

Psykofyysisen probleema ja Ecclesin ratkaisun matemaattinen kuvaus

Kullervo Rainio (5.11.2016)

Sisältö:

1. Johdanto	s. 1
2. Ecclesin eksosytoositeoria: Miten tietoisuus säätelee aivojaan ¹	s. 2
2.1. Sir John C. Eccles	s. 2
2.2. Aivosoluista	s. 2
2.3. Synapsi ja eksosytoosi	s. 4
2.4. Ecclesin ja F. Beckin teoria tietoisuuden ja aivojen interaktiosta	s. 5
3. Ecclesin teorian perushypoteesi matemaattisesti kuvattuna	s. 6
3.1. Eksosytoosin tilavektori ja tajunnan 1. taso; lepotila	s. 6
3.2. Herääminen	s. 8
3.3. Tarkkaavuuden differentioituminen (fokusoituminen)	s. 11
3.4. Palautuminen lepotilaan	s. 11
3.5. Nukahtaminen	s. 12
4. Tajunnan prosessi	s. 13
Kirjallisuutta	s. 14

Tiivistelmä

Tässä tutkielmassa esitellään lyhyesti John C. Ecclesin teoria tajunnan ja aivojen kvanttifysikaalisesta vuorovaikutuksesta ns. eksosytoosissa, impulssien kulussa synapsiraon yli. Luvussa 3 rakennetaan tälle prosessille matemaattinen (stokastinen) malli ja tarkastellaan sen mukaisesti tietoisuuden ohjaamaa aivojen eri tilojen syntyä, lepotilaa, heräämistä, nukahtamista, tarkkaavuuden ilmenemistä ja differentioitumista. Luku 4 käsittelee vuorovaikutusprosessia tajunnan eri tasoilla.

Avainsanat

dendroni, Ecclesin teoria, eksosytoosi, psykoni, stokastinen prosessi, synapsis, tajunta, tarkkaavuus, tietoisuus, tilavektori

¹ Luku 2 perustuu Luonnonfilosofian Seurassa pitämäni esitelmän v. 1998.

1. Johdanto

Äärimmäisen, ns. eliminoivan materialismin edustajat (mm. Patricia Churchland) katsovat, ettei puhe tajunnasta kuulu lainkaan tieteeseen vaan koko tajunnan käsite olisi hylättävä. Niinpä vielä meidän aikamme aivotutkijatkin keskittyvät jokseenkin yksinomaan aivofysiologiaan, aivojen tutkimiseen fyysisenä esiintymänä. Ns. neuropsykologia kylläkin hyväksyy tajunnan olemassaolon ja käyttää introspektiota selvittääkseen, mitä koehenkilö kokee tutkimustilanteessa, samalla kun aivojen fyysinen tila tässä tilanteessa koodataan. Näin tulokseksi saadaan korrelaatioita. Ne eivät kuitenkaan sellaisenaan tuo esiin kausaalisuhteita, ei vahvaa eikä edes heikkoa kausaaliteettia. Kuitenkin tulokset pyritään tulkitsemaan kausaalisesti ja tällöin säännöllisesti niin, että syy on aivotila ja seuraus kokemus, esimerkiksi ihastuksen tuntemus seurausta määrätyn otsalohkon alueen aktivoitumisesta, uskonnollinen hurmos toisen jne. Korrelaatio ei anna perusteita tällaiseen yksisuuntaiseen tulkintaan.

Materialistinen metodi, syysuhteen tulkitseminen niin, että aivojen tila (fyysinen) on syy ja kokemus (experience) seuraus, veisi johdonmukaisesti toteutettuna vahvaan determinismiin, ellei poikkeamia ennusteista selitettäisi epistemologisesti, tiedon puutteeksi. (Sama tilanne vallitsi klassisessa fysiikassakin, kunnes kvanttimekaniikan myötä oli pakko hyväksyä tieteelliseen kuvaukseen aito indeterminismi – stokastisuus todellisuuden säännönmukaisuutena.)

Lähtökohta tässä tarkastelussamme on toinen: käyttäytyminen (behavior) on kvanttimekaanisesti tulkittujen systeemien, aivosysteemin ja tajuntasysteemin, vuorovaikutusta. Itse asiassa tajunta on syytä ymmärtää useina (eritasoisina) systeemeinä. – Kun on kysymys superpositio-olemisenmuodossa esiintyvistä systeemeistä, vuorovaikutus on (vektori)-interferenssin mukaista.

Varsinainen matemaattinen mallimme rakentuu aivotutkimuksen nobelistin John C. Ecclesin teorian matematisoituun muotoon (ks. Rainio, 2011, 2000). Ecclesin omin sanoin hänen hypoteesinsa on se, että ”the mental intention (the volition) becomes neurally effective by momentarily increasing the probability of exocytosis in certain cortical areas” (Eccles, 1994, p. 160). (Kursivointi Ecclesin.) Eksosytoosi tarkoittaa tapahtumaa, jossa hermoimpulssi ylittää synapsiraon (synaptic cleft).

Koska esityksessä ryhdytään käyttämään Ecclesin teoriasta otettuja esimerkkejä, on syytä seuraavassa jaksossa esittää oleelliset piirteet tästä teoriasta .

2. Ecclesin eksosytoositeoria: Miten tietoisuus säätelee aivojaan

2.1. Sir John C. Eccles

Sir 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 huomattavat teokset “The Neurophysiological Basis of Mind: The Principles of

Neurophysiology“ (Oxford, 1953) ja “The Physiology of Nerve Cells“ (Baltimore, 1957). Näistä perustavanlaatuisista, hermoimpulssien ylikulkua synapsissa koskevista töistään hän sai fysiologian ja lääketieteen Nobelin palkinnon vuonna 1963.

Vuosikymmeniksi tämä nobelisti keskittyi psykofyysisen eli mind-brain -probleemaan, tietoisuuden ja aivojen välisen vuorovaikutuksen vaikeaan kysymykseen. Tärkeimmät teokset tästä teemasta ovat Ecclesin yhdessä Popperin kanssa kirjoittama “The Self and Its Brain“ v:lta 1977 ja v. 1989 Ecclesin julkaisema “Evolution of the Brain: Creation of the Self“, mutta kaikkein tähdellisin hänen viimeinen julkaisunsa “How the Self Controls Its Brain“ v:lta 1994.

Sir John Eccles kuoli 91 vuoden ikäisenä toukokuun 2. päivänä vuonna 1997.

2.2 . Aivosoluista

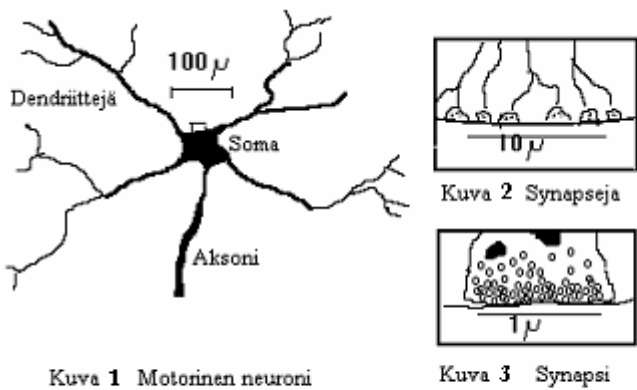
Koska esityksen painopiste on psykofyysisen probleeman ratkaisun kannalta oikeastaan eräässä aivofysiologisessa detaljissa - mutta äärimmäisen tärkeässä - aivojen rakenne ja toiminta kokonaisuutena voidaan sivuuttaa muutamalla maininnalla.

Isoissa aivoissa on hermosoluja eli neuroneja yli 10¹¹ 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 ole “suurempia tai pienempiä“. Voidaan siis sanoa, että hermoston toiminta on kvantittunut impulssiyksiköiksi. Siten esimerkiksi näköhavainnon yhteydessä silmän tappi- ja saivasolujen 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 2.1 on esitetty piirros hermosolusta ja kuvassa 2.2 erityisesti solun pinnalla sijaitsevista toisen solun haarakkeista, jotka päättyvät kukin synapseihin. Yksi tällainen synapsi on lisäksi esitetty suurennettuna kuvassa 2.3.

Synapseja on jokseenkin runsaasti: esimerkiksi pyramidisolun ääreisdendriitissä (apical dendrite) on tuhansia synapseja. Kun aivosoluja on yli 10¹¹ ja jokaisessa 1000 - 5000 synaptista yhteyttä, aivoissa on siis verkottuneena enemmän kuin 10¹⁴ synapsia - 100 biljoonasta 500 biljoonaan.



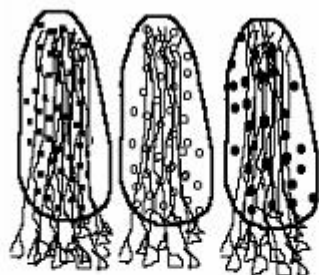
Kuva 1 Motorinen neuroni

Kuva 2 Synapseja

Kuva 3 Synapsi

Kuvat 2.1 – 2.3. Neuronit ja synapsit. (Mikrometri $\mu = 10^{-3}$ mm.)

Jonkinlaista järjestystä hermosolujen ryteikköön tuovat hermokimput eli dendronit, joista kaavio on esitetty kuvassa 2.4. 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.



Kaavio kolmesta dendronista ja niitä vastaavista "psykoneista".

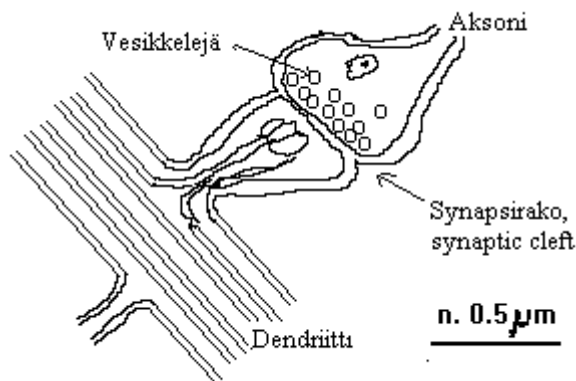
Kuva 2.4. Dendronit ja Ecclesin "psykonit"

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.

2.3.Synapsi ja eksosytoosi

Kuvassa 2.5 on esitetty kaaviopiirroksena synaptinen liittymä. Siinä yhden neuronin aksoni kohtaa toisen neuronin dendriitin. 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 \AA (= 0.00002 mm). Impulssit tulevat aksonia pitkin "nappiin", presynaptiseen osaan, ja - jos ylittävät raon - tuottavat impulssin postsynaptisessa osassa. (Vaikutus voi olla dendriitissä impulssikulkua ehkäiseväkin, inhibitoiva.)

Synapsin yliveno ei tapahdu niin, että itse impulssi, sähkökemiallinen "häiriö", jatkaisi matkaansa synapsiraon yli, vaan asia on paljon mutkikkaampi. Ylivenoon vaikuttavat oleellisesti ns. vesikkelit (vesicles), pienehköitä "säiliöitä" tai "pussit" tai "paketteja", jotka sisältävät erityistä välittäjä- eli transmitteriainetta.



Kuva 2.5. Synapsin rakenne. Synapsirako n. 200 \AA eli 0.00002 mm .

Vaikutus postsynaptiseen osaan tapahtuu siten, että yksi vesikkeli ylittää synapsiraon, purkaa transmitteriaine-molekyylit 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 laukaisumekanismin (trigger) vaikutuksesta ylittää synapsiraon. Voi olla, että yksikään ei ylitä. Ecclesin mukaan laukaisumekanismi toimii puhtaasti todennäköisyysperiaatteen mukaisesti. Erityisen 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.

2.4. Ecclesin ja F. Beckin teoria tietoisuuden ja aivojen interaktiosta

Ecclesin perusoletus on, että mentaaliset tilat vaikuttavat synapseissa vesikkeliön ylimenojen todennäköisyyksiin. Tähän näkemukseen 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 energeettinen.

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 (conservation laws).

Beck osoitti laskelmillaan, että eksosytoosin laukaisuprosessi (trigger process for exocytosis) kuuluu sellaiseen suuruusluokkaan (femtosecond regime, 10-15 sec.), että periaatteessa yksikin kvantti voi toimia laukaisijana (Eccles, 1994, 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, 1994, 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 toteuttaa tietty liike määrättyihin dendroneihin, jotka pystyvät tuottamaan vaadittavan toiminnan." (Eccles, 1994, 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 oli erikoistunut motoriikan hermofysiologiaan ja puhui ilmeisesti sen tähden havainnoista varsin vähän. Hän kuitenkin huomauttaa siitä, että havainnot ovat

nimenomaan aktiivisen toiminnan aikaansaannosta, joten havainnoissakin lähtökohta on mentaalisisissa tiloissa: Mentaalinen tila tuottaa mallin, joka ikään kuin "sovitetaan" aistielimistä tulleiden hermoimpulssien luoman tilan "tunnistamiseen". Jos malli "sopii" viimeksi mainittuun, tietoisuudessa koetaan mallin mukainen havainto - ja mallin mukaiset merkitykset. Lienee tarpeetonta huomauttaa siitä, että havaintoihin liittämämme merkitykset eivät ole siinä impulssijonossa, neuraalisessa informaatioissa, joka tulvii aivoihimme aistiärsykeistä vaan siinä mentaalisisessa tilassa, jonka onnistumme sovittamaan tuota informaatiota yhteen kokoavaksi malliksi. Merkitykset ovat puhtaasti mentaalisisia - tuskin mitään aivoimpulssien monimutkaisten rakenteiden "emergentejä ominaisuuksia".

Kun seuraavassa käydään tajunnan ja aivojen välisen vuorovaikutuksen matemaattiseen tarkasteluun, kohteeksi otetaan juuri motoriikkaa koskeva Ecclesin teoria.

3.Ecclesin teorian perushypoteesi matematisoituna

3.1.Eksosytoosin tilavektori ja tajunnan 1. taso; lepotila

Diskreetti kvanttimekaniikka, tarkemmin sanoen diskreetti prosessimalli (DPM) soveltuu hyvin Ecclesin teorian formalisointiin. – Eccles rakentaa sen tiukasti empiirisen tutkimuksen antamiin tuloksiin (Eccles, 1994, ss. 161-2 ja fig. 9.5; alkuperäistulokset ks. esim. Sayer, Redman & Andersen, 1989 ja Roland ym., 1980).

Seuraavaan tarkasteluun riittävät Ecclesin antamat datat, jotka osoittavat, että hermoimpulssin todennäköisyys ylittää synapsirako (eksosytoosi) on lepotilassa (ilman aktiivisuutta) noin 0.2 ja aktivoituneissa tilassa (action of mental intention) noin 0.3. (Näiden tilojen vektorit ovat siis: $(0.8, 0.2)$ ja $(0.7, 0.3)$). -- Eksosytoosin todennäköisyys aktiivituloissa vaihtelee paljon.

Diskreetin prosessimallin (DPM) mukaisesti Ecclesin teoriassaan esittämä hermoimpulssien synapsiraon ylitys (eksosytoosi) aivoissa nähdään todennäköisyyksiin perustuvana aitona stokastisena prosessina, jonka tilavektoriin vaikuttaa (tasoltaan alin) tajunnallinen systeemi – sekin superpositio-olemismuodossa (kvanttisysteeminä). Vaikutus näyttäytyy interferenssin muodossa. Siten tajunnallinen systeemi säätelee aivojen toimintaa ja sitä tietä esim. motorisissa reaktioissa fyysisesti lihastoimintoja.

Aikaisemmissa kirjoituksissani olen käyttänyt olettamusta osittaisesta interferenssistä – koska se selittää yksinkertaisella tavalla aivojen binding-ilmion. Se ei kuitenkaan näytä tarpeelliselta. Aivojen synapsitilojen (superpositio-olemismuodossa) tilavektorin – seuraavassa **E**, – voidaan ajatella ilmaisevan kaikkien synapsien mahdollisille tiloille niiden todennäköisyyden. Kullekin synapsille omistetaan kaksi tilaa: (aikahetkenä t: 1. eksosytoosi ei tapahdu; 2.se tapahtuu).

Tajunnan tilavektorit – seuraavassa **C**:llä nimetyt – ovat saman (n) mittaisia vektoreita kuin **E**. Tällöin elementtitilat s_1 ja s_2 vastaavat synapsin 1 kahta tilaa, s_3 ja s_4 synapsin 2 kahta tilaa jne.

Yksittäisten synapsien sijasta käytännössä puhutaan dendroneista, neuronikimpuista, joissa Ecclesin mukaan on noin 100.000 synapsia. Kussakin dendronissa synapsit toimivat jokainen yhtäaikaisesti samalla tavalla, joten eksosytoosin todennäköisyysvektorin elementeillä voidaan yksittäisten synapsien asemasta tarkoittaa kokonaista dendronia. – Eccles käyttää itse keksimäänsä käsitettä psykoni dendronin tiloja vastaavien tajunnallisten tilojen nimityksenä, joten vektoria C voitaisiin kutsua myös ”psykonivektoriksi”. Taulussa 3.1 on havainnollistettu näitä vektoreita ja niiden välistä interferenssiä.

=====

Taulu 3.1. Ecclesin teorian perushypoteesi matematisoituna; lepotila; syvän unen tila

Huom.: Numeeriset arvot eivät ole mielivaltaisia vaan Ecclesin antamiin datoihin perustuvia.

Aivot normaali- eli lepotilassa, ei-aktivoituina, tajunta ”tyhjä”

E = eksosytoosi, n = vektorin pituus eli elementtien lukumäärä, $n/2$ = synapsien (tai dendronien) lukumäärä.

	s1	s2	s3	s4	...	sn-2	sn-1	sn	Summa
Eksos. E :	p1	p2	p3	p4	...	pn-2	pn-1	pn	1
Tajunta C _{Taso1} :	1/n	1/n	1/n	1/n	...	1/n	1/n	1/n	1

Ns. reaalityodellisuudessa n on ”suurensuuri” luku; dendronien lukumäärä kortikaalisessa aivojen osassa on noin 40 miljoonaa (Eccles, 1994, p.98). Vastaavasti synapsien lukumäärä on 100.000 kertaa tämä eli 4×10^{12} eli siis 4 biljoonaa. – Yksinkertaisuuden vuoksi seuraavassa tarkastellaan esimerkkejä, joissa n on valittu käytännöllisesti hyvin pieneksi.

=====

Lepotilassa taulun 3.1 arvot p eivät ole mitä tahansa todennäköisyyksiä; jos n olisi esim. vain 1000, p_1 olisi .0008. Sen sijaan vektorin C elementit ovat lepotilassa kaikki yhtä suuret, tässä esim. .001. Vektori on siis homogeeninen eikä voi vaikuttaa (interferenssin kautta) mihinkään, ei dendroneihin eikä muuhunkaan (s.o. tajunnan ylemmille tasoille). Kuvaannollisesti sanoen tajunta on tällä tasolla ”tyhjä”. Se vastannee kokemusta syvässä unessa olemisesta. Mallin mukaan näyttäisi siltä, että ylemmillä tajuntatasoilla – joita käsittelemme myöhemmin – aktiivisuutta voi esiintyä. Se, että tilanteen ei tarvitse olla aivan kuvatus mukainen, saattaisi selittää unien näkemisen havainnon kaltaisina unikuvina. Tässä muistiossa keskitytään kuitenkin vain motoriikkaan. Havainnon dynamiikkaa tajunnassa olen käsitellyt toisaalla (Rainio, 2011, 2014, 2015).

3.2. Herääminen

Taulu 3.2 on tavallaan jatkoa lepotilan tarkastelulle ja pyrkii havainnollistamaan tajunnan alimman tason, taso1, aktivoitumista. Tähän tarvitaan epähomogeeninen ylemmän tajuntatason vektori, joka interferoi tason 1 tajuntavektorin kanssa. Se herättää kaksi kysymystä:

Mikä on syynä toisen tason vektorin ilmaantumiseen ja mikä aiheuttaa interferenssin esiintymisen?

Kysymykset ovat filosofisesti hyvin syvälle käyviä ja vaatisivat perusteellisempaa tarkastelua kuin mihin tässä on mahdollisuus.

=====
Taulu 3.2. Tajunnan aktivoituminen interferenssin seurauksena, ”herääminen”

Esimerkki:

Olkoon $n = 4$ ja tajunta ei-aktiivinen, ”tyhjä” Summa

Synapsitaso, **E**: .2 .05 .2 .05 .2 .05 .2 .05 1

Tajunta, taso 1; **C_{Taso1}**: .125 .125 .125 .125 .125 .125 .125 .125 1

Tajunta, taso 2; **C_{Taso2}**: .1 .15 .1 .15 .1 .15 .1 .15 1

Interferenssi tajuntatasojen välillä:

Paritulot **C_{Taso1} × C_{Taso2}** : Summa
 .0125 .019 .0125 .019 .0125 .019 .0125 .019 .126

Norm. **C_{Taso1}**: .1 .15 .1 .15 .1 .15 .1 .15 1

=====

Se vähäinen kokemustieto, mikä meillä on introspektion tietä saavutettuna, antaa vihjeen siitä, että kuvauksemme on syytä ottaa tajunnan eri tasoja ilmentäviä systeemejä, joiden dynamiikkaa kuvataan transitio-matriisien muodossa (”aktiivisen informaation kenttinä”, jos Bohmia seurataan – ks. Pylkkänen, 2007, pp. 183-191). Näitä voidaan olettaa loogisista syistä tai introspektion mukaan tuoman empirian vaatimuksesta. Eritasoiset tajunnan systeemit (”minä”, ”the Self”) muodostavat kuvauksemme perusrakenteen. Siis: tämä kysytty toisen tason vektori on olemassa kuvauksessamme; tilanne antaa sille määrätyn muodon. (Jos se ei jossakin tilanteessa ole vaikuttavana tekijänä, se on kuitenkin olemassa, mutta kuvataan homogeenisella vektorilla.)

Interferenssin – jota voisi kutsua myös ”kietoutumiseksi” eli ”lomautumiseksi” (entanglement) – ilmaantuminen kahden systeemin tilavektorien välille kuuluu niihin kvanttifysiikan tuntemiin – ja vähitellen tunnustamiin – ilmiöihin, jotka tapahtuvat ilman syytä (esim. kvanttihippy uniikkina tapahtumana). Vastaavalla tavalla interferenssi voidaan olettaa spontaaniksi tapahtumaksi. Mutta sille voidaan asettaa joitakin ehtoja: Se voidaan olettaa tietyin aikavälein tietyllä todennäköisyydellä ilmaantuvana. Se voidaan myös olettaa

jonkin ”minään” kuuluvan (tiedostamattoman) päätöksenteko-systeemin erään vaihtoehdon aktualisoitumisena, päätöksen tuloksena. – Voidaan myös asettaa aksiooma, että interferenssi-vuorovaikutus voi esiintyä vain aitojen tilavektoreiden välisenä vuorovaikutuksena, siis vain superpositio-olemismuodossa esiintyvien systeemien välillä.

Taulussa 3.3 esitetään Ecclesin teorian varsinainen hypoteesi matematisoituna: *tajunnan alimman tason vaikutus eksosytoosiin*. Systeemien vuorovaikutus alkaa ”ylhäältä”, tasolta 3. Se jakautuu kahteen askeleeseen: tarkkaavuuden vaikutukseen (mental attention) ja tarkkaavuuden differentioitumiseen, voisi sanoa myös: fokusoitumiseen. Ylimmän tason vektori $C_{Att,taso3}$, josta vuorovaikutus lähtee liikkeelle, on ajateltava kenties hyvinkin pitkällisen ja komplisoidun havainto- ja ajatteluprosessin tulokseksi. Siihen ei tässä yhteydessä uloteta tarkastelua.

Tasolta 3 lähtevä interferenssien sarja tuottaa tuloksen, jossa osa tilavektorista (tarkkaavuuden ”kohdealue”) muodostuu suuremmista todennäköisyyksistä kuin muut. Tulos näkyy vektorina $C_{Att,taso1}$. Kohdealueeksi esimerkissämme muodostuu 2 dendronia, ulkopuolelle jää kaksi. Myöskin interferenssien sarjaa on lyhennetty. Periaatteessa tarkkaavuuden kohdealueen määräytyminen voi tapahtua vähitellen, useina askelina.

Taulun 3.3 B-osassa on osoitettu, miten tarkkaavuusalueen sisällä tapahtuu differentioitumista, eräänlaista tarkkaavuuden fokusoitumista, joka erottelee tarkkaavuuden kohdealueen sisällä suppeampia alueita vielä vahvemman tarkkaavuuden kohteiksi, poimii ”varsinaiset” aktivoimisen kohteet. Näin muotoutuu lopulta vektori, jota voisi kutsua Ecclesin ”psykoniksi” ja joka sitten aktivoi eksosytoosi-vektorin **E**.

=====

Taulu 3.3 Aivojen aktivoituminen motorisen intention tilaan; Ecclesin hypoteesi

A) Tarkkaavuuden (mental attention) ilmaantuminen

	Summa
$C_{Att,taso3}$: (.17, .17, .17, .17, .08, .08, .08, .08)	1
Interferenssi $C_{Att,taso3} \times C_{taso2}$:	
$C_{Att,taso3}$: (.17, .17, .17, .17, .08, .08, .08, .08)	1
C_{taso2} : (.1 .15 .1 .15 .1 .15 .1 .15)	1
Paritulot: .017 .026 .017 .026 .008 .012 .008 .012	.126
Normeeraustulos: $C_{Att,taso2}$:	Summa
.135 .206 .135 .206 .063 .095 .063 .095	1
Interferenssi $C_{Att,taso2} \& C_{taso1}$:	
C_{Taso1} : .1 .15 .1 .15 .1 .15 .1 .15	1
Paritulot: .0135 .031 .0135 .031 .006 .014 .006 .014	.129
Normeeraustulos: $C_{Att,taso1}$ eli tarkkaavuuden tuottama muutos C :ssä tasolla 1	
.105 .24 .105 .24 .047 .109 .047 .109	1

B) Aktivaation differentioituminen eli synapseihin vaikuttavan **C**:n (Ecclesin ”psykonin”) muotoutuminen:

Uusi oletusvektori	Summa
C _{Diff,taso2} : .485 .485 .05 .05 .05 .05 .05 .05	1
Interferenssi C _{Diff,taso2} & C _{Att,taso1} :	
C _{Att,taso1} : .105 .24 .105 .24 .047 .109 .047 .109	1
Paritulos: .05 .073 .005 .012 .002 .005 .002 .005	.154
Normeeraustulos C _{PSYK,taso1} :	
.325 .474 .032 .078 .013 .032 .013 .032	1

C) ”Psykonien” vaikutus eksosytoosin todennäköisyyteen synapsissa (Ecclesin hypoteesi):

Interferenssi C _{PSYK,Taso1} x E :	Summa
C _{Psyk,taso1} : .325 .474 .032 .078 .013 .032 .013 .032	1
E : .2 .05 .2 .05 .2 .05 .2 .05	1
Paritulos; .065 .024 .00 .004 .003 .002 .003 .002	.109
Norm. E _{Akt} : .60 .22 .06 .04 .03 .02 .03 .02	1

Huom.: Eksosytoosin todennäköisyys verrattuna ei-eksosytoosiin on .22/.60 eli .37 ja vastaa Ecclesin ilmoittamaa aktivoituneen synapsin eksosytoosi-todennäköisyyttä (noin .3 tai yli). (Eccles, 1994 , p. 161).

3.3.Tarkkaavuuden differentioituminen (fokusoituminen)

Taulu 3.3 B:n kuvaama tarkkaavuuden differentioituminen on psykologian löydösten mukaisesti ajateltava tapahtuvaksi useissa vaiheissa, jotka vähitellen fokusoivat tarkkaamiskohteen yhä suppeammalle alueelle. Tajunnan kehitystasosta riippuu, miten pitkälle tämä fokusoituminen menee. Esimerkiksi pienten vauvojen ensimmäiset tarttumisotteet ovat hyvin kokonaisvaltaisia: kun vauva koettaa tarttua esineeseen, se tapahtuu – ei vain molemmilla käsillä – ja kaikilla sormilla – vaan myös jaloilla ja päällä. Aivojen aktivoituminen tapahtuu siis mitä ilmeisimmin hyvin laajalla motorisella alueella.

Taulu 3.3 C näyttää, minkä lopputuloksen ”psykoni”-vektori tuottaa **E**:lle. Esimerkkiin valituilla luvuilla tullaan hyvään Ecclesin ilmoittaman empiirisen tuloksen estimaattiin, **E**_{Akt} .

3.4. Palautuminen lepotilaan

=====

Taulu 3.4. Aktivoituneitten synapsien palauttaminen lepotilaan

Vektori **V1** saadaan haluttuun muotoon **V2** laskemalla inversio-vektori **Inv(V 1 modulo V2)** ja sitten interferenssi **Inv() & V1**. Tulos on **V2**.

(Ks. Rainio & Malaska, 2011)

Synapsien lepotilaan saattamiseksi joudutaan vastaamaan kysymykseen, mikä on se vektori **C_{PSYK,taso1}**, jonka interferenssi vektorin **E_{Akt}** tuottaisi vektorin **E_{lepo}**. Se on **Inv(E_{Akt} modulo E_{lepo})**. Tuloksena saatava vektori voidaan nimetä: **C_{PSYK,Pal}**.

Inv(E_{Akt} modulo E_{lepo}):n laskeminen esimerkissä: Summa

E_{Akt}:	.60	.22	.06	.04	.03	.02	.03	.02	1
E_{lepo} :	.2	.05	.2	.05	.2	.05	.2	.05	1

Inversio:	.2/.6	.05/.22	.2/.06	.05/.04	.2/.03	.05/.02	.2/.03	.05/.02	
-"- vekt.:	.33	.23	3.33	1.25	6.67	2.5	6.67	2.5	23.5

Normalisoituna vektori **C_{PSYK,Pal}** : Summa

.014	.01	.142	.053	.284	.106	.284	.106	.99
------	-----	------	------	------	------	------	------	-----

Tarkistus, interferenssi Norm.**C** & **E_{Aktiivinen}** :

E_{Aktiiv} :	.60	.22	.06	.04	.03	.02	.03	.02	1
C_{PSYK,Pal} :	.014	.01	.142	.053	.284	.106	.284	.106	1

Interf.:

Paritulot:	.008	.002	.009	.002	.009	.002	.009	.002	.043
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Normalisoidut **E_{Aktiiv}** ja **C_{PSYK,Pal}** :

.19	.05	.21	.05	.21	.05	.21	.05	1.02
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Tarkistus osoittaa, että **E**-vektori muuttuu interferenssissä (likiarvoisesti) **E_{lepo}** -vektorin muotoon.

=====

Taulussa 3.4 saatu lopputulos osoittaa, että **E**-vektori muuttuu (likiarvoisesti) **E_{lepo}** -vektorin muotoon. Se on seurausta **C_{PSYK}** -vektorin muuttumisesta. Mutta nyt herää kysymys, missä on sen muuttumisen syy. Vastaus: Sen on tuottanut vektoreiden **C_{PSYK}** ja **B_{Att,Pal}** interferenssi sen jälkeen, kun **C_{Att,Pal}** on laskettu. Se määräytyy inversiovektorina **C_{Att,Pal} = Inv(C_{Att,taso1} modulo C_{PSYK})**. – Operaatio jatkuu tämän periaatteen mukaisesti aina vektoriin **CDiff,taso2** asti, joka vektori on oletettu riippumattomaksi ylemmän tason vektoreista.

Eccles ei käsittele lainkaan aktivaation pysäyttämisen ja lepotilan palauttamisen probleemaa – joka edellä on periaatteessa ratkaistu. Asia on kuitenkin käyttäytymisen teorianmuodostuksen kannalta keskeisen tärkeä. Organismille on yleisesti ominaista motorisen toiminnan tuloksen havainnoimisen feedback-vuorovaikutus. Se vasta tekee toiminnan säätelyn (ja hienosäätelyn) mahdolliseksi.

Aktivoiminen ja aktivoinnin pysäyttäminen (”sammuttaminen”) on paljon laajemmalle kuin motoriikkaan ulottuva ilmiö. Esimerkiksi ajattelu on jatkuvaa ajatusyllykkeitten hyväksymisen ja virheellisten yllykkeitten torjumisen vuorovaikutusta (sen DPM-kuvauksesta ks. Rainio, 2015.) Ennen kaikkea tämä ”tahdonalainen” säätely merkityksille perustuvine valintapäätöksineen on tajunnan erikoispiirre, joka erottaa sen omaksi henkiseksi todellisuudekseen – jos niin halutaan sanoa.

3.5.Nukahtaminen

=====

Taulu 3.5. Nukahtamistila, unitilan palauttaminen

Heräämistila oli esimerkissämme vektori

C1: .1, .15, .1, .15, .1, .15, .1, .15 Summa 1

Syvää unitilaa kuvaa vektori

C2: .125, .125, .125, .125, .125, .125, .125, .125 Summa 1

On etsittävä se tason 2 **C**-vektori, **C3**, joka interferenssissä **C1**:n kanssa tuottaa **C2**-vektorin eli unitilan. Sellainen vektori on **C1**:n inversiovektori (ks. Rainio & Malaska, 2011), joka tässä esimerkissä on **Inv(C1 modulo C2)** eli

C3: .15, .1, .15, .1 jne.

Sen interferenssi **C1**:n kanssa tuottaa homogeenisen vektorin **C2** eli ”sammuttaa tajunnan” (mutta vain tajunnan tasolla 1).

=====

4.Tajunnan prosessi

Edellä käsitellyt tilavektorit ovat superpositiotiloja, joissa tajuntasysteemi voi esiintyä, mutta niistä ei käy ilmi, mitkä tilat seuraavat toisiaan jossakin todella tapahtuvassa tajunnan prosessissa. Toisin sanoen: tilavektorit eivät kerro, mitä polkua (path) jokin ajassa etenevä prosessi kulkee. Siihen tarvitaankin enemmän kuin edellä esitetty tilavektoreitten kuvaus, tarvitaan prosessia säätelevä kunkin systeemin transitiomatriisi.

Meillä ei ole tietoa lähtökohtana olevasta matriisista, mutta voimme hyvin tehdä sen olettamuksen, että kuvattu tilavektori on aina ominaismatriisin yksi rivi. Tämä oletamus perustuu sille, että transitiomatriisi saisi aika-askelta riittävästi pidennettäessä (asetetulla tarkkuudella) ominaismatriisin muodon. Sen kaikki rivit ovat (asetetulla tarkkuudella) identtiset.

Ominaismatriisi pysyy muuttumattomana, ellei jokin sen tilavektoreista muutu interferenssissä. Tämän jälkeen kehittyä uusi ominaismatriisi, joka jälleen on pysyvä.

Koska ominaismatriisin tilavektorit ovat identtiset, pelkkä tilavektori riittää ”arvontaan”, minkä tilan systeemin prosessi ”valikoi” edetessään ajassa (tai mikä tila valikoituu tai mikä tila prosessissa aktualisoituu).

Yksi askel kunkin systeemin prosessin polulla määräytyy näin.

Niin kauan kuin interferenssi ei muuta tilavektoreita, kullakin tajunnan tasolla prosessi uusiutuu tuottaen tilavektorin mukaisen frekvenssi-jakautuman. E-systeemin kohdalla tämä merkitsee synapsien (dendronien) aktivoitumista tuon jakautuman antamissa suhteissa.

On syytä olettaa tajuntaprosessien tapahtuvan hyvin suurella nopeudella. Siihen ei näyttäisi olevan esteitä, sillä teoreettisesti pienin mahdollinen aika-askel on katsottava Planckin ajan (5×10^{-44} sek.) suuruiseksi. Siihen nähden muutokset motorisissa reaktioissa (tai havainnoissa) tapahtuvat varsin hitaasti.

Tässä artikkeliluonnoksessa on tarkastelu rajoitettu motorisen reaktion syntyyn (kuten Ecclesin, joka käsittelee havainnon syntyä paljon ylimalkaisemmin). – Muutamassa artikkelissani olen analysoinut myös havaintoja Ecclesin teoriaa soveltaen (Rainio, 2011, 2014, 2015).

Olen myös rajoittanut esitykseni vain tajunnan muutaman alimman tason tarkasteluun. Periaatteessa samankaltaista analyysia voitaisiin soveltaa myös ylemmille tajunnan tasoille. Keskeisiä ongelmia olisivat tällöin merkityksen käsitteen mukaan ottaminen ja tietoisuuden synnyn ja prosessien teorian kehittäminen. Tietoisuutta voitaisiin tällöin tarkastella analogisena havainnolle, eräänlaisena ”sisäisenä havaintona”, kuten usein onkin kuvaannollisesti sanottu. Voitaisiin ajatella esim. mielikuvien syntyvän tajunnan vuorovaikutuksesta tiettyjen erikoistuneitten aivolohkojen kanssa, niin että tajunnan tilojen aktualisoituminen merkitsisi samalla niiden realisoitumista -- havaintojen realisoitumisen tapaan.

”Täydellisessä” tajunnan kuvauksen ohjelmassa mukaan olisi otettava myös arvokenttien vaikutus tajunnan korkeammilla tasoilla ja lopulta myös ”minän” ulkopuolelta tuleva korkeampien systeemin – ja korkeimman – vuorovaikutus minän kanssa.

Kirjallisuutta

Gudder, Stanley (1986): Discrete Quantum Mechanics, J. Math. Physics, 27, 1782 (1986)

Eccles (1994): How the Self Controls Its Brain. Springer Verlag.

Margenau, H. (1984): The Miracle of Existence. Ox Bow, Woodbridge CT.

Pylkkänen, Paavo (2007): Mind, Matter and the Implicate Order. Springer Verlag, 2007.

Rainio, Kullervo (2000): Miten tietoisuus säätelee aivojaan. Kanava 1/2000.

Rainio, Kullervo (2006): Diskreetti prosessimalli kvantti- ja tajunta-systeemeihin

sovellettuna. Luonnonfilosofian Seuran julkaisuja, XV.

Rainio, Kullervo (2009): Discrete process model for quantum systems of matter and mind. World Futures 2009.

Rainio, Kullervo & Malaska, Pentti (2011): Vektori-interferenssi diskreetissä kvanttimekaniikassa(DQM). <http://www.lfs.fi/julkaisuja/verkkojulkaisuja>

Rainio, Kullervo (2011): 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.

<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijps/article/view/13337/9204> (pdf)

Rainio, Kullervo (2014): Tajunnan dynamiikka diskreettinä prosessina. Luonnonfilosofia Seura/verkkojulkaisut.

Rainio, Kullervo (2015): Kohti tajunnan teoriaa I-III. LFS/verkkojulkaisut.

Roland, P.E. and Friberg, L. (1985): Localization in cortical areas activated by thinking, J. Neurophysiol. 53, pp. 1219-1243.

Sayer, R. J., Friedlander, M. J., and Redman, S. J. (1990): The time-course and amplitude of EPSPs evoked at synapses between pairs of CA3/CA1 neurons in the hippocampal slice. J. Neurosci. 10 No. 3, 626-636.