horisontin, avulla.”

On, kuten Egon Friedell kirjoitti aikanaan vaikuttavasti teoksessaan Uuden ajan kulttuurihistoria: ”Me emme ollenkaan tiedä, mitä luonto on, emme milloinkaan saa sitä tietää. Kaikki on taidetta, se on: ihmisen lävitse kulkenutta luontoa.”

Fenomenologia on hyödyntänyt vahvasti hahmopsykologian ja kehityspsykologian tarjoamia kokeellisia tuloksia sekä psykoterapiassa kertyvää tietoa ja terävöittänyt introspektiota. Se on pitänyt luonnollisena asiana dualismia ja sen pohjalle rakentuvia ihmisen fyysisen ja henkisen ”olemuspuolen” välisiä kausaalisia suhteita (esim. Lauri Rauhala), mutta ei ole tarjonnut teoreettista viitekehystä näiden suhteiden analyysiin eikä selittämiseen. Fenomenologia – suurista ansioistaan huolimatta – on jättänyt näin todellisuuskuvan kokonaistulkinnan ja ymmärryksen vajavaiseksi. Esittäessään täsmällisen ratkaisun ”fyysisen ja henkisen ’olemuspuolen’ välisten kausaalisten suhteitten” eli psykofyysisen probleemaan (mind/brain problem, tajunta/aivot-ongelma) diskreetti prosessimalli täydentää omalta osaltaan tuota fenomenologista kokonaiskuvaa.

## 8.2 Fenomenologinen käsitteistö ja hahmopsykologinen tulkinta

Fenomenologia on siinä määrin vanhaa perua, että sen käsitteistö on ennättänyt muuttua ja rehevöityä aina uusien tutkijoiden ilmaantuessa mukaan. Seuraavassa keskitytään vain välttämättömään käsitteenmuodostukseen suomen kielen pohjalta.

### 8.2.1 Peruskategoriat

Eino Kaila esitti yksilön mentaalisten tilojen jaottelua *peruskategorioihin*:

- 1) tajuinen
  - a) tietoinen
  - b) tiedostamaton
- 2) tajuton

### 8.2.2 Noesis ja noema

Husserl käytti nimitystä *noesis* sisällöllisesti tyhjästä, eräänlaisesta elämyksellisesti avoimesta valmiustilasta. Sen voimme tajunnassa hyvin rinnastaa tarkkaavuustilaan (ks. lukua 4.1.1).

Sisällöllisestä kokemusaineksesta Husserl käyttää käsitettä *noema*. Lauri Rauhala kirjoittaa: ”Noesis ja noema ovat aina yhdessä. Niiden erottelu on vain teoreettinen. Emme yleensä koe tyhjää tajuntaa (meditaatiossa se tosin on mahdollista). Ymmärrämme tajuisuutemme yleensä kokemussisällön, noeman, kautta.”

Noesis on siis tietoisina ollessamme se avoin havaitsemisvalppauden tila, jossa tarkkaavuus rajaa ja tämän tästä vaihtaa havaintokohteita. Ymmärtääkseni noesis ei siis ole täysin ”tyhjä” vaan tietoisuuden tila, jossa havaintomaailma – ja usein myös mielikuvitusmaailma sen kanssa yhteen sulautuneena – on jäsentymätön, diffuusi.

Noema, kokemussisältö, syntyy, kun tietoisuuteen jäsentyy jokin havainto- tai mielikuvitusmaailman osahahmo (”kohde”), jolla on *merkitys* (intention), eli – kuten Wikipedia sanoo: ”Noemat ovat siis ilmiöitä ymmärrettynä”. Jää vain kysyttäväksi, mikä on ilmiö, ja mitä on ymmärtäminen – ja onko ilmiöitä, joita emme edes jollakin tavalla ”ymmärrä”.

Husserl korostaa kaiken kokemusmaailman *intentionaaliuutta*, mutta on taipuvainen liittämään merkityksen vain havainto-objekteihin. Lauri

Rauhalan käsitejärjestelmässä merkitys-käsitteen käyttö on laaja-alaisempaa. Hän kirjoittaa:

”Keskeinen käsite tajunnan analyysissäni on merkitys. Se on käytössäni sekä alaltaan että sisällöltään väljempi kuin vastaavan niminen käsite filosofiassa yleensä. Merkitystä minulla ovat kaikki tajunnalliset mielelliset sisällöt, kuten myös ahdistuneisuus, ikävystyneisyys, onnellisuus, tyytyväisyys ym. kokemukselliset tunnelmat. Ne ilmaisevat kokijalleen, millaista on olla maailmassa ja millaisia sen oliot hänelle ovat. Juuri siksi ne ovat hänelle merkityksiä. Näin väljä luonnehdinta merkityksen käsitteelle on tarpeen, jotta se soveltuisi arkikokemuksen ja mentaalisten ongelmienkin tutkimuksiin. Erisisältöiset ja eritasoiset merkitykset yhdessä muodostavat ihmispersoonassa hänelle ainutlaatuisen subjektiivisen maailmankuvan.”

### 8.2.3 Ilmiö (*phenomenon*)

Ilmiö on peruskäsite, jonka määrittelyä ei paljon pohdita. Sen kehkeytyminen ymmärretyksi, noemaksi, on siten hämärän peitossa. Hahmopsykologinen näkemys voi tuoda jotakin valaistusta.

Kävelen metsäpolulla illan väistyessä yöksi. Näen jotakin, joka häviää heti. Sekunnin murto-osan ajan olen kokenut jotakin, mutta en ymmärrä, mitä. (En edes ymmärrä, että kokemukseni oli jokin ”ilmiö”, koska en tunne riittävästi fenomenologiaa...) Ehkä tämä oli siis ilmiö, mutta ei noema – voisiko sanoa ”0-noema”. Sitten ”mielessäni välähtää”, että koin ”valon välähdyksen”. Nyt ilmiö on ymmärrettynä tietoisuudessani (vaikka kohde, itse välähdys on poissa). On syntynyt noema. – Mutta enhän minä ole tähän tyytyväinen. Ryhdyn rakentamaan ”teoriaa” valon välähdysilmiöstä, jonka koin. (Kokonaista teoriaako? Kyllä vain, ”*hypotheses fingo*”). Välähdysten suunnassa oli puita. ”Ilmeisesti” valo oli jäänyt puun taakse eikä näkynyt pitempään. Ja edelleen: Siinä suunnassa muistan nähneeni talon, Mannisen talon. Asia selvä: Tietoisuudessani oli kehkeytynyt *noema*, Ymmärsin ilmiön: Maailmassa on Mannisten talo ja Mannisilla sähkölamppu palamassa iltamyöhällä, niin totta kuin minä näin siitä vilahduksen.

Ilmiö oli asettunut tietoisuudessani paikalleen *noema-horisontissa*.

### 8.2.4 Horisontti

Horisontti on fenomenologiassa tietoisuuden kokonaishahmo sisältönsään sen osiksi jäsentyneet noemat, ymmärrettyjen ilmiöiden merkitykset – olivatpa ilmiöt havaintokokemuksia, mielikuvituksen tuotteita tai tunnetiloja.

Luonnollisesti yksilön noema-horisontti kasvaa, jäsentyy ja muuttuu kokemusten mukana. Se on eräänlainen merkitysten ”elämänkenttä”. Voidaan ajatella, että siitä erottuu yksilön kulloisessakin tilanteessa osa ”aktuaaliseksi elämänkentäksi”, johon ovat jäsentyneet vain tuossa tilanteessa huomattavasti merkitykselliset seikat – kenellä diffuusisti, kenellä tarkemmin.

### 8.2.5 Ilmiö ja ilmentymä

Kockelmans on kirjassaan ”Ideas for a Hermeneutic Phenomenology of the Natural Sciences” tuonut fenomenologiaan hedelmällisen jaottelun: noema voi esiintyä ilmiönä tai *ilmentymänä*.

Eero Rauhala tuo artikkelissaan ”Higgsin hiukkanen ja Husserlin subjektiviteetti” esille Kockelmansin tekemän erottelun, jota on pidettävä hyvin selventävänä:

”*Ilmiö* (phenomenon) on itsessään subjektille ilmenevä merkitys jostakin oliosta. Tällä tarkoitetaan suoraan välittömässä immanentissa kokemuksessa näyttäytyvää oliota.” (Rauhala, E., s.20.) Esimerkiksi punaisuus on ilmiö.

”*Ilmentymä* (appearance, manifestation) tarkoittaa jotakin, joka ei ilmene suoraan itsenään vaan ’ilmoittaa’ (announces) jonkin ilmiön (so. välittömästi ilmenevän ilmiön) avulla.” Esimerkkinä Rauhala mainitsee aaltojen loiskeen kuulemisen näkemättä aaltoja. Se on ilmentymä rantaan lyöivistä aalloista. (Rauhala, E., s. 20)

Hiukkanen on ilmentymä ilmiöstä: ”havaintolaitteesta luettavat merkit”.

Sellaisenkin iskulauseen usein kuulee, että ”kaikissa havainnoissa on enemmän tai vähemmän teoriaa mukana”. Tämä on aivan varteenotettava toteamus. Ajateltakoon sellaista yksinkertaista toimenpidettä kuin verenpainemittaus. Lääkäri sanoo lauseen. Huonokuuloinen potilas kuulee, että ”se sanoo jotakin”. Se on kuulohavainto ”tässä ja nyt” (hic

et nunc), välittömästi – ja sitä voi pitää ilmiönä, jonka merkityssisältö on kutakuinkin: nyt lääkäri sanoi jotakin. Se ei ole ilmentymä, koska siitä ei voi päätellä mitään muuta – eli se ei viittaa mihinkään ei-läsnä-olevaan.

Kun normaalkuuloinen kuulee lääkärin sanovan: ”Mitataan nyt verenpaine”, potilaalle se on kylläkin ilmiö, kuuloilmiö, mutta se saa murto-osa-sekunnissa<sup>100</sup> toisentasoisen merkityssisällön tullessaan kielellisesti ymmärretyksi – siitä tulee ilmentymä. Jollekulle tuo merkityssisältö on seuraavanlainen: ”Joo. Minun on riisuttava takkini ja sitten se käärii toisen käden hihan ylös ja ottaa tuosta pöydältä tuon hököttimen ja käärii leveän hihnan olkavarteni ympärille. Se hihna puristuu ja puristuu ja mun suoneni rupee tykyttämän lujemmin, sitten se helpottaa ja tuo tohtorismies ottaa sen pois ja vilkaisee hököttimen näyttöruutua ja sanoo, että 140 kautta 78. Se sanoo, että se on vähän korkea, mutta ihan hyvä.” – Mikä tässä on teoriaa? a) siinä hihnan ja hököttimen välillä on selvästi jokin johto, jonka kautta ne suonen tykytykset jotenkin menevät siihen laitteeseen, b) joka pystyy jotenkin sähköä avulla laskemaan, miten isoja ne tykytykset ovat, kun ne ovat isoimmillaan, ja sitten vielä c) näyttämään lukuna jollakin kumman konstilla, miten isoja ne tykytykset ovat...” – Jollekulle toiselle – ja niitä lienee enemmistö potilaista – riittää se teoria, että mittauksessa laite kertoo, onko verenpaine hyvä vai paha. Siitä tietää tieteellisesti, pitääkö ottaa verenpainelääkkeitä vai eikö tarvitse. Ilmiön – lääkärin lauseen – ilmentymä sekin.

Ihmisellä, tietoisena olentona, on selvästi ”*tarve ymmärtää*”, hakea selityksiä. (Se voi hyvin olla kehittynyt differentioitumalla turvallisuuden tarpeesta.) *Se vie häntä ilmiöistä ilmentymiin.* Samalla kun hän tajuaa ilmiön merkityksen, hän jo ajattelee kuin kysyisi: Mitä tämä ilmiö ilmentää? Ts. hän rakentaa teoriaa, yksinkertaista, maanläheistä tai runsaan mielikuvituksen tuotetta tai tieteellistä, tarkkaa ja luonnonlaeille rakentuvaa. Valon välähdys puitten lomitse metsätielle on ilmiö, josta tulee ilmentymä, kun kulkija rakentaa pienen, sievän teorian, että se tulee mukavien Mannisten kodin ikkunasta. Toinen, fantisoija, kertoo viisivuoti-  
aalle tyttärelleen, että valo tulee takasta, jonka äärellä tonttujoukko keittää puuroa salaisessa majassaan. Kolmas, hätäilijä, pitää melko varmana, että ilmiö merkitsee metsäpalon alkua, mutta FT Hattarainen valistaa lukiolaista poikaansa kertomalla, mikä on nähdyn valon

<sup>100</sup> Jos potilas on heimoltaan hämäläinen, on puhuttava kokonaisista sekunneista.

todennäköisin värähdysluku, sen valon, joka fenomenologisesti analysoiden, ilmiönä, saa meissä punaoranssisen värin merkityksen, mutta joka ilmentää oikeastaan fotonien värähtelyä noin 500 terahertsin taajuudella aaltopituuden ollessa noin 600 – 700 nanometriä.

Kullakin on oma teoriasa. ”Niin lentää täällä aatoksemme ja ken taitaa viskata verkkoja sen tielle.” Ja ken taitaa sanoa, mikä teoria on paras.

### 8.3 Tiede ja fenomenologia

Kirjoittaessaan Higgsin bosonin löytämisestä Eero Rauhala (Rauhala E., 2013) tuo esiin Husserlin kannanoton luonnontieteisiin:

”Husserl tähdentää useassa yhteydessä, että fenomenologinen ajattelu arvostaa luonnontieteitä niiden omalla pätevyysalueella.”

Kuinkas muuten voisi ollakaan? Ilman tiedettähän ilmentymät rajoittuisivat ilmiöiden pelkkiin ensi käden tulkintoihin, arkielämän ”teoreetisointiin”, yksinkertaisten uskomusten tuottamiin mielikuvituksen sepielmiin, tarinaselityksiin ja magiaan.

Rauhala kuvaa sitten sitä tieteellis-teknisen kulttuurin rakentamista, jonka täytyy olla intersubjektiivisena tulkintana olemassa ennen esimerkiksi ”Higgsin bosonin” ilmentymää<sup>101</sup>:

”*Higgsin bosoniksi ilmeneminen* edellyttää kaiken sen teoreettisen, kokeellisen ja laskennallisen ympäristön, jonka olemme rakentaneet havaintojen tuottamiseksi. Määrittelemme ennalta – teoreettisten tarkastelujen perusteella – tiettyjä ominaisuuksia, joita haluamme Higgsin hiukkasella olevan. Valitsemme tietyt fysikaaliset suureet, kuten kvanttiluvut, massa ja elinaika, Higgsin bosonin identifioimiseksi. Rakennamme kokeen juuri näiden ominaisuuksien havaitsemiseksi.”

Mikä on tuo ”koe” yleisesti määriteltynä? – Voimme nimetä sen *ilmentymän odotusmalliksi*. Itse asiassa kaikessa arkisessakin kokemuksessamme se on läsnä. Jo ennen kuin valonvilahdus metsässä saa varsinaisen merkityksensä – eli merkityksen ilmentymänä, meidän mielikuvituksemme valitsee ”teorian metsäpalosta” tuollaisena odotusmallina. Me pystymme tietoisuudessamme kuitenkin myös *valintaan* ja voimme

<sup>101</sup> Kursivoinnit minun. – Tekijä

hylätä ”teoriamme”, odotusmallimme ja nostaa esiin uuden ”teorian Mannisen tuvasta” – esimerkiksi.

Rauhala jatkaa:

”Teoria idealisoi, abstrahoi, matematisoi ja formalisoi maailman objekteja. Näin synnyttämme *käsitteiden merkityksiä, jotka projisoimme sitten takaisin maailmaan objekteille*. Matemaattinen teoria ei kuvaa todellisuutta itseään, eikä matematiikka itsessään ole luonnontiedettä. Se, että matemaattisfysikaaliset mallit ja teoriat toimivat maailman kuvauksessa, tarkoittaa, että jotakin ihmiselle ilmenevässä maailmassa ei ole mahdollonta kuvata matemaattisesti ja fysikaalisesti. Jos koetulokset vahvistavat teorian ennusteita, se osoittaa matemaattisfysikaalisessa luonnon konstituutiossa luomamme tieteellisen menetelmän sisäistä konsistenssia. Higgs-koetta kuvatessani käyttämäni ideaaliset käsitteet eivät fenomenologian mukaan ole luonnossa ja reaali maailmassa. Vuorovaikutukset, energia, liikemäärä, alkeishiukkanen, kvanttiluku, bosoni jne. ovat *käsitteinä olemassa intersubjektiviisen tutkijayhteisön sopimuksina*, ja niiden mieli ilmenee lopulta vain oman tietoisuuteni subjektiivisena kokemuksena.”

”Käsitteiden merkitykset voisivat kuitenkin olla toisenlaisia, aina sen mukaan, minkälaisiksi tutkijayhteisö olisi käsitteiden sisällöt ja alat määritellyt. Fenomenologinen kuvaus Higgsin hiukkasen fysiikasta ei väheksy eikä mitätöi fysiikan tuloksia”.

Sitten Rauhala tuo esiin sen, miten ”Higgsin hiukkasen tutkimus sijoittuu myös maailman ajalliseen konstituutioon. Higgsin hiukkanen on löytynyt juuri nyt, 2000-luvun alussa, ei 1800-luvulla eikä 2100-luvulla. Luonnontiede ja fysiikka muodostavat historiallisen jatkumon ja perinteen. Menneinä aikoina ja tulevaisuudessa fysiikan teoriamme, kokeemme ja ”alkeishiukkasemme” olivat ja tulevat olemaan erilaisia. Vaikka Higgsin hiukkanen olisikin (kuten on sanottu) viimeinen täydennys hiukkasfysiikan standardimalliin, ei se tarkoita, että standardimalli olisi viimeinen hiukkasfysiikan teoria.”

Rauhala kysyy: ”Kuinka *universaaleja* tuloksemme ja käsityksemme Higgsin hiukkasesta ovat?”

Tähän hän vastaa: ”Usein ajatellaan fysiikan pätevän kaikkialla universumissa. Fenomenologisen asenteen pohjalta voisimme kuitenkin pohdita, miten muut olennot ymmärtäisivät maailmaa.”

...”Ilman muuta oletamme, että maapallolla elävien *muiden olentojen*, esimerkiksi ihmisapinoiden tai delfiinien *käsitys maailmasta ei ole samalla*

*tavalla jäsentynyt kuin ihmisten luonnontieteellinen maailmankuva.* Husserlin mukaan eläimet ja vieraat kulttuurit eivät osallistu meille 'normaalin' maailman konstituutioon. Yhtäältä sekä oma yksilöllinen subjektiviteetini että toisaalta meille tuttujen ihmisyyhteisöjen intersubjektiviteetit luovat maailman konstituution 'normin'. Meille vieraat kulttuurit eivät konstituoi tämän normin mukaista maailmaa."

Siinäpä se! Kun yhdessä kulttuurissa "kaikki on Allahin tahdon" ilmentymää, on vaikea edes keskustella toiseen kulttuuriin kuuluvan kanssa, kulttuuriin, jossa yksilön harkitut teot ovat hänen "vapaan tahtonsa" (hyvän tai pahan) ilmentymää.

## 8.4 Empatia

On tultu yhteisöelämän kannalta perustavanlaatuiseen kysymykseen yksilöitten välisestä *ymmärryksestä* fenomenologisesti **nähtynä**.

Oli sitten kysymys kahdesta samaan tai eri kulttuuripiiriin kuuluvasta ihmisestä, fenomenologisesti tarkastellen (tekoineen, ilmeineen, puheineen) yksilö A on *tässä ja nyt* B:lle *ilmiö* ja käänteisesti B A:lle. Jo varsin nopeasti B tulkitsee ja jäsentää A-ilmiön *ilmentymäksi* A' – kuten myös A B-ilmiön ilmentymäksi B'.

On luonnollista, että A'-ilmentymä voi saada B:n tietoisuudessa lukuisia eri muotoja. Oleellista on ilmestymän *jäsentyneisyyden* aste. Se voi olla minimaalinen, täysin diffuusi – esimerkiksi jokin epämääräinen tunne-tila, sääli, myötäilo tms. Mutta A'-ilmentymä B:n tietoisuudessa voi olla hyvin yksityiskohtaisesti jäsentynyt ja jos se sellaisenaan vastaa hyvin A:n kokemusta tässä ja nyt -tilanteessa, niin että B ikään kuin havaitsee A:n "sisältä päin", silloin on tapana sanoa, että B osoittaa erityistä *empatia*-kykyä. Se tarkoittaa, että hän ymmärtää toista (aktuaalisessa tilanteessa) tämän toisen näkökulmasta, kykenee rakentamaan siitä mallin.

Tässä on syytä erottaa toisistaan käsitteet *sympatia* ja empatia, jotka usein arkikielessä sekoitetaan pahasti toisiinsa. Suomen kielessä käytetään sympatiasta synonyymia myötätunto. "Tunto" vie oikeaan suuntaan, mutta parempi ilmaisu olisi: "myönteinen tunnetila toisen ihmisen oletetun elämäntilanteen johdosta".

Jos A havaitsee toisen ihmisen B ilmentymänä "köyhästä" (paikatut ja kuluneet vaatteet, ujo ilme jne.), mutta asianomainen itse ei



millään tavalla koe itseään köyhäksi, vaan esimerkiksi tyypilliseksi nuoreksi kirjailijaksi, A voi tuntea sympatiaa säälin muodossa, mutta empatiaa se ei ole – kaukana siitä.

Eron sympatian ja empatian välillä näkee siitäkin, että voimme puhua myös *antipatiasta* toista ihmistä kohtaan, mutta empatialla ei tällaista vastakohtaa ole: Ei ole anti-empatiaa. Empatia-kykyä voi olla vähäisessä tai suuremmassa mitassa, mutta raja on 0:ssa (kun ”ei ymmärrä toisesta hölkäsen pöläystä, kun se on aivan sekopää”).

Kasvatuskysymyksiä pohdittaessa empatian kehittämisen ajatus on tullut esiin varsin myöhään, kun ottaa huomioon, miten keskeinen asia se on ihmisten välisessä kanssakäymisessä ja miten kontaktit eri kulttuurien kuuluvien ihmisten välillä ovat lisääntyneet ja yhä lisääntymässä.

Kun saadaan lukea amerikkalaisesta empatiakyvyn tutkimuksesta, jossa sitä on vertailtu 63 eri kansan piirissä ja siitä käy ilmi, että suomalaiset ovat kuudennella tilalla *lopusta lukien*, silloin hälytyskellojen tulisi soida. Olemme olleet tuollaisissa vertailuissa kärkisijoilla, kun on kysymys esimerkiksi lukutaidosta ja matematiikasta. Miksi empatiakyky saa aivan kehnon vertailutuloksen? Olemmeko edelleen sitä korven kansaa, joka nähtyään joessa ”lastun lainehilla” lähtee kirveellä ja jousella varustautuneena tapaamaan sitä naapuria, joka on asettumassa hävyttömästi asumaan joen yläjuoksulle?

Ilmeisesti olemme empatiakyvyssä kokonaan luonnonlahjakkuuden varassa. Mistä meillä lapsi tai nuori voisi *oppia* empatiakykyä? Vasta kun kouluhäiriköinnistä ja maahanmuuttajien saamasta kohtelusta on tullut tarve käsitellä vakavasti empatian puutetta, eräät psykologit ovat ottaneet sen tieteellisen tutkimuksen kohteeksi. Hyvä niinkin! – (Tuskin tässä kuitenkaan tarvitaan uusia virkoja ja lisäresursseja – vain arkista harjoitusta ja kiinnostusta kanssaihmiisiin – keskustelussa mykkäkoulun tai jyrkkien vastaansanomisten sijasta kysymyksiä: ”Mitä tarkoitat?” tai ”mistä päättelet niin?” ja empatiaharjoitus on valmis.)

Eivät suomalaiset ole ainoa kansa, joka empatiaharjoitusta tarvitsee. Koko ihmiskunnan tulevaisuus on paljolti empatiakyvyn varassa.

Empatialla on poikkeuksellinen, eriskummainen asema diplomaattien keskinäisessä kanssakäymisessä: On asetettava sanat niin, että vastapuoli joutuisi ilmaisemaan jotakin, mutta oman viestin on oltava niin hämärä ja monimielinen, ettei perimmäisistä tarkoituksista huippune-rokas empaattinen kykykään ota selvää. Pitkään keskinäisissä

diplomaattisuhteessa olleille tosin salaisten tarkoitusten pohtiminen käy aivan rutiiniksi. – Kerrotaan Englannin ulkoministeristä, joka kuullessaan Ranskan kuuluisan kardinaali Richelieun kuolemasta esitti välittömästi kysymyksen: ”Mitähän hän sillä tarkoitti?”

### 8.5 Subjektiivinen, intersubjektiivinen ja ”olio sinänsä” (”das Ding an sich”)

*Vain yksilö* (”tajunnallinen subjekti”, ”tajuntana esiintyvä yksilösystemi” tms.) *havaitsee ja tietää*. Kaikki tämä havainto ja tieto muodostaa hänen *fenomenaalisen* maailmansa. Se on *subjektiivista totuutta*.

*Joukolla* ei ole omia fenomenaalisia esiintymiä (havaintoa tai välitöntä tietoa).

Kukin joukon jäsen voi *esittää* kommunikaatiossa semanttisen informaation avulla, viestinä, oman fenomenaalisen kokemuksensa toisille joukon jäsenille.

Jos tietyn joukon jokaisen jäsenen *toisilta saadun informaation tulkinta on ”sama” kuin hänen oma tulkintansa*, tätä informaatiotulkintaa voidaan nimittää tuon joukon *intersubjektiiviseksi tiedoksi*.

Intersubjektiivista tietoa kutsutaan usein erheellisesti ”objektiiviseksi” tiedoksi. Sitä se ei ole jo yksinkertaisesti siitä syystä, että eri joukkojen intersubjektiivinen tieto saattaa olla ja usein onkin ristiriidassa *eikä ole sellaista riippumatonta ”objektiivista maailmaa”, johon vertaamalla nuo ristiriidat voitaisiin ratkaista*.

Eräänlaisena rudimenttina elää vielä joidenkin nykyfilosofienkin kantana sellainen ajatus, että voitaisiin puhua väittämien ”totuudenkaltaisuudesta” – mikä luonnollisesti edellyttäisi, että olisi erikseen jokin objektiivinen totuus, johon verrata subjektiivista totuutta – kenties peräti laskea korrelaationa tuo ”totuudenkaltaisuus”.

Joukkojen välinen kiista totuudesta on kiistaa intersubjektiivisen tiedon paremmuudesta joukkojen välillä.

Sitä maailmaa, jota joukko *olettaa* intersubjektiivisen tietonsa esittävän totuudellisesti, voidaan kutsua – Kantin filosofian mukaisesti – (riippumattomaksi) ”das Ding an sich”-maailmaksi (”Olevainen itsenään”). Se voidaan määritellä *todellisuudeksi, jota ei ole mahdollista tulkita*. Jos se olisi

tulkittu, se olisikin silloin tulkitsijasta (tai tulkintatavasta) riippuvainen eikä enää siis riippumaton, ei ”Olevainen itsenään”.

Maailma ”Olevainen itsenään” *voi olla olemassa*, vaikka siitä *itsestään, itse-  
nään*, ei voi olla tietoa. (Se on ”transkendenttinen”.) Itse asiassa se  
eräässä mielessä *on olemassa* sellaisen yksilön (fenomenaalisessa) maail-  
massa, joka yksilö *uskoo*, että ”*jotakin ilmaantumaton on*”.

Tämä kysymys Olevaisen kokonaisuudesta johdattaa meidät seuraavaan lukuun.

## 8.6 Tiivistelmä fenomenalismista

1. Meidän tietomme todellisuudesta on kuvausta siitä.
2. Todellisuudesta sinänsä (an sich) meillä ei ole kuvauksesta riippumattonta tietoa.
3. Yksilöllä on todellisuudesta oma, subjektiivinen kuvaus. Se on hänen havaintojensa, hahmottamistapansa ja ajatustapansa (käyttämiensä teorioiden) muovaama.
4. Kommunikaation tietä on löydettävissä ne yhteisön jäsenten tulkitusten maailmojen piirteet, jotka he yhteisesti hyväksyvät. Ne muodostavat intersubjektiivisen tulkitun maailman eli yhteisen kuvauksen todellisuudesta.
  - a. Tieteellinen yhteisö kutsuu useinkin sen omassa piirissä esiintyvää tulkittua maailmaa ”objektiiviseksi” tai ”havaitsijasta riippumattomaksi” todellisuudeksi tehden tässä epistemologisen virheen.
5. Yksilöitten kuvaukset todellisuudesta ovat subjektiivisuudessaan jokseenkin aina toisistaan poikkeavia, mutta myös tulkittu todellisuus on erilainen eri yhteisöissä ja kulttuureissa. Mitään objektiivista perustetta sille, että yksi todellisuuden kuvaus olisi lähempänä ”todellisuutta” kuin toinen, ei ole. Mitään ”todellisuudenkaltaisuutta” ei voida määritellä, saati mitata, koska tietoa ei voi olla ”oikeasta” todellisuudesta, todellisuudesta sinänsä (an sich).
6. Pragmaattinen totuuskriteeri: Jos yksilö onnistuu toimiessaan tietyn kuvauksen mukaisesti, mutta muita kuvauksia käyttäen huonommin, on käytännössä – toiminnan apuvälineenä – syytä pitää ensin mainittua parempana kuvauksena kuin muita. Varmuutta siitä, että se kuvaisi kaikissa suhteissa todellisuutta ”oikein”, ei ole.
7. Yksi tulkitun maailman (kokonaiskuvauksen, teorian) kriteeri on sen looginen johdonmukaisuus ja aukottomuus.

## Luku 9

### Mahdollisuuksien filosofia: Possibilianismi

”Ajattelu ei kykene pääsemään itsensä ulkopuolelle verratakseen maailmaa ’itseään’ ja maailmaa ’meille’.  
Emme voi saada aikaan mielikuvaa itsessään olevasta ilman, että siitä tulee ’meille oleva’.  
”Tieteellinen totuus’ ei enää ole jotakin, joka vastaa oliota itsessään... vaan jotakin, joka sopii oppineiden yhteisön jakamaksi tosiasiaksi.”  
Quentin Meillassoux<sup>102</sup>

#### 9.1 Possibilianismin synty

Tietävästi ”possibilianismi” syntyi etevän aivotutkijan David Eaglemanin ja hänen ystävänsä kahvilakeskustelussa nimenä heidän yhteiselle ontologiselle näkemykselleen, että ”kaikki, mikä on mahdollista, on ole-massa”. Ajatus ei ole niin villi kuin ensi kuulemalta luulisi. Oikeastaan siinä on vain selvästi ja rohkeasti sanottu se, mitä jo modaalifilosofiassa oli pohdiskeltu.

Modaalifilosofia on tullut mm. seuraavankaltaisiin loogisiin toteamuksiin (ennen Eaglemanin possibilianismia):

(a) *Mahdollista on se, mitä tapahtuu joskus*, ja välttämätöntä se, mikä toteutuu aina. (b) Mahdollisuus liittyy kykyihin eli potentiaalisuuksiin. Tällöin mahdollista on se, minkä toteuttamisen edellytykset eli kyvyt ovat todellisia. Välttämätön määrittänyt vastaavasti mahdotto-man vastakohtana: välttämättömän estämiseen ei ole kykyä eli

---

<sup>102</sup> Meillassoux, Quentin (2008): *After Finitude: An Essay On The Necessity Of Contingency*, trans. Ray Brassier (Continuum, 2008) , ss. 17-19

potentiaalisuutta. (c) *Mahdollista on se, mikä ei sisällä mitään ristiriitaista, eli minkä toteutuminen on kuviteltavissa*. Vastaavasti mahdoton ei ole kuviteltavissa.<sup>103</sup>

Sitaattiin on tässä kursivoitu ne kohdat, joissa possibilianismi ratkaisevasti poikkeaa tavallisesta modaalifilosofiasta:

”Mahdollista on se, mitä tapahtuu joskus”. Possibilianismin mukaisesti ”joskus” tapahtumista ei edellytetä. Mahdollista voi olla sellainenkin, joka ei tapahdu koskaan. (”Tapahtumisen” käsite on tässä epäselvä, mutta ei voine tarkoittaa muuta kuin realisoitumista eli aktualisoitumista tulkitussa maailmassa.)

”Mahdollista on se, mikä ei sisällä mitään ristiriitaista”. Tämä on myös possibilianismin mukaista, mutta sitten seuraava ”kuviteltavissa olemisen” ehto ei ole.

Erot näyttävät pieniltä, mutta ovat niin ratkaisevia, ettei possibilianismia voi pitää modaalifilosofian yhtenä suuntauksena.

Vaikuttavalla tavalla possibilianismi syntyi ja sai julkisuutta silloin, kun Eagleman herätti USA:ssa haastattelullaan New York Timesissa Jumalan olemassaolosta kiivaan keskustelun ateistien ja agnostikkojen välillä sattuessaan lausumaan rentoon tyyliinsä: ”Meidän tietämättömyytemme kosmoksesta on liian laaja sitoutuaksemme ateismiin ja nyt tiedämme liian paljon voidaksemme sitoutua mihinkään erityiseen uskontoon.”<sup>104</sup> Eagleman jatkoi vielä agnostisismista: ”Agnostisismi on usein mielenkiinnoton asennoitumistapa, jossa yksilö asettaa yksinkertaisen kysymyksen, onko hänen traditionaalinen uskonnollinen tarinansa (vaikkapa partainen mies pilven päällä) tosi tai epätosi.”<sup>105</sup> Näihin lentäviin lauseisiin palattiin tämän tästä ja saatiin ”partaisesta miehestä pilven päällä” riidan aihetta. Pääasia, koko Olevaisen ontologia, joutui syrjään ja haittasi aitoa filosofista kiinnostusta possibilianismiin.

---

<sup>103</sup> Wikipedia: Modaalifilosofia

<sup>104</sup> Stray questions for David Eagleman. New York Times, July 10, 2009.

<sup>105</sup> ”Agnosticism is often an uninteresting stance in which a person simply questions whether his traditional religious story (say, a man with a beard on a cloud) is true or not true.”

## 9.2 Possibilianismin, mahdollisuusfilosofian perus-aksiooma

Possibilianismi rakentuu Kantin transkendentiaalisen idealismin ja fenomenologisen ontologiakäsityksen pohjalle. Sen perusaksiooma voidaan esittää muodossa: *Kaikki mahdolliset asiaintilat ovat olemassa – joko potentiaalisina tai realisoituneina tulkittuun maailmaan.* Vain loogisesti ristiriitainen on mahdotonta. Potentiaaliset asiaintilat ovat transkendentiaalisia, siis – kuten Kant sanoo – niistä sinänsä (an sich) ei ole tietoa. – Mahdollisuuden realisoituminen tulkittuun maailmaan (havaintoihin, mielikuviiin, muistikuviiin, ajatteluun) tapahtuu ehdollisesti. Ihminen voi teoillaan (valinnoillaan) vaikuttaa *realisoitumisen suotuisuuteen* ja ohjata näin mahdollisuuksien realisoitumista tulkittuun maailmaan joko havaittuna materiaalisena maailmana, muistikuvina, mielikuvina tai ajatuksina. Tässä hän voi siis toimia eräänlaisena ”oheisluoja”.

## 9.3 Possibilianisteja ennen Eaglemania

Itse asiassa *fenomenalismi* jo Husserlista lähtien tekee eron transkendentin ja tulkitun maailman välillä, mutta ei pohdi tarkemmin ontologiaa – kysymystä, mitä on olemassa. Se on kuitenkin eräänlainen perusta mahdollisuusfilosofialle.

Yllättäen *Whitehead*, omaperäinen prosessifilosofi, osoittautuu metafysiikkaa käsitellessään selvästi varhaiseksi possibilianistiksi. Siitä olkoon tässä todisteena hänen pari lausumaansa: ”Ikuiset objektit ovat universumin pelkkiä potentiaalisuuksia [mahdollisuuksia] ja aktuaaliset oliot eroavat toisistaan realisoitumisessaan potentiaalisuuksista.”<sup>106</sup> – ”Aktuaalisuus on päätös keskellä potentiaalisuutta.”<sup>107</sup>

Voisi sanoa myös: Aktualisoituminen eli realisoituminen on valikoitumista potentiaalisuuksien eli mahdollisuuksien joukosta. Näin ymmärrettynä W. on possibilianisti.

<sup>106</sup> ”The eternal objects are the pure potentials of the universe, and the actual entities differ from each other in their realisation of potentials.”

<sup>107</sup> ”... actuality is the decision amid potentiality.”

## 9.4 Evidenssivaatimus. Kuka ”loi” aurinkokunnan?

Possibilianismin merkitys paljastuu, kun muistetaan, että sen perusaksioomalle vastakkainen kanta kuuluu edelleen nykyiseen tieteen paradigmaan ns. *evidenssivaatimuksen* muodossa. Sen mukaan mitään ei ole olemassa, ellei siitä ole *evidenssiä*, so. ellei sitä ole toteen näytetty (”tieteellisesti hyväksyttävällä tavalla”).

Evidenssivaatimuksen virheellisyys käy ilmiselväksi, kun tarkastelemme esimerkiksi aurinkokunnan ontologiaa:

Maaliskuun 13. päivään v. 1781 asti tähtitiede ”tiesi”, että oli olemassa aurinko, kuu ja viisi kiertotähteä. Ne muodostivat aurinkokunnan. Muuta ei aurinkokunnassa ollut olemassa. Mainittuna päivänä William Herschel löysi evidenssin kuudennelle kiertotähdelle seuratessaan kaukoputkellaan yhtä tähteä, joka liikkui radallaan muiden kiertotähtien tapaan. Se sai nimen Uranus. Tuosta hetkestä lähtien on ollut olemassa 6 kiertotähteä, sitä ennen oli 5. Herschel oli siis luonut maailmaan yhden kiertotähden, jota ei evidenssivaatimuksen mukaan aikaisemmin ollut olemassa!

Muuta ei aurinkokunnassa ollut olemassa – kunnes Herschel ilmoitti nähneensä kaukoputkellaan kahden kuun (Titaniaksi ja Oberoniksi nimettyjen) kiertävän Uranusta. Evidenssin mukaisesti oli siis olemassa aurinko, 3 kuuta ja 6 kiertotähteä! Siispä Herschel on katsottava merkittäväksi *luojaksi*.

Mutta ei tässä kaikki. V. 1821 havaittiin Uranuksen kiertoradassa häiriöitä ja v. 1893 J.C. Adams teki niistä laskelmia, joiden mukaan maailmassa *ikään kuin olisi* 7:s kiertotähti (mutta ei ollut, koska siitä ei ollut ”evidenssiä”). Samana vuonna J.G. Galle, aikamoinen luoja hänkin, näki kaukoputkellaan uuden kiertotähden (Neptunuksen) ja nyt sitten siitä olikin evidenssiä ja olemassa oli siis peräti 7 kiertotähteä.

Mutta on kyseenalaista, onko tähtitieteilijä C. Tombaugh luoja. Hän tutki systemaattisesti laajaa tähtivalokuvien kokoelmaa ja löysi 19.9.1915 otetun kuvan, josta 18.2.1930 havaitsi 8:n kiertotähden (Plutoksi nimetyn). Kuka oli nyt luoja? Hänkö, joka otti kuvan ja tietämättään antoi olemassaolon Plutolle, vaiko Tombaugh, joka sanoi sen julki?

*Johdopäätös:* Edellä esitetty osoittaa selvästi, että on virheellistä omistaa olemassaolo vain sellaiselle, josta on ns. evidenssiä. Tultaessa vuoteen 1781 kaikki 8 kiertotähteä mukaan luettuna Pluto sekä kymmenet kuut



ja lukuisat asteroidit *olivat toki olemassa*, vaikkakaan *eivät realisoituneina tulkittuun maailmaan*. Tulkittuun maailmaan nähden ne – possibilianismin mukaisesti – olivat *mahdollisuuksina* olemassa. Siten olisi ennen vuotta 1781 ollut oikein sanoa: Realisoituneena – silmin havaittuina – on olemassa aurinko, maa, kuu ja 5 kiertotähteä ja potentiaalisesti olemassa (mahdollisina) tietymätön määrä muita aurinkokuntaan luettavia tai vaankappaleita.

Oikein suoritettu evidenssin etsiminen paljastaa kylläkin siis sen, onko esiintymä *realisoitunut tulkittuun maailmaamme, ei sitä, onko se olemassa*.

Possibilianismin merkitys käy ilmi, kun muistetaan, että sen perusaksioomalle vastakkainen kanta kuuluu edelleen nykyiseen tieteen paradigmaan mainitun evidenssivaatimuksen muodossa: Mitään ei ole olemassa, ellei siitä ole *evidenssiä*, so. ellei sitä ole toteen näytetty (”tieteellisesti hyväksyttävällä tavalla”). Possibilianismi näyttää siis, että paradigman muutos on väistämätön.

## 9.5 Tiivistelmä: possibilianismin lähtökohta ja perusaksiooma

1. Asiantilat ovat joko mahdollisia tai mahdottomia.
2. Mahdottomia ovat loogisesti ristiriitaiset asiantilat. Muut ovat mahdollisia.
3. *Perusaksiooma: Kaikki mahdolliset asiantilat ovat olemassa – joko potentiaalisina tai realisoituneina.*

Mikään asiantila  $A$  (määrätyllä aikavälillä) ei voi olla varmasti olemassa, koska silloin sen vastakohta  $\neg A$  olisi mahdoton ja kun  $\neg A$  sisältää kaiken muun kuin  $A$ , silloin vain  $A$  olisi mahdollinen – ei mikään muu. Näin ollen on oletettava *asiantilan eksistenssin todennäköisyys* (yhden aika-askeleen sisällä):  $P_{\text{Exist},t}$ . Tämä todennäköisyys voi olla *liikarvoltaan* 1.

4. Mahdollisten asiaintilojen *realisoituminen* (määrätyssä ajanjaksossa) tapahtuu valikoitumisena ehdollisen todennäköisyyden ( $P_{R,T}; E$ ) mukaisesti (olettaen, että  $P_{\text{Exist},t}$  on liikarvoltaan 1, muuten  $P_{\text{Exist},t} \times (P_{R,T}; E)$  – Symboli  $R$  viittaa realisoitumiseen,  $E$  ehtona oleviin olosuhteisiin (environment). Ehto eli olosuhteet, joita mahdollisuuden realisoituminen edellyttää, toteutuu ajanjakson  $T$  aikana todennäköisyydellä  $P_{E,T}$ .

Siis mahdollisen asiaintilan realisoitumisen todennäköisyys ajanjaksona  $T$  on

$$P_{R,T} = P_{\text{Exist},T} \times P_{R,T} \times P_{E,T}.$$

5. Sekä realisoitumisen ehdollinen todennäköisyys  $p_{R,T}$  että realisoitumisen ehdon todennäköisyys  $p_{E,T}$  voivat vaihdella ajan  $T$  funktiona.

6. Olosuhteiden suotuisuuden määritelmä: Olosuhteet  $E$  ovat *suotuisat* silloin, kun realisoitumisen ehdollinen todennäköisyys  $P_{R,T;E}$  on suuri, *epäsuotuisat* silloin, kun se on pieni.

a. Realisoidumisen suotuisuus/epäsuotuisuus voi olla ei-intentionaalisen luonnontapahtumisen eli aineellisen prosessin tai elävän organismin vaistotoimintojen tai tietoisesti päämäärähaakusten tekojen aikaansaamaa.

b. Positiivisten arvojen mukaisten asiaintilojen suotuisuuden – ja vastaavasti negatiivisten epäsuotuisuuden – lisäämiseen tähtäävää ihmisen toimintaa voidaan nimittää *kulttuuriksi* ja kulttuuriteoissaan ihminen on mahdollisuuksiensa rajoissa *luova*, konstruktiiivinen ”mukanaluoja”. Sille vastakkaista, destruktiivista toimintaa – jos se on tietoista – voidaan nimittää *antikulttuuriksi*.

## 9.6 Lakthesis-efekti ja ihmeen ilmentymä

Kvanttimekaniikan alkuvuosina käytiin pitkään jopa kiivasta keskustelua siitä, voidaanko sitä ollenkaan hyväksyä kypsänä teoriana sen indeterministisen luonteen vuoksi. Näytti siltä, että jokainen yksittäistapahtuma määräytyi ikään kuin *arpomalla* teoreettisen estimaatin antamien todennäköisyyksien mukaisesti. Tämä sai Albert Einsteinin esittämään kuuluisan julistuksensa: ”Jumala ei heitä noppaa.” – Kun sitten tultiin simulointeihin, joissa yksittäistapahtumien (rajallisen määrän) estimointi suoritettiin simuloimalla (esimerkkinä Hamiltonin kaksoisrakokokeen simulointi), totuttiin käyttämään ns. *satunnaisluku-generaattoria*, jonka kulloinkin antama satunnaisluku määräsi, mikä vaihtoehtoista mahdollisuuksista toteutui. Huomattakoon kuitenkin, että *absoluuttisesti* satunnaista lukusarjaa ei ihminen eivätkä hänen laitteensa pysty tuottamaan.

Kvanttimekaniikassa on ollut pakko vähitellen hyväksyä ajatus, että kvanttiprosessissa tapahtuu todennäköisyyksien määräämää *valikoitumista vaihtoehtoista – ikään kuin ”Luonto arpoisi”* sen, mikä tuo vaihtoehto tulee olemaan.

”Luonto arpoo” -ajatus tuli mielenkiintoisella tavalla esiin muinaisessa kreikkalaisessa mytologiassa. Oli ylijumala ja alempia, luonnon osa-alueilla toimivia spesialisti-jumalia ja muita asiantuntijoita. Oli myös kolme moiraa, kohtalotarta, joiden hoivaan oli uskottu jokaisen ihmisen ”elämänlanka”. Ensimmäinen, Klotho (Kehräätäjä, Spinne) kehräsi langan syntyvälle elämälle. Toinen, Lakheisis (Osan Suova, Allotter) ohjasi elämänlangan kulkua ja kolmas, Atropos (Torjumaton, the Unturnable) katkaisi sen loppuksi saksillaan.

Kiinnostavin näistä kolmesta on Lakheisis, jonka englantilaiseksi nimeksi on otettu Allotter, arpoja, arvanheittäjä. – Arvattavasti, kun kauppias Artemoforos lähti merimatkalalle, Lakheisis heitti arpaa siitä, tuliko myrsky, joka hukuttaa hänet. Jos noppa näytti ykköstä, kauppias joutui myrskyyn, mutta mytologia ei kerro, saattoiko Lakheisis viime hetkessä kieräyttää nopan toiseen asentoon, kun ei kukaan ollut näkemässä. Voi olla, että kreikkalaiset uskoivat niin. Miksi he muuten olisivat uhranneet Lakheisikselle – eli koettaneet häntä lahjoa – hyvään keikkalaiseen tapaan?

”Luonto arpoo” voitaisiin siis hyvinkin nimetä *Lakheisis-efektiksi (L-efekti)*.

Jos tarkastelemme fenomenologisesti asiaa, huomaamme, että on paljonkin ilmiöitä, joiden ilmentymä on jonkinasteisen *ihmeen* kokeminen.

Arpanopan heitto ja arvan asettuminen niin, että se näyttää neljää pistettä. on ilmiö, jonka havaitsemme välittömästi tässä ja nyt. Sen *ilmentymä* on, että ”kuudesta mahdollisuudesta yksi on valikoitunut, vaikka muilla viidellä olisi ollut yhtä suuri mahdollisuus siihen (jos noppa on oikein tehty eikä anna vääriä tuloksia eikä nopanheittäjä temppuile)”. Tämä on se ”arkiteoria”, jolle ilmentymä tuhannesti on rakentunut, eikä lisää teoriaa kaivata, ts. se, että ”Luonto arpoo”, ei tule erikseen jäsentyneenä esille – se on arvanheitossa niin pieni ihme, ettei se enää ole ihme.

Jokainen lienee kuitenkin elämässään kokenut joskus ilmiön, joka on selvästi suuren ihmeen ilmentymä – suuren siksi, että se on ollut mykistävän yllättävä. Omalta kohdaltani voin mainita tapahtuman

Teiskon – Tampereen maantiellä v. 1971. Olimme ajamassa autollamme, vaimoni ja minä, kohti Tamperetta, kun ohitsemme porhalsi auto, jonka rekisterikilvessä luki: ICH. Ennätin huvittuneena sanoa vaimolleni, että puuttuu vain BIN. Kuinka ollakaan – hetken kuluttua ohitsemme ajoi auto, jonka kilvessä oli tuo: BIN! Se ”löi meidät molemmat ällikällä”. (Jos emme olisi osanneet saksaa, ei olisi ollut mitään ihmeeksi tulkittua ilmentymää. Sen verran on suuren ihmeen edellytyksenä kulttuuri...)

Kukaan tuskin löytää muuta ”selitystä” kuvaamalleni ihmeelle kuin sen, että ”Luonto arpoo” – esiintyy Lakthesis-efekti. Se itsessään on transkendenttinen asia. Se voi realisoitua meille ilmiönä, jossa havaitaan jonkin vaihtoehdon tulevan valituksi monesta kysymykseen tulevasta – *ilman syytä*.

## 9.7 Realisoitumisen ehdot ja ketjut

### 9.7.1 Tilanteen suotuisuus

Kun Arthur Eddingtonin organisoimat tähtitieteilijäryhmät lähtivät todentamaan Einsteinin teoriaa, jonka mukaan valo muuttaa suuntaansa, kaareutuu massan läheisyydessä, ja matkustivat Etelä-Amerikkaan, Atlantille ja Afrikkaan seuraamaan kaukoputkella 29.5.1919 tapahtuvaa auringonpimennystä, ei ollut itsestään selvää, että tuloksia saataisiin – tuloksia, jotka todentaisivat Einsteinin teorian – tai sitten ei. *Situaation*, tilanteen, tuli olla *suotuista* havaintojen tekoon ilmiöstä, joka ilmentäisi Einsteinin suhteellisuusteorian hypoteesia, että tähdestä tuleva valo taittuu suuren massan, Auringon, läheisyydessä. Luonto auttoi tilanteen suotuisuutta järjestämällä auringon pimennyksen, jolloin oli ainoa mahdollisuus nähdä Auringon vieressä ja jopa sen takana näkyviä tähtiä ja saada siten vastaus kysymykseen, oliko noista tähdistä tuleva valo taipunut Auringon läheisyydessä vai ei.

Todennäköisyys tuon ilmiön havaitsemiseen ei suinkaan ollut 1 eli varmaa, vaikka itse pimennys oli ”järjellisesti ajatellen” varma asia. Käytännössä retkikunta joutui sietämättömän jännittyneesti odottamaan, menisikö kaukainen pilvi ratkaisevalla hetkellä tähtien ja Auringon eteen. (Harkitsiko joku uhria Lakthesiselle, sitä ei historia kerro.) Havainnonteko kuitenkin onnistui, sillä tilanne pysyi sittenkin suotuisana

eli taivas kirkkaana Auringon läheisyydessä. Havaittiin ilmiö, joka ilmensi ja *realisoi* Einsteinin suhteellisuusteorian. Ja niin maailma luotiin uudelleen – suhteellisuusteorian mukaiseksi.

Voidaanko jotenkin mitata jonkin mahdollisuuden realisoitumistilanteen *suotuisuutta*? – Periaatteessa se ei ole vaikeaa.

Jari lähtee Norjaan ajamaan autollaan Oslostaa Hammerfestiin järjestääkseen siten suotuisat olosuhteet kauniiden maisemien realisoitumiseksi hänen tajuntaansa. Matka valtatietä on 883 km ja kestää 24 t (keskinopeuden ollessa noin 37 km/t). Mikä on todennäköisyys sille, että Jari vilkaistessaan autosta näkee kauniin maiseman eli ylipäänsä Norjan maiseman (nehän ovat tunnetusti kauniita kaikki)? Voimme asettaa myös kysymyksen: Kuinka pitkän ajan Jari näkee kauniita maisemia?

Kerrotaan, että tuo uusi Norjan ylpeys, valtatie, kulkee tunnelien ulkopuolella viidesosan matkasta eli todennäköisyydellä 0.2. Mutta tälläkin osuudella on mutkia, niin että maisemaan voi vilkaista tunnelista ulkona oltaessa todennäköisyydellä 0.15. Lisäksi norjalaiset ovat kertoneet, että heidän maassaan on aurinkoisia päiviä, jolloin pilvet, sade ja sumu eivät peitä maisemaa. Tilastojen mukaan joka neljäs päivä on sellainen. Siis todennäköisyys vilkaistessa nähdä maisema on 0.25.

Oletamme, että mahdollisuuksien maailmassa Norjan kauniit maisemat ovat *olemassa* todennäköisyydellä 1. Realisoituminen tapahtuu siis *suotuisuuden* todennäköisyydellä, kun esitetyt kolme ehtoa ovat täytetyt:

$$p(R) = 0.2 \times 0.15 \times 0.25 = 0.0075$$

$$\begin{aligned} \text{Jari näkee kauniita maisemia siis } 0.0075 \times 24 \text{ t} &= 0.18 \text{ t} \\ &= 10 \text{ min } 48 \text{ s} \end{aligned}$$

Matkan aikana Jari realisoi ilmentymänä Norjan kauniin maiseman vilkaisuissaan (ei yhtäjaksoisesti) yhteensä liki 11 minuutin ajan. Vilkaisut ovat ilmeisesti hyvin lyhyitä hetkiä, joten on vaikea sanoa, miten Jari ne ennätti hahmottaa.

Suotuisuus on – periaatteessa – mitattavissa.

### 9.7.2 Realisoitumisen suotuisuuden lisääntymisketjut

Luvussa 9.4 todettiin, miten kaukoputken keksiminen lisäsi ratkaisevalla tavalla ”aurinkokunnan luomisen” suotuisuutta, kun sen avulla 3

uutta planeettaa (Uranus v. 1881, Neptunus v. 1893 ja Pluto v. 1930) realisoitui. Historian kirjoittajat kertovat kuitenkin yleensä vain jonkin ”luomistapahtumisen” ketjun loppurenkaista. Tilanteen suotuisuuden alkuvaiheet jäävät vähemmälle.

Kaukoputken realisoituminen oli sekin pitkän *suotuisuuden kasvuketjun* tulos. Se tapahtui Hollannissa ja muutamassa kuukaudessa sen jälkeen Galileo Galilei pani toimeksi, teki kaukoputkensa ja löysi heti Saturnuksen renkaan ja kaksi sen kuuta.

Mutta kuka keksi suurentavan linssin, sen päättelyyn on käytettävä mielikuvitusta. Eiköhän vain asialla ollut joku kapakassa istuva lasinpuhaltaja, joka asetti sattumalta silmänsä tyhjän pullon suuhun vilkaistakseen, miltä maailma näyttää pullon läpi<sup>108</sup>, ja huomasi, että kuva siitä yllättäen suureni. Säännöllisen kuvan antavan linssin realisoitumisen suotuisuus oli kasvanut ratkaisevasti.

Pullojen realisoituminen tähän maailmaan edellytti pullonpuhalluksen realisoitumista ja se tapahtui jo antiikin Kreikassa ja Roomassa. Sitä ennen oli tunnettu kylläkin lasin tuottaminen sirottelemalla lasiainesta muotin päälle ja sulattamalla se – jolloin muotti paloi pois. Lasi-aines, joka siihen tarvittiin, oli realisoitunut (tullut keksityksi) jo 5000 vuotta eaa. – Aurinkokunnan luominen 9 kiertotähteä käsittäväksi on tilanteen suotuisuuden pitkän kasvuketjun aikaansaannos – sanalla sanoen *kulttuurikehityksen* tulos. Sitä on aiheellista tarkastella lähemmin.

### 9.7.3 Kulttuuri *possibilianismin* valossa; *arkikulttuuri* ja *korkeakulttuuri*

On olemassa mahdollisuus, että kaadetun koivun rungon pätkä halkeaa. Jotta tämä mahdollisuus realisoituisi, mikä on ehtona?

Salamaniskuko? Se olisi ihmisestä riippumaton, siis luonnon ”tapahuma” ja sen toteutumisen todennäköisyys hyvin pieni, miltei 0.

Luonnollinen vastaus on: kirveellä lyönti. Kirveen olemassaolo (realisoituneena) ja ihmisen kyky suorittaa sillä taitava lyönti ovat keskeiset ehdot halkeamiselle. *Possibilianismin* käsitteistössä tämä on luettava kulttuuriksi – ehkä *arkikulttuuriksi*, jos halutaan tehdä eroa *korkeakulttuuriin*. Ihmisen arvomaailmassa näillä on eri status, mutta mahdollisuuksien realisoitumisessa ne ovat samassa asemassa. Ero niiden välillä

<sup>108</sup> Tapahtumasta kertoo suomalainen laulu: ”Maailma on ihana kuin paratiisin tarha, kun sitä katsoo pullolla. Pullolla ei voi katsoa harhaan, kun siin’ on tilkkakin pohjalla...”

ei oikeastaan ole kovinkaan selvä: Jos mennään ajassa muutamia tuansia vuosia taaksepäin, kirveen hiominen teräväksi sopivanmuotoisesta ja -laatusesta kivistä ja sen varttaminen oli sellainen harvinaisen osaamisen näyte, että aikanaan sitä oli pidettävä korkeakulttuurina, myöhempien aikojen kuvanveistoon verrattavana.

Voi tuntua oudolta nimetä kirveellä lyömisen tapahtuma kulttuuriteoksi. Johtuneeko se siitä, ettei kulttuurikäsitettä ole tarkkaan filosofisesti analysoitu vaan katsottu se jonkinlaiseksi perinteen vaalimiseksi ja toimintatapojen säilymisen takeeksi. Sen kummemmin ei yleensä ole pohdittu kulttuurin tarkoitusta. Sitä on pidetty selvytenä: ”Taidetta taiteen itsensä vuoksi” (l’art pour l’art).

*Ontologisesta näkökulmasta kulttuurina voidaan pitää kaikkea sitä, joka toteuttaa niitä ehtoja, joiden täyttymistä mahdollisuuksien realisoituminen edellyttää.*

Tämän ontologisen määritelmän mukaisesti pölkyn halkaiseminen kirveellä on kulttuuriteko, niin kuin on viulunsoittajan viulullaan häikäisevän kauniin sävelmän soittaminenkin. Eri asia on se, että sosiaalinen asenteenmuodostus pitää niitä erilaisessa arvossa. (Puhe kulttuurista onkin tavallisesti väittelyä näistä arvoeroista.)

Näin ymmärrettyinä itse asiassa kaikki arkiset toimemmekin ovat ”kulttuuritekoja”: Valmistamme ruokaa. Mitä tämä käyttäytyminen on syvimmältä olemukseltaan? Keräämme aterian ainekset, otamme käyttöön tietyt välineet ja panemme toimeen kypsytyksprosessin – sanalla sanoen toteutamme ravinnon saamisen mahdollisuuden ehdot.<sup>109</sup>

Jokainen askel, jonka otamme kuoppaisella tiellä, on kulttuuria! Kaikkien lihastemme on osallistuttava tiettyyn yhteistoimintaan täyttääkseen ne ehdot, jotka tarvitaan uuteen asentoon siirryttäessä tasapainon säilyttämisen mahdollisuuden realisoimiseksi! (Rutiinikävelyssä paikasta toiseen mahdollisuuden ja sen ehtojen määrittely muuttuu: Uuden paikan saavuttamisen ehtona on tiedostamattoman, rutiinimaisen kävelyn ketjun osaaminen. Kysymyksessä on siis ”kävelykulttuurin” kehittyminen rutiinimaisen osaamisen tasolle.)

---

<sup>109</sup> Jos joku katsoo, että tämä ei ole kulttuuria, menkään italialaisen tai ranskalaisen ravintolan keittiöön puhuttelemaan alan mestaria hänen toteuttamastaan tuhatvuotisesta hyvän ruuan perinteestä; varmistuu, että ruokakulttuuri on jopa äärimmäistä osaamista vaativaa korkeakulttuuria.

Entä oravan käyttäytyminen, kun se ”varastoi” ylimääräiset pähkinät ”pahan päivän varalle” kaivamiinsa kuoppiin, jotka se taputtelee huolellisesti peittoon? Onko se oravan ”säästämiskulttuurista”? – Mikäli voimme ajatella, että orava on tietoinen toimintansa päämäärästä – ”että näitä sitten talven pakkasilla saa tästä” – emme voisi evätä oravalta ”kulttuurityöntekijän” arvoa. Biologiassa kuitenkin oravan teko luokitellaan vaistotoiminnaksi – ja siten ei-intentionaaliseksi, vain perityksi reaktioksi ympäristöön ärsykkeisiin tässä ja nyt. Siinä katsannossa oravan käyttäytymistä voisi nimittää *kvasikulttuuriksi*: sillä on kulttuurin funktio (mahdollisuuksien realisoimisen mielessä), mutta se *ei ole* samaa kuin varsinainen kulttuuri, tietoisuuden intentionaalinen toiminta. On aiheellista rajoittaa kulttuurin käsite vain tietoiseen, päämäärähakuiseen eli intentionaaliseen käyttäytymiseen.

## 9.8 Tapahtuminen ja teot

On erotettava toisistaan selvästi *teot ja tapahtuminen*. On huomattava, että vain *teoilla* voi olla tarkoitus, ei *tapahtumilla*.

Luonnonvoimien aikaansaannoksilla ei ole tarkoitusta. Myrskyn tarkoituksena ei ole kaataa puita – eikä puilla tarkoituksena kaatua. Ne vain kaatuvat myrskyssä. *Tapahuu*, että ne kaatuvat.

*Tapahuu* on prosessin jonkin vaihtoehdonvalikoitumista. Tapahutumisessa ikään kuin ”arpa” määrää vaihtoehtojen joukosta jonkin kohteen, mutta *teko* on *valintaa* vaihtoehtoista. Tekoa tehdessään tekijällä, subjektilla, on lisäksi *mahdollisuus hyväksyä* tai *hylätä* tuo valikoitunut kohde, tiedostamattoman tuottama yllyke – ja hylkäämisen jälkeen tilaisuus antaa valikoitumisen tapahtua uudelleen ja jälleen hylätä tai hyväksyä se jne. Kun subjekti, ihminen, on vihdoinkin tehnyt hyväksymispäätöksen, on tapahtunut *valinta*.

*Tapahutuksen* ja *tekojen* kahtiajako on filosofisesti erittäin oleellinen asia. Vain teokoihin liittyy *valintaa* (tietoisuudessa). Valinta on *tahtoa*.

*Vapaan tahtoon* ns. kahden askelen teoria (two-step theory of free will) sisällyttää siihen 1) *vapauden* vaihtoehtojen valikoitaviksi tarjoutumisen muodossa ja 2) *tahtomisen* niistä *valinnan* muodossa (yllykkeen hylkäämisen tai hyväksymisen). – Esimerkiksi shakinpelaajalla on peliä aloittaessaan se vapaus, että hänellä on 18 vaihtoehtoa siirtoa valittavanaan.



Hän voi saada mieleensä yllykkeen siirtää vasenta reunasotilasta kaksi askelta, mutta hän hylkää sen nopeasti shakkistrategian teorian vastaisena, samoin yllykkeen siirtää ratsua jne. Jossakin vaiheessa hän lopulta hyväksyy teorian suosittelman keskustasotilaan siirron, josta hänellä on hyviä kokemuksia. Tämä *valintateko* on intentionaalinen, sillä on tarkoituksena päästä päämäärään, edulliseen peliin, kenties voittoon.

Kyllähän lapsellakin – tai jollakulla muullakin vasta-alkajalla – on vapaa tahto siirtojen tekemiseen – jopa niin vapaa, että hän vähät välittää pelin säännöistä. Näyttää siltä, että hän toimii, niin kuin ”mieleen juolah-taa”, ilman tarkoitusta, intentiota. ei ole oikein sanoa aivan niinkään. Lapsen intentiona on ehkä pelkkä siirtämisen hauskuus.

Saattaa näyttää siltä kuin pelin säännöt rajoittaisivat yksilön vapaata tahtoa. Niin e kuitenkaan ole asia. Aktuaaliseksi elämänkentäksi yksilö on valinnut shakkipelin pelaamisen, ja periaatteessa hänellä on ollut vapaa tahto päättää niin. Tuo vapaa tahto luonnollisesti säilyy hänellä mahdollisuutena valita aktuaalinen elämänkenttä toisinkin: hän voi kaataa kuninkaansa merkiksi lopettaa peli ja vaihtaa aktuaalista elämänkenttää siirtymällä työn ääreen – hän voi kaataa kaikki nappulat tai heittää laudan ja nappulat lattialle tms.

Yksilöllä on vapaa tahto valita kulloinkin aktuaalinen elämänkenttensä. Tosin ympäristötilanne tai tulevaisuusnäkymät asettavat valinnalle rajoja.

Vapaan tahdon tuottaman valinnan *intentionaalisuus*, päämäärähakuisuus, voi vaihdella suuresti sekä yksilön elämässä että yksilöitten kesken. Juridiikkaa opiskelevan neiti Ihamaniemen aktuaalinen elämänkenttä (jonka hän on vapaasta tahdostaan valinnut) sisältää tavallisesti päämäärätilanteena valmistumisen viiden vuoden kuluttua lainopin kandidaatiksi ja välitilanteina muutaman tuhatsivuisen lakikirjan lukemisen. Mutta hänellä on tahdonvapaus valita välillä elämänkenttä toisinkin – ”järjettömästäkin”: Hän voi lähteä teekkari Purontakasen kanssa jonkun ”artistin” konserttiin heiluttamaan käsiään ja notkauttamaan lantiotaan tuhatpäisessä joukossa kokeakseen yhteisen rytmi-hurmion ja joukkosuggestion lumon. Niin kauan kuin ollaan tässä elämänkentässä, vapaalla tahdolla on valittavana tasan kaksi vaihtoehtoa: ”hassuus” ja ”hulluus”.

On yksi elämänkenttä, jota ei voi valita: koko elämä, kaikki elämäntilanteet. Sen puitteista yksilön on löydettävä päämäärä, koko elämän

tarkoitus. Muuten elämä kokonaisuutena on harhailua eli heittymistä aktuaalisesta tilanteesta toiseen, tapahtumista – ei tekoja – ei päämäärähakuista valintaa, korkeintaan näennäisesti sitä (kun toisetkin hapuilevat polullaan samalla tavalla).

## 9.9 Ihmisen merkitys

Mahdollisuusfilosofian aspektista *ihmisen merkitys* maailmassa näyttäytyy uudessa valossa. Hän ei ole vain korkealle kehittynyt laji lajien joukossa, se, jonka aivot ovat suhteessa kehoon tavallista suuremmat ja ennen kaikkea monimutkaisemmat kuin muilla eliölajeilla, niin että hänen käyttäytymisensä on artikuloitumpaa, koska hänellä on aivojensa impulssiketjuissa enemmän ja monipuolisempia ”ajatuksiksi” sanottuja rakenteita kuin muilla eliöillä.

*Ihminen näyttää olevan siinä ainutlaatuisessa asemassa, että hän voi vaikuttaa mahdollisuuksien realisoitumisiin muuttamalla niiden ehtoja tietoisella intentionaalisella toiminnallaan.*

Nykyajan ”kirveskansa” hioo ja varttaa uusia, yhä terävämpiä tieteen kirveitään mahdollisuusmaailmojen salaisuuksien pölkkyyä halkoakseen – paremmin nähdäkseen, yhä paremmin tulkitakseen olevaa.

Mutta tämä ”*luomisen työhön osallistuminen*” ei koske vain huippufysiikoja, terävästi ajattelevia filosofejia, musiikin ja muun taiteen mestareita, runoilijoita, sanalla sanoen ns. korkeakulttuurin edustajia, vaan – kuten olemme todenneet useassa yhteydessä – kaikkia tietoisia ihmisolentoja. *Tässä on ihmisen toimien mielekkyys ja jokaisen ihmiselämän mittaamaton arvo.*

## 9.10 Kuolemasta possibilianismin valossa

Oleellista kuolemassa näyttää olevan kuolevan yksilön ja toisten ihmisten välisen kommunikaatiomahdollisuuden lakkaaminen sekä tajunnan *välineiden* (aivojen ja muun elimistön) suorituskyvyn loppuminen.

Mutta mitä tapahtuu niille mahdollisuuksille, potentiaalisille asioille, joiden realisoimiseen osallistuminen minulta nyt näyttää jäävän kesken? Mihin ne olisivat voineet kadota? Nehän ovat olemassa kuten

ennenkin, odottavat vain suotuisia olosuhteita realisoituakseen. Onko silloin niin tärkeää, että juuri minä, minun tajuntani auttaa niiden realisoitumisessa? (Olisi outoa ajatella, että muut eivät pysty mihinkään.) – Tunne siitä, ettei enää saa ”olla leikissä mukana”, on kylläkin hyvin turhauttavaa meidän itsekeskeisessä kulttuurissamme, mutta on lohdullista uskoa, että myös tuo turhautuneisuus loppuu kuolemassa.

Ne mahdollisuudet, joiden toteutumista tässä maailmassa olin pitänyt tärkeänä, eivät ole kadonneet. Niissä on minun kuolemanjälkeinen elämäni. Eihän ole tärkeää, että se, joka ne toteuttaa, kokee joskus olleensa minä.

Eino Kaila esitti kerran 1940-luvulla sivuhuomautuksena luentonsa aikana – muistini mukaan suunnilleen näin: ”Mitä jälleensyntymiseen tulee, on syytä kysyä, onko tärkeää, että se yksilö, jona minä uudestisyntyn, muistaa olleensa joskus minä ja että hän on juuri samanlainen kuin minä. Eikö ole suotavampaa, että hän on hiukan parempi yksilö kuin minä. Eikö ole suotavaa, että hän on paljonkin parempi. Minä synnyn joka hetki jossakin lapsessa uudelleen.”

Mutta saattaa ymmärtää niitäkin itserakkauteen taipuvaisia, jotka uskovat tajuntaminänsä kuoleman jälkeen lepäävän tallella eräänlaisena persoonana, ”mahdollisuuksien kimppuina”, transkendenttaalisessa ”ollen olevassa”.

Fysikalistisen maailmankuvan mukaan kuolemanjälkeistä elämää ei ole, koska siitä ei ole evidenssiä. Tämä on sen näkökannalta loogista, koska se kieltää tajunnan olemassaolon pitäen sitä vain ”atomien tanssin” komplisoituna (emergenttisenä) ilmenemänä ja sivuuttaa kokonaan merkitysten maailman. Sen sijaan fenomenalismin mukaan merkitysten maailma realisoituu tietoisuudessa eikä ole redusoitavissa aineelliseksi. Se ei kuitenkaan tarkastele kysymystä tietoisuuden säilymisestä biologisen kuoleman jälkeen.

Possibilianismin mukaisesti tässäkin asiassa, joka ei esiinny meille realisoituneena, mutta on ristiriidattomasti mahdollinen, järjenmukainen kanta on *agnostinen*: emme (vielä, v. 2020) tiedä, mutta *on olemassa* – so. saattaa jopa realisoitua.

Jos agnostisismi meissä kallistuu sille tolalle, että uskomme kuolemanjälkeisen elämän ”hyvinkin mahdolliseksi”, se ei merkitse, että voisimme tietää, millaista se on. Tuskin voimme sellaisenaan omaksua

kansanperinteessä eläneitä tarinoita, mutta ei meillä näytä olevan myöskään yhteisesti uskottavaa nykytieteen tarinaa.

Yksi uusi tarinaehdotus voisi olla se, että kuvittelemme tajuntasysteemin hierarkiassa ”ylempien” kenttien säilyvän, koska ajattelemme ne riippumattomiksi välittömästi aivotoimintoja käyttävistä ”alemmista” kentistä. Voidaan hyvinkin kysyä: Jos elimistö ja siinä aivot, jotka panevat toimeen tietoisuudesta tulevia käskyjä, menee romuksi niin kuin auto kolarissa, onko ”kuljettajan” (tietoisuuden) myöskin pakko kolaroitua? – Entä ooppera, jota parastaikaa kuuntelen radiosta? Kun vanha radio vaikenee jonkin vian takia, kuinka voisin väittää, että siinä koko oopperaesitys häviää saman tien?

### 9.11 Jumalan olemassaolon ja realisoitumisen kysymys

Mahdollisuuksien filosofian mukaan *ateismi* ankarimmassa muodossaan *ei voi olla totta*: Emme voi olla 1:n todennäköisyydellä varmoja siitä, että Jumala olisi luokiteltava mahdottomien asioiden joukkoon. Jumala on mahdollinen ja siksi olemassa oleva (potentiaalisesti tai realisoituneena). Sama koskee ”tuonpuoleista elämää” – kun emme voi osoittaa sitä nimenomaan loogisesti mahdottomaksi, se on mahdollinen ja sellaisena se on olemassa.

*Jumala on mahdollinen ja siis olemassa.*

Eagleman herätti pahennusta kutsuessaan Raamatun kertomuksia vanhentuneiksi ”tarinoiksi”, joiden sanomaan on nykyihmisen vaikea uskoa. Hän ei kuitenkaan ottanut kantaa siihen, olisiko moisille tarinoille jotenkin löydettävissä moderni asu. Mikäpä siinä.

Edellä aloiteltiin tarinaa ”sielun kuolemattomuudesta” pohtimalla, saataisiko ihmisen tajuntakenttien hierarkian ”yläpuolella” olla aineellisesta riippuvuudesta vapautunutta minää (henkeä) sääteleviä korkeamman tajunnan kenttiä. Tämä tarinamme jatkuisi luontevasti vielä niin, että kertoisimme kaikkea ohjaavasta ”ylimmästä kentästä”. Koska tällainen ”kenttä”-nimitys vaikuttaa liiankin modernilta, kovin arkiselta ja epäromanttiselta, nimi ylimpänä vaikuttavalle systeemille voitaisiin valita niistä, joita jo on käytettävissä: Isä meidän, Herra Sebaot, Jehova, Isten, Astvas, Tanri, Taivaan isä, Taivahan Pyhä Herra, Isämme Armias, Dyuma, Jomal, Jumala, Dievs, Dio, Deus, Dieux, Theos, Zoti,

God, Jainkoa, Allah, Ilaah, Kami, Bog, Bhagavana, Mungu, Suuri Henki, Ylin Ohjaaja<sup>110</sup> jne.

Entä Ylimmän Ohjaajan eli Jumalan (eli Dyuman eli Dion eli Bogin eli Kamin jne.) *realisoituminen*? Onko Jumala realisoitunut ja miten määriteltynä ja millaisessa yhteydessä, se on ollut uskontojen välisen jatkuvan kiistan, jopa sotien aihe. Ei ole tehonnut Mestari Eckhartin viisas huomautus: ”Jumala ei ole sitä eikä tätä... Jos joku luulee tulleensa tietoiseksi Jumalasta, ... hän ei tunne Jumalaa.”<sup>111</sup>

Jumala-kokemus ilmiönä ja ilmentymänä on kuitenkin vakavasti otettava asia, jolle ei pidä noin vain kohauttaa hartioitaan. Se on täysin subjektiivinen ja vaikeasti kommunikoitava – ennen kaikkea siksi, että Jumala-käsite on niin sanoakseni ”tiheän semanttisen viidakon” peitossa. Ei vain eri uskontokuntien välillä vaan myös niiden sisällä on miltei mahdotonta löytää intersubjektivistä hyväksyntää. Kuitenkin sosiaalinen kanssakäyminen yhteisöjen välillä ja yksilöitten kesken on onnistuakseen ratkaisevasti riippuvaista ”perimmäisiin kysymyksiin” annetuista vastauksista ja niistä johdetuista eettisistä arvoista.

Kysymys *Jumala-uskon realisoitumisesta* näyttää siis olevan enemmän pragmaattinen kysymys kuin filosofinen ontologian probleema.

Käytännössä tarvitaan empaattisuutta, keskinäiseen ymmärtämykseen perustuvaa sovinnollisuutta – ja tätä juuri korostaa possibilianismi: ajattelun avoimuutta ja suvaitsevuutta toiminnassa. Vain suvaitsemattomuutta on oltava suvaitsematta – periaatteessa, kohtuullisesti, jossakin määrin.

Kauneuden, pyhyiden, syvän rakkauden elämykset ovat subjektiivisia ja jos yksilö tulkitsee ne Jumalan läsnäoloksi, hän joutuu länsimaisen kulttuurin piirissä yhteisössään usein vaikeuksiin siksi, että asiasta vaaditaan evidenssiä, todeksi näyttämistä, ennen kuin se hyväksytään intersubjektiviseksi ”totuudeksi” – siinä määrin fysikalismi on valtavirtauksena. Vain paradigman muutos voi vapauttaa sekä tästä syvästä, yksilön sisäisestä että yhteisöjen välisestä sosiaalisesta konfliktista.

<sup>110</sup> Itse käytän tarpeen vaatiessa termiä Ylin Ohjaaja. -- Tekijä

<sup>111</sup> Mestari Eckhart: Sielun syvyys. Basam Books, s. 174.

## 9.12 Elämän tarkoituksesta

Vaikka elämä periaatteessa on valtavan runsas, oma maailmansa, täynnä moninaisten kokemusten vyöryä, silti monelle nykykulttuurin piirissä elävälle jää outo tunto menneistä, ”hukatuista” päivistä: Tätäkö se oli? Tässäkö on kaikki? Syömistä, juomista, arjen jatkuvia rutiinitehtäviä, tietokoneen tai kännykän alituista nakuttamista, ehkä pieniä haihtuvia ilon hetkiä, joista voi todeta Eino Leinon tapaan: ”Turhaan, oi, turhaan tartun ma hetkehen kiinni, riemua ei suo rattoisa seura, ei viini...”

Possibilianismin näkökulmasta jokainen elämä on uniikki, äärimmäisen rikas ja vaihteleva mahdollisuuksien toteutumisyritysten ja toteuttamisten ketju, arvaamaton, yllätyksiä täynnä. Ihmiselle, joka kykenee lapsuuden luontaisen uteliaisuutensa säilyttämään elämänsä läpi, se on jatkuvasti ihmeiden aarreaitta. Mihin se katoaa?

Ihmisen elämän tarkoitus on tuottaa – omia valintoja käyttäen -- suotuisia olosuhteita mahdollisuuksien toteutumiselle reaalissa maailmassa, niiden mahdollisuuksien, joiden hän *uskoo* olevan arvokkaita ”todellisesti” – koko hänen tunne-elämänsä vahvistamina.

Ihmisen on syytä nähdä ”luoja” myös toisessa ihmisessä. Hänen tuhoamisensa olisi kokonaisen maailman tuhoamista.

Ihmisen elämän tarkoitus on olla ”oheisluoja”. Tämä juhlallinen nimitys ei suinkaan kuulu vain ns. korkeakulttuurin edustajille, suurille tiedemiehille, ylistetyille taiteen mestareille ja neroille ylimalkaan. Ei, se kuuluu jokaiselle: leikkivälle lapselle, joka ”luo” kävyistä ja tikuista ihmeellisen kartanon, pikkupojalle, joka tyhjästä tulitikkulaatikoista ja lankarullista taikoo junan. Se kuuluu jokaiselle laulelman hyräilijälle, vitsin veistäjälle, huoneen somistajalle, äidille, jonka hymyyn lapsi vastaa hymyllä. Vähäisinkin teko, joka aukaisee mahdollisuuden, on ”luomista” – se tuo jotakin johonkin tulkittuun maailmaan.

Tieteen ja merkitsevien keksintöjen historia nostaa esiin myös ”luomisen” erikoispiirteen: tärkeät löydöt ja oivallukset eivät suinkaan ole aina tapahtuneet yksinomaan suurissa yliopistoissa ja laitoksissa suuren rahan saattelemina, vaan usein jonkun Edisonin yksinäisessä työpajassa, jonkun Franklinin lennättäessä leijaansa niityllä ukonilmalla, jonkun patenttitoimiston pikkutoimitsijan tehdessä laskelmiaan vanhaa kirjekuorta muistilappuna käyttäen, jonkun Newtonin mietiskellessä omenapuun alla omenan putoamisen ihmettä. – Näyttää olevan olemassa

---

erityistä kosmista huumoria, jolla on taipumus hauskuttaa meitä aika ajoin tekemällä pienestä suurta – joskus aivan vähäisestäkin peräti maailmaa mullistavaa.





## Kirjallisuutta:

- Atmanspacher, Harald (2004): Quantum Approaches to Consciousness. Stanford Encyclopedia of Philosophy.
- Baeyer, Hans Christian von (2001): In the beginning was the bit. Anton Zeilingerin haastattelu. New Scientist magazine, 17.2.2001.
- Baeyer, Hans Christian von (2005): Informaatio; tieteen uusi kieli. Suom. Timo Paukku. Terra Cognita.
- Chalmers, David J. (1995): Facing Up to the Problem of Consciousness. Journal of Consciousness Studies 2(3):200-19, 1995.
- Chalmers, D. J. (1996): The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory, Oxford University Press, 1996.
- Doyle, Robert (): Cosmic Cratation (suomennos: [www.protsv.fi/verkko/2015\\_Rainio-Doyle.pdf](http://www.protsv.fi/verkko/2015_Rainio-Doyle.pdf))
- Eagleman, David (2009): Stray questions for David Eagleman. New York Times, July 10, 2009
- Eccles, John C. (1994): How the Self Controls its Brain. Springer-Verlag.
- Enqvist, Kari: Olemisen porteilla. WSOY, Juva, 1998.
- Germine, Mark (2010): The Next Scientific Revolution: A New Theory of Mind, Evolution, and Quantum Reality Based on Process Metaphysics. Dynamical Psychology, 2010.
- Gough, Michael Paul (2011): Holographic Dark Information energy. Entropy, 2011, Vol. 13, pp. 924-935
- Gudder, Stanley (1986): Discrete Quantum Mechanics. J. Math. Physics, 27, 1782 (1986)
- Heisenberg, Werner (2000): Fysiikka ja filosofia. Suom. Risto Vilkkö. Art House, 2000. (Alkuteos: Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Sciences, 1958.)
- Husserl, Edmund (1995): Fenomenologian idea. Viisi luentoa. Loki-kirjat, Helsinki, (suom. Juha Himanka alkuteoksesta "Die Idee der Phänomenologie", 1950)
- Kallio-Tamminen, Tarja (2006): Kvanttilainen todellisuus. Fysiikka ja filosofia maailmankuvan muovaajina. Yliopistopaino Kustannus.
- Kallio-Tamminen, Tarja (2020): Fysiikan kestävä keveys. Futura

2/2020

- Kirk, Robert (2019): Zombies. Stanford Encyclopedia of Philosophy
- Kokelmans, Joseph (1993): Ideas for a Hermeneutic Phenomenology of the Natural Sciences. 1993
- Laszlo, Ervin (2003): The Connectivity Hypothesis; Foundations of an Integral Science of Quantum, Cosmos, Life, and Consciousness. State University of New York Press, 2003.
- Laszlo, Ervin (2004): Science and the Akashic Field; An Integral Theory of Everything. Inner Tradition, Rochester, Vermont, 2004.
- Liebert, R.M. and Burk, B. (1985): Voluntary control of reversible figures. PubMed, U.S. National Library of Medicine
- Lowe, E.J. (2010): The Mind Matters: Consciousness and Choice.
- Lowe, E. J. (2000) : An introduction to the philosophy of mind. Cambridge University Press, 2000.
- Marshall, I.N. (1995): Some Phenomenological Implications of quantum model of consciousness (199
- McFadden, Johnjoe (2000): Quantum Evolution. Harper Collins Publishers.
- Meillassoux, Quentin (2008): After Finitude: An Essay On The Necessity Of Contingency, trans. Ray Brassier (Continuum, 2008).
- Northrop, F. S. C. (2000): Johdanto. Teoksessa Heisenberg, Werner: Fysiikka ja filosofia. (Ks. Heisenberg.)
- Ohta, Nobuo – MacLeod, Colin M. – Uttl, Bob: Dynamic Cognitive Processes.
- Polkinghorne, John (2009): Mind and Matter; Physicist's View. Philosophical Investigations 32. (2009)
- Pylkkänen, Paavo (2007a): Mind, Matter and the Implicate Order. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007.
- Pylkkänen, Paavo (2007b): Is quantum theory relevant to the study of consciousness? *Futura* 3/2007, pp. 90-93.
- Rainio, Kullervo (1993): Vastaa minulle, maailma! Psykologin näkökulma todellisuuteen. Yliopistopaino 1993.
- Rainio, Kullervo (2000a): Miten tietoisuus säätelee aivojaan. Kanava 1/2000. (Teksti muokattuna ja piirroksin varustettuna myös teoksessa Rainio, Kullervo: ”Älyn älyäminen”, Minerva, 2005, ss. 77-95.)
- Rainio, Kullervo (2000b): Cognitive Process and Behavior; A Conceptual Framework and Simulations. Research Reports 1/2000, Department of Social Psychology, Helsinki

- Rainio, Kullervo (2005): Älyn älyäminen ja muita psykologis-filosofisia kommentaareja. Minerva
- Rainio, Kullervo (2006a): Kvantti ja kognitio – dynaamisen psykologian tarkastelua kvantti-viitekehityksessä. Luonnonfilosofian seuran julkaisuja XIV.
- Rainio, Kullervo (2006b): Diskreetti prosessimalli kvantti- ja tajuntasysteemeihin sovellettuna. Luonnonfilosofian seuran julkaisuja XV.
- Rainio, Kullervo (2008): Discrete Process Model for Quantum and Mind Systems. Research Reports 1/2008, Department of Social Psychology, Helsinki University.
- Rainio, Kullervo (2009a): Discrete process model for quantum systems of matter and mind. World Futures 2009.
- Rainio, Kullervo (2009b): Kurt Lewin's dynamical psychology revisited and revised. Dynamical Psychology, Jan. 2009.
- Rainio, Kullervo (2011a): The Mind/Brain Problem and Perception in Terms of Discrete Quantum Mechanics. International Journal of Psychological Studies, Vol. 3, n:o 2, pp. 87-106, 2011.
- Rainio, Kullervo – Malaska, Pentti (2011c): Vektori-interferenssi diskreetissä kvanttimekaniikassa.
- Rainio, Kullervo (2020): Polkuja ja risteyksiä. Ajatuspaja Libera, 2020.
- Rauhala, Eero (2013): Higgsin hiukkanen ja Husserlin subjektiviteetti. Tieteessä Tapahtuu, 4/2013, ss. 13-21
- Rauhala, Lauri (2007): Ihmistajunta tutkivana ja tutkittavana. Tieteessä tapahtuu 8/2007
- Rauhala, Lauri (1995): Tajunnan itsepuolustus, Yliopistopaino, 1995.
- Rauhala, Lauri (1998): Ihmisen ainutlaatuisuus, Yliopistopaino, 1998.
- Revonsuo, A. & Newman, J. (1995): Binding and consciousness. *Consciousness and Cognition* 8, 123-127, 1995
- Schacter, Daniel L. (2001): Muisti; aivot mieli ja menneisyys. Suom. Tommi Ingalsuo ja Maarika Toivonen. Terra Cognita, 2001.
- Schrödinger, Erwin (1951): Science & Humanism; Physics in Our Time. Cambridge Univ. Press.
- Stapp, Henry (1993): Mind, Matter, and Quantum Mechanics. SpringerVerlag. 1993.
- Stapp, Henry: Ontology and Mind, Matter Synthesis.
- Suntola, Tuomo (1998): Dynaaminen Universumi. Libella Oy, Espoo
- Suntola, Tuomo (2018): Tieteen lyhyt historia. Physics Foundations Society. E-book (pdf)

- Suntola, Tuomo (2020): Tulevaisuutemme tarvitsee ymmärrettävän todellisuuskuvan. *Futura* 2/20.
- Tye, Michael (2016): Qualia. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.  
*First published Aug 20, 1997; revision Mon Dec 18, 2017*
- Toppino, T.C. and Long, G.M.: Top-Down and Bottom-Up Processes in Perception of Reversible Figures. Teoksessa: Ohta, Nobuo – MacLeod, Colin M. – Uttl, Bob: *Dynamic Cognitive Processes*.
- Ule, Otto (1845): Mintähden ja Sentähden. Kysymyksiä ja Wastauksia Kaikkeen Luonnon Tietoon kuuluwista Asioista. Frenckelin ja Pojan Kirjapainossa; J.W. Lilljan kustannuksella. Turussa 1845.
- Zohar, D. (1995): A quantum mechanical model of consciousness and the emergence of "I". *Mind and Machines* 5 (1995)
- Zeilinger, Anton (1996): On the Interpretation and Philosophical Foundation of Quantum Mechanics. Teoksessa: Vastakohtien todellisuus, *Festschrift for K.V. Laurikainen*. U.Ketvel et al. (Eds.). Helsinki University Press, 1996.