



# **Kehittyvä ihmiskunta**

Kaj Sotala

Klikkaamalla tästä voit tilata kirjan painettuna kustantajan verkkokaupasta.

Kehittyvä ihmiskunta



Kaj Sotala

# **Kehittyvä ihmiskunta**

Uuden teknologian uhkaavat mahdollisuudet

Finn Lectura

*ISBN*

978-951-792-434-4

*Copyright*

© Kaj Sotala

© Finn Lectura

*Ulkoasu*

Katri Niinikangas

*Kustantaja*

Oy Finn Lectura Ab

Rautatieläisenkatu 6

00520 Helsinki

puhelin: (09) 74151 005

fax: (09) 1464 370

sähköposti: [asiakaspalvelu@finnlectura.fi](mailto:asiakaspalvelu@finnlectura.fi)

[www.finnlectura.fi](http://www.finnlectura.fi)

# Esipuhe

Tämä kirja käsittelee joukkoa teknologioita, jotka ovat tällä hetkellä joko kehitteillä tai varhaisissa muodoissa jo saatavilla.

Oman persoonallisuutensa ja älykkyytensä muokkaaminen lääkehoitojen avulla on hyvää vauhtia tulossa mahdolliseksi. Ajallisesti vähän kauempana hämmöttävät vielä suuremmat mullistukset, kuten ikuinen fyysinen nuoruus ja yhteensulautuminen tietokoneiden kanssa. Vaikka nämä kuulostaisivatkin tieteiskirjallisuudelta, saattavat ne silti olla totta vielä tämän kirjan lukijoiden elinaikana.

Muutokset tuovat mukanaan niin vaaroja kuin mahdollisuuksiakin, ja niihin varautuminen tulisi aloittaa varhain. Jos asioihin reagoidaan vasta viime hetken paniikissa, on vaarana niin mahdollisuuksia hukkaava ylivoimaisuus kuin vahingollinen alisäättelykin. Tämä kirja kirjoitettiin, jotta keskustelu näistä aiheista heräisi Suomessakin – muualla maailmassa se on jo alkamassa, vaikkei kovin pitkälle olekaan vielä päässyt.

Tämä kirja ei väitä olevansa mikään lopullinen ja viimeinen sana, vaan pelkästään yksi keskustelunavaus, jonka päälle muut voivat rakentaa. Mitkä ovat eri teknologioiden hyödyt ja mitkä ovat niiden haittapuolet? Mitä perusteita voidaan löytää näiden teknologioiden kehittämiseksi, tai teknologioiden kehittämiseksi ylipäätään? Entä niiden rajoittamiseksi? Mitä niillä edes on mahdollista tehdä, ja miten? Näihin kysymyksiin pyritään löytämään vastauksia seuraavien lukujen aikana.

Teoksen sisältö on pääpiirteissään seuraavanlainen: ensimmäinen luku pohjustaa peruskäsitteitä. Siinä keskustellaan mm. teknologian muuttumisesta, ihmisen tehostamisen ja hoitamisen erosta, teknologian vaikutuksesta rikkaiden ja köyhien väliseen kuiluun, luonnon sorkkimisen vaaroista ja siitä, mitä tarkoittaisi jos emme enää olisi ihmisiä.

Toinen luku käsittelee henkistä suorituskykyä. Suorituskyvyn osatekijöitä ovat mm. älykyys, keskittymiskyky ja muisti. Älykkyydestien tulosten pätevyyttä käsittelevän keskustelun jälkeen käydään läpi eri tapoja vaikuttaa niihin kolmeen osatekijään, sekä niihin vaikuttamisen mahdollisista ongelmista. Joitakin mahdollisia ongelmia ovat suorituskyky suhteellisenä hyötynä, yhteisöllinen paine käyttää tehostuskeinoja, liiallinen helppous sekä niiden tehostuskeinojen suhde alaikäisiin.

Kolmannessa luvussa on kyse persoonallisuutensa muokkaamisesta. Sen mukaan ajatus ”todellisesta minästä” on jossain määrin illuusio, ja on mie-

lekkäämpää antaa ihmisten muokata olemustaan sellaiseksi, jonka *kokevat* aidoimmaksi – oli tämä ”oikeasti” sitä tai ei. Luvussa otetaan muutama esimerkki tavoista vaikuttaa persoonallisuuteensa, jonka jälkeen käsitellään niistä mahdollisesti syntyviä ongelmia. Samassa yhteydessä esitellään kognitiivisen vapauden käsite.

Neljännessä luvussa päästään ikääntymiseen ja sen aiheuttamaan rappeutumiseen. Rappeutumisen estämiseksi tehdään aktiivista tutkimustyötä, joka saattaa kantaa hedelmää jo lähitulevaisuudessa. Neljäs luku keskustelee aluksi siitä, onko ikärappeutumista perusteltua pysäyttää. Sen jälkeen tarkastellaan sitä, millaiseksi yhteiskunta saattaisi muuttua, esimerkiksi urien, innovaatiovauhdin tai moraalisen kehitysnopeuden suhteen. Luvun lopussa tarkastellaan lähemmin erästä spekulatiivista tiekarttaa ikärappeuman täydelliseksi parantamiseksi.

Teos päättyy viidennen luvun keskusteluun älykkyysräjähdyksestä ja niinsanotusta superälykkyudesta. Superälykkyys voisi olla mahdollista luoda kehittämällä tekoäly, yhdistämällä ihmisen aivot tiukemmin tietokoneisiin tai luomalla digitaaliset aivot tietokoneiden sisälle. Näiden eri vaihtoehtojen mahdollisuuksia ja seurauksia tarkastellaan vuorotellen, kiinnittäen erityistä huomiota tekoälyjen kontrolloinnin vaaroihin.

Teoksessa käsiteltäviä kysymyksiä lähestyessä on hyvä pitää laki ja moraali selkeästi erillään. Puhun välillä laista, välillä moraalista, välillä vain yleisistä huomioista. Kun sanon jonkin hoidon olevan haluttava tai yhteiskunnallisesti edullinen, tarkoittaa se että tämänlaiset hoidot mahdollistavaa tutkimustyötä tulisi rahoittaa eikä niiden saatavuutta tulisi erikseen rajoittaa. Haluttavuus ei tarkoita sitä, että näistä hoidoista tulisi tehdä kenellekään pakollisia. Jokaisella on itsemääräämisoikeus omaan kehoonsa ja mieleensä, ja siten oikeus päättää, mitä hoitoja haluaa hyödyntää.

Toisaalta eri hoidoissa on myös ongelmia, ja perusteltuja syitä, miksi niitä kenties ei pitäisi suosia. Tämä ei välttämättä tarkoita sitä, että ne pitäisi kieltää, mutta se voi tarkoittaa, ettei niitä tarvitse myöskään erikseen tukea. Usein voi olla perusteltua rajoittaa sitä, miten paljon jotakin hoitomuotoa halutaan suosia yhteiskunnan varoilla, mutta varsinaiselle kieltämiselle tulisi olla hyvin vahvat perusteet. Kielto rikkoiisi ihmisen itsemääräämisoikeutta vastaan, joten se on perusteltua vain vakavista syistä yhteiskunnan ja muiden yksilöiden suojaamiseksi.

Kiitos kaikille, jotka ovat kommentoineet tämän kirjan käsikirjoitusta ja antaneet enemmän tai vähemmän palautetta: Thomas Brand, Panu Horsmalahhti, Visa Kurki, Jani Moliis, Marko Naumanen, Satu Nikander, Jarkko Räsänen ja Harri Valpola. Erillinen kiitos Eliezer Yudkowskylle, joka antoi



luvan sisällyttää novellinsa kirjaan. Suomen Transhumanistiliitto tuki kirjoitustyötä pienellä stipendillä, josta myös kiitokset.

Satu Nikander teki minulle myös viime hetkellä uudet käännökset niistä sitaateista, joista näkyi turhan selkeästi että olin suomentanut ne joskus kello neljän aikaan yöllä. Muut kuin hänen nimeensä merkityt käännökset ovat omiani.

Etsikäämme teknologioiden uhkaavista mahdollisuuksista ne vähiten uhkaavat.

# Sisältö

<b>Esipuhe</b>	<b>5</b>
<b>1. Teknologian muutoksesta</b>	<b>13</b>
1.1. Mullistukset ja vaivihkaiset teknologiat	14
1.2. Tehostamisen ja korjaamisen ero – onko sitä?	16
1.3. Rikkaiden ja köyhien kuilu	21
1.4. Onko luonnon sorkkiminen pahasta?	24
1.5. Normaalius pettää	27
1.6. Olisimmeko enää ihmisiä?	28
<b>2. Suorituskyvyn muokkaaminen</b>	<b>33</b>
2.1. G-faktori, työmuisti, keskittymiskyky, Ritalin ja Modafinil	35
2.2. Oppiminen, muisti ja ampakiinit	44
2.3. Aivokudossiirrännäiset	47
2.4. Dilemmoja suorituskyvyn muokkaamisessa	49
2.4.1. Suhteelliset hyödykkeet ja paine nostaa suorituskykyä	49
2.4.2. Alaikäiset ja nykyiset suorituskykytehosteet	52
2.4.3. Turvalliset suorituskyvyn nostokeinot ja alaikäiset	54
2.4.4. Liiallinen helppous	55
2.4.5. Pitkästyminen?	57
2.5. Suorituskyvyn tehostajat pähkinänuoressa	61
<b>3. Persoonallisuuden muokkaaminen</b>	<b>65</b>
3.1. Luonteenpiirteiden muokkaaminen	71
3.1.1. Luottamus	71
3.1.2. Onnellisuus	74
3.1.3. Muistot	77
3.2. Todellisten itsejen maailma	80
3.2.1. Liiallinen helppous?	80
3.2.2. Kognitiivinen vapaus	82
3.2.3. Yhteisöllinen paine	85
3.3.4. Persoonanmuokkaus ja alaikäiset	87
<b>4. Ikärappeutumisen parantaminen</b>	<b>93</b>
4.1. Mikä on ikärappeutuminen, ja miksi se pitäisi estää?	94
4.1.1. Puolesta – argumentti kuoleman estämisen etiikasta	95
4.1.2. Vastaan – oikeus elämään suhteellisenä arvona	96
4.1.2.1. Vastaan – ikääntyminen poikkeustapauksena	97
4.1.2.2. Vastaan – oikeus lisääntyä	98
4.1.3. Puolesta – argumentti paranevista elinolosuhteista:	99

4.2. Määräämättömän eliniän seuraukset	100
4.2.1. Ylikansoitus ja oikeus hankkia lapsia	103
4.2.2. Vakaus, innovatiivisuus ja luovuus	109
4.2.3. Moraalinen kehitys	114
4.2.4. Määräämättömän eliniän yhteiskunta kokonaisuudessaan	116
4.3. SENS ja muut suunnitelmat ikääntymisen estämiseksi	118
4.3.1. Soluvoimaloiden sulaminen	121
4.3.2. Aika pelastaa soluvoimalat	124
4.3.3. Päivitetään kierrätyskeskukset	127
4.3.4. Muut ongelmat	128
<b>5. Älykkyysräjähdys</b>	133
5.1. Älykkyys ja superäly	134
5.2. Tiet älykkyysräjähdykseen	138
5.3. Superälyehdokas: Aivoemulaatio	141
5.3.1. Suora emulaatio	141
5.3.2. Kyborgisaatio, mielen siirtäminen	147
5.3.3. Miksi aivoemulaatio? Joitakin seurauksia.	151
5.3.4. Lisää seurauksia	155
5.3.5. Aivoemulaatiot pähkinäkuoressa	158
5.4. Superälyehdokas: Tekoäly	163
5.4.1. Tekoäly – totta vai tarua?	163
5.4.2. Tekoälyn edut ja mahdollisuudet	166
5.4.2.1. Mihin tekoälyä tarvitaan?	166
5.4.2.2. Tekoälyn ohjelmistolliset mahdollisuudet	166
5.4.2.3. Tekoälyn laitteistolliset mahdollisuudet	170
5.4.3. Tekoälyjen hallitseminen	172
5.4.3.1. Hallitsemisen mahdollistavat tekijät	173
5.4.3.2. Motivaatioiden vaikeus	175
5.4.3.3. Emergentit motivaatiot	180
5.4.3.4. Tekoälyn kolme moraalista dilemmaa	183
5.4.3.4.1. Onnellisuuden dilemma	183
5.4.3.4.2. Haluamisen dilemma	184
5.4.3.4.3. Pelkän lisäämisen paradoksi	185
5.4.3.5. Pikkukivien lajittelijat	188
5.4.4. Koherentti ekstrapoloitu volitio	190
5.5. Pehmeä vai jyrkkä lähtö?	192
<b>Loppusanat</b>	199
<b>Lähteet</b>	201



Teknologia on muuttumassa odottamattomilla tavoilla. Muutokset tulisi ottaa puheeksi jo ennen kuin ne ovat aivan niskassa. Ehostamisen ja korjaamisen ero on keinotekoinen rajaviiva, joka syntyy normaaliuden illuusiosta. Teknologiat saattavat olla aluksi vain rikkaiden saatavilla, mutta se ei tarkoita, etteivätkö ne pitkällä tähtäimellä hyödyttäisi koko yhteiskuntaa. Luonnon sorkkiminen ja olemassaolevan tilanteen muuttaminen ovat isoja päätöksiä, mutta on olemassa keinoja arvioida, kannattaako niin tehdä. Vastaus kysymykseen ”olisimmeko enää ihmisiä” ei loppujen lopuksi kertoisi meille mitään hyödyllistä.



# I. Teknologian muutoksesta

Viisi vuotta sitten yhdeksän kirjoittajaa totesivat arvostetussa *Nature Reviews Neuroscience* -julkaisussa<sup>1</sup>, että 2000-luvusta ollaan ennustamassa neurotieteen vuosisataa. Lisääntyvä ymmärrys aivoista ja niiden toiminnasta mahdollistaa niiden muokkaamisen ja niihin vaikuttamisen uusilla tavoilla. Liitännät jotka mahdollistavat suoran kommunikaation hermokudoksesta elektronikkaan ja takaisin ovat vasta varhaisessa vaiheessa, mutta potentiaalisesti hyvin lupaavia. Laitteiden asentaminen aivoihin on tulossa osaksi kirurgiaa, ja psyykeenlääkkeitä aletaan käyttämään normaalin toiminnan tehostamiseen pelkkien sairauksien hoitamisen lisäksi.

BBC tuotti vuoden 2007 lopussa kolmiosaisen TV-dokumentin *Visions of the Future*, jonka ensimmäisessä osassa näytettiin Dianne, nainen joka oli kärsinyt viimeiset 20 vuotta vakavasta masennuksesta. Diannen aivoihin asennettiin leikkauksella sähköjohto jolla tiettyjä osia aivoista pystyttiin stimuloimaan. Kun stimulointi sitten käynnistettiin, Dianne raportoi olonsa muuttuvan välittömästi – hän tunsi pitkästä aikaa olonsa hyväksi, tavalla jollaista hän ei ollut kokenut sitten 80-luvun.<sup>2</sup>

Tämän tekniikan käyttö ei rajoitu pelkästään masennukseen, vaan sitä on käytetty myös Touretten syndrooman, Parkinsonin taudin sekä pakkoneuroosien hoitoon. Kovinkaan moni tuskin vastustaa sen käyttöä sairauksien hoitamiseen. Sen potentiaali pakkoneuroosien hoitoon kuitenkin herättää kysymyksen siitä, voisiko sillä myös muokata ihmisen normaalia persoonallisuutta – tehostaa pelkän hoidon lisäksi? Rajoittuuko sen hyödyllisyys vain masennuksen hoitoon, vai voisiko sillä tehdä ihmisistä luontaisesti onnellisempia – ja jos voisi, pitäisikö?

Tämänlaisia kysymyksiä tulemme lähitulevaisuudessa kohtaamaan yhä useammin. *Nature Neurosciencen* artikkelin alaotsikko oli ”mitä voimme tehdä, ja mitä meidän pitäisi tehdä”. Ne ovat ne pääkysymykset, joiden kanssa joudumme kamppailemaan, ja joita tämä kirja käsittelee.

---

<sup>1</sup> Farah et al. 2004.

<sup>2</sup> BBC 2007.

## 1.1. Mullistukset ja vaivihkaiset teknologiat

Teknologioista vahvimpia tunteenpurkauksia herättäviä ovat ne, jotka tunkeutuvat aiemmin koskemattomalle alueelle. Kun kännykät alkoivat yleistyä, tuotti se jonkin verran vastareaktioita. Ihmiset kokivat, etteivät he välttämättä halunneet olla aina tavoitettavissa. Pohjimmiltaan kännykät olivat kuitenkin vain perinteisten puhelimien uusi muoto, ja reaktiot niihin olivat suhteellisen vaimaita. Sen sijaan Dolly-lampaan kloonaminen toi teknologian alueelle, jolta se siihen asti oli pysynyt poissa. Uutinen herätti paljon vahvoja tunteita. Saattaisiko teknologia pian tehdä tarpeettomaksi perinteisen tavan hankkia lapsia? Reaktio oli niin voimakas, että ihmisten kloonamisen kieltävää päätöstä alettiin ajaa jopa Yhdistyneiden kansakuntien tasolla. Tämä siitä huolimatta, ettei ihmisten kloonaminen vielä edes ollut mahdollista.

Teknologian uusista aluevaltauksista syntyvät vahvat tunteet ovat ymmärrettäviä, ja tietystä mielessä jopa suotavia. Ne herättävät yhteiskunnan huomion ja suuntaavat sen siihen tosiasiaan, että jotain merkittävää on tapahtumassa. Tämänlaisilla läpimurroilla on potentiaali mullistaa yhteiskunnan peruspilarit ja vakiintuneet käytännöt – tilanne joka vaatii aina sopeutumista. Usein teknologioita on tarpeellista rajoittaa ja säädellä, ja säätely on syytä saada voimaan mahdollisimman nopeasti, ennen kuin vahinkoa ehtii syntyä.

Mutta liian tunteellinen suhtautuminen asioihin saattaa johtaa tilanteeseen, jossa teknologiaa ei enää nähdä järkiperaisesti. Yhteiskunnalle hyödyllisetkin teknologiat saatetaan kieltää, koska niiden ympärillä liikkuu liioiteltuja pelkoja joita ei saada kuriin järkipuheella. Näyttävää ja pahaenteistä tarinaa suosivat tieteiselokuvat ja kirjat saattavat maalata ihmisten mieliin kohtuuttomia uhkakuvia. *Uljas uusi maailma*<sup>3</sup> mainitaan usein varoittavana esimerkkinä bioteknologian suhteen, jolloin unohdetaan, että se ei ole historiallinen kertomus vaan mielikuvituksen tuotetta. Yhteiskunnan kehitystä työksenkä ennustavat ovat usein väärässä vaikka he tekisivät kaikkensa, jotta heidän ennusteensa olisivat mahdollisimman tarkkoja. Kirjailijoille puolestaan on tärkeämpää luoda viihdyttävä ja voimakas tarina, kuin pyrkiä tarkkuuteen tulevaisuudenkuvitelmissaan. Valitettavasti juuri voimakkaat tarinat ovat niitä, jotka jäävät ihmisille parhaiten mieleen.

Ihmiset saattavat ajan kuluessa tottua uusiin teknologioihin ja todeta ne harmittomiksi. Aluksi hätäpäisästi tehty kieltopäätös saatetaan perua. Jos tekniikan välittömällä hyödyntämisellä oltaisiin kuitenkin saatu aikaan

---

3 Huxley 1932.



hyvää, ei päätöksen peruminen jälkikäteen enää pelasta kerran tuhlatuja mahdollisuuksia. Jos sillä olisi voitu lievittää kärsimystä, lisätä ihmisten onnellisuutta tai järjestää yhteiskuntaa paremmin, viivästyvät kaikki ne asiat turhaan. Kerran tapahtuneita vastoinikäymisiä ei voi enää jälkikäteen muuttaa, vaikka niiden estäminen olisikin ollut aikoinaan mahdollista. Siksi on oleellista ottaa aiheet puheeksi mahdollisimman varhain. Uusista teknologioista on parempi puhua ennen kuin läpimurto hyppää uutisena joka sanomalehden etusivulle. Yllätetyksi tulo ei tee hyvää järkiperaiselle harkitsemiselle, ja asioita on helpompi pohtia joka näkökulmasta silloin, kun ne vielä tuntuvat vähän etäisiltä.

Toisaalta ei myöskään kannata keskittyä liikaa suuriin, mullistaviin läpimurtoihin. Paljon uraauurtavaa kehitystä tapahtuu laboratorioissa ja tiedejulkaisuissa ilman että suuri yleisö sitä koskaan näkee. Ihmisen havainnoinnille on olennaista muutossokeus – pieniä ja vähittäisiä muutoksia ei huomata, ei edes silloin kun ne kasautuvat ja luovat uuden tilanteen jota ei pitäisi arvioida pelkästään vanhojen ajattelumallien perusteella.

Esimerkkinä muutossokeudesta mainittakoon ADHD/ADD (attention-deficit [hyperactivity] disorder) ja sen hoito. AD(H)D on persoonallisuushäiriö, jolle on ominaista mm. voimakas lyhytjännitteisyys ja kyvyttömyys tukahduttaa mieleentulevia impulsseja. ADHD:n hoitoon on kehitetty lääkkeitä, jotka parantavat keskittymis- ja oppimiskykyä, ja mahdollistavat siten normaalin elämän. Lääkkeiden on kuitenkin osoitettu parantavan myös tavallisten ihmisten keskittymiskykyä. Osittain tästä syystä on herännyt väitelyitä siitä, milloin ADHD pitäisi diagnosoida, ja milloin lääkereseptin kirjoittaminen olisi aiheellista. Tällöin siis persoonallisuushäiriöksi on luokiteltu asia, jonka parantavat asiat ovat siis lääkkeitä. Mutta kun kyseiset lääkkeet voivat auttaa myös tavallisia ihmisiä, jäädään väittelemään niiden määräämisen kriteereistä, eikä kysyä, pitäisikö niitä ylipäätään pitää pelkkinä erityistapauksessa määrättävinä lääkkeinä. Jokaisella on silloin tällöin vaikeuksia keskittyä. Jos kerran lääkityksestä on hyötyä normaalinkin rajoissa oleville, miksei mahdollisuutta parantaa itseään voisi vain tarjota koko väestölle?

Lääketieteen tehtävänä on totuttu pitämään sairauksien korjaamista eikä normaalin toiminnan tehostamista. Siksi osalle ihmisistä luodaan erillinen diagnoosi, jotta olisi hyväksyttävää lääkittää heidän silmiinpistävän matalaa keskittymiskykyään. Samaan aikaan jotkut kritisoivat tätä diagnoosia, pitäen sitä vain normaalivaihtelun yhtenä ääripäänä konkreettisen sairauden sijaan. Huomaamatta jää olennainen kysymys – miksi mahdollisuus parantaa itseään pitäisi rajata vain osalle väestöstä, jos se kerran kaikilla toimii? Tai onko siihen ehkä sittenkin hyvä perustelu? Julkista keskustelua ei asiasta juuri käydy.

Yhteiskuntaamme tulevat vaikuttamaan monet teknologiat, jotka eivät ole yleisessä tiedossa vaikka niiden pitäisi. Osa niistä on piilossa koska ne ovat hiipineet keskuuteemme vaivihkaa, osa koska ne ovat vielä osittain suunnittelupöydällä – joskaan eivät kauaa. Molemmat olisi syytä tuoda suureen tietoisuuteen, jotta niitä voitaisiin järkevästi käsitellä.

## **1.2 Tehostamisen ja korjaamisen ero – onko sitä?**

Kuvitellaan maailma, jossa kaikkien ihmisten aivot uudelleenohjelmoitaisiin ja niiden toimintaa muokattaisiin luonnottamalla tavalla. Kaikkia yhteiskunnan jäseniä aivopestäisiin tällä tapaa.

Tämä yhteiskunta on rakentunut siten, että uudelleenohjelmoimattomien yksilöiden on hyvin vaikea pärjätä. Käsittely vaikuttaa siihen miten aivot käsittelevät näköinformaatiota, muuttaen perustavanlaatuisella tavalla ihmisten ajattelutapaa. Ihmiset reagoivat tiettyihin näköärsykkeisiin siten, kuin aivopesijät heidän niihin haluavat reagoivan. Metodია on hiottu vuosituhansien ajan. Alussa keinot olivat karkeita, ja pystyivät vain osittain työntämään koukkunsa ihmismielen luontaisiin alttiuksiin. Vähitellen keinot ovat käyneet yhä voimakkaammiksi ja monikäyttöisemmiksi, hyväksikäyttäen tehokkaasti mielen rakennetta.

Käsittely on juurtunut osaksi jopa lasten jokapäiväistä elämää, ja monet alkavat kokea sen vaikutukset jo ennen kouluikää. Mitä enemmän ihmiset tällä tapaa ajattelevat, sen syvemmälle uusi ajattelutapa heihin juurtuu. Lapsen kasvettua aikuiseksi on tämän mieli jo ehtinyt peruuttamattomasti muuttua – käytännössä mitään toivoa paluusta aiempaan ei ole. Aivot ehtivät reagoida esitettyihin avainärsykkeisiin, vaikka ne näkyisivät vain sekunnin viidesosan.

Lähes kukaan ei edes halua normaalisti toimivia aivoja. Monet ovat kääntäneet tämän käsittelyn omaksi edukseen. He järjestävät muiden näkyviin avainärsykeitä, jotta ne vaikuttaisivat muiden aivoihin ja muuttaisivat näiden ajattelutapaa. Tämä mielen sota on jatkuvasti käynnissä, ja koskettaa kaikkia. Vaikka joku pystyisikin jotenkin välttämään kaikki avainärsykkeet, heidän lähipiirinsä tuskin pystyy.

Ainoa tapa välttää jatkuva mielensä manipulointi on paeta sivistyksensä kokonaan, jäädä elämään erakkona muiden samanlaisten kanssa. Lasten suojelemiseen ärsykeiltä suhtaudutaan karsaasti. Aivopesun välttävien on mahdotonta välttää paljastumista, paitsi kenties teeskentelemällä sokeaa. Yksilöä, jonka mieltä ei voida näin uudelleenohjelmoida, pidetään sairaana.

Kenties oletkin jo arvannut, mistä on puhe. Tuo maailma on se maailma, jossa me asumme, ja aivojen uudellenohjelmointi on lukemaan opettamista. Myös taito laskea ja ymmärtää numeroita tarkasti, korkeammasta matemaatiikasta puhumattakaan, voidaan lukea kuvaillunkaltaisen ”aivopesun” alle. Se ei ole luotainen taito – Amazonin sademetsän Pirahä-kansalla on eri määriille vain kolme sanaa – hói (”noin yksi”), hoí (”noin kaksi”), ja baagiso (”monta”), eivätkä he vaikuta kykeneviltä hahmottamaan tarkkoja määriä<sup>4</sup>. Tarkka numeroiden hahmottaminen on ”kognitiivinen teknologia”, ihmisen kielijärjestelmää hyödyntävä lisäominaisuus joka on ajan kuluessa rakentunut intuitiivisen ja summittaisen numeroiden hahmotuksen päälle.

Tämä osoittaa hyvin sen, miten yhteiskuntaan sidottu ja mielivaltainen on erottelu tehostamisen ja korjaamisen välillä. Monet ajattelevat että on jokin ihmiskehon tai mielen ”normaalitila”, ja jos ihminen päätyy sitä heikompaan kuntoon – esimerkiksi vilustumalla – on hänen palauttamisensa epävilustuneeseen tilaan perusteltua normaalitilan ”korjaamista”. Sen sijaan, jos ihminen halutaan tehdä normaalitilaa paremmaksi – vaikka siten että hän voi elää terveenä tuhat vuotta, temppu johon tavallinen ihminen ei pysy – on se ”tehostamista”. ”Tehostaminen” voi jopa olla pahaksi, muuttaahan se ihmistä pois tämän ”normaalista” tilasta, mahdollisesti pysyvästi.

Kuitenkin lukutaidon ja laskemisen esimerkki saattaa tämän ajattelutavan sangen kyseenalaiseen valoon. Meidän yhteiskunnassamme lukutaito on ”normaalitila”, jonka puute on ongelma. Heikko lukutaito voi johtua esimerkiksi lukihäiriöstä. Lukihäiriön mahdolliseksi syyksi – sille pitää etsiä syitä, koska sitä ei ole ellei jokin erikseen sitä aiheuta – on löydetty mm. useita erilaisia geenivirheitä. Siltikään kyseessä ei ole ihmiselle synnynnäinen kyky. Historiasta löytyy moniakin yhteiskuntia, joissa lukutaito ei ollut normaivaan poikkeustilanne. Lukutaitoisia saatettiin vierastaa, ja lukemaan oppiminen oli vaikeaa. Toisin kuin tänään, kirjoitetulle tekstille ei altistunut joka päivä ja kaikkialla. Sitä olisi hyvinkin voitu pitää tehostuksena, normaalitilan päälle lisättävänä bonuksena, joka voisi olla hyödyllinen muttei välttämätön.

Eivätkä nämä ole lähellekään ainoita esimerkkejä. Taito käyttää tietokonetta on nopeasti tulossa yhä tärkeämmäksi yhteiskunnassamme – taito, joka vaatii erilaista ajattelua kuin mitä elämän muilla osa-alueilla hyödynnetään. Viime aikoina on kauhisteltu sillä, miten videopelit vaikuttavat ajatteluamme<sup>5</sup>, ja otsikot kuten ”Tekeekö Google meistä tyhmiä”<sup>6</sup> saavat palstatilaa

---

4 Frank et al. 2008.

5 Chatfield 2008.

6 Carr 2008.

suurilevikkisissä sanomalehdissä. Harva kiistäisi, että tietotekniikka ja elektroniikka muokkaavat meitä ja ajatteluamme syvällisesti – kuten voi todistaa jokainen, joka on tuntenut itsensä levottomaksi unohdettuaan kännykkänsä kotiin tai oltuaan sähköpostiensä ulottumattomissa mielestään liian kauan. Vaikka tietotekniikan mukanaan tuomat muutokset ovatkin luonteeltaan ”ylimääräisiä” – ”tehostamista” – ovat ne kuitenkin sellaisia, joiden puutetta pidettäisiin yhteiskunnassa pian ongelmana, ”korjaamista” vaativana tilana. Jos olemme yhteiskunnassa jossa taito käyttää tietokonetta on välttämätön, onko tämän taidon opetteleminen itsensä tehostamista vai korjaamista?

Vaikka normaaliuden kriteeriä ei sitoisikaan yhteiskunnan odotuksiin, on tehostamisen ja korjaamisen erottelu silti haastavaa. Muistia parantava lääkeaine saattaisi olla joko ”tehoste” tai ”lääke”, sen perusteella, annettaisiinko se sairaalloisen huonomuistiselle vai normaalille ihmiselle – ja normaalivaihtelun sisään jäävä huonomuistinen ihminen voisi aineen nautittuaankin (”tultuaan tehostetuksi”) päätyä olemaan huonomuistisempi kuin luonnostaan hyvämuistinen (”tehostamaton”) ihminen<sup>7</sup>.

Erottelu epänormaalin tilan korjaukseen ja normaalitilan tehostamiseen tuntuu helposti houkuttelevalta. Jokaisella meistä on vahva käsitys ”normaalista”, ja kaikki erilainen pistää silmään. Kuitenkin tuo käsitys on täysin muuttuva, aikaan ja paikkaan sidottu. Mitä enemmän olemme erilaisiin kulttuureihin ja aikakausiin tutustuneet, sitä enemmän normaalin käsite menettää merkitystään. Siksi meidän ei kannatakaan nojautua käsitykseen normaalista kun tarkastelemme erilaisten teknologioiden vaikutusta. Jos meillä on lääke joka parantaa ihmisen muistia, se ei ole tehostus eikä korjaus, vaan yksinkertaisesti *muutos*. Muutos saattaa tuntua epänormaalilta tai luonnonvastaiselta – mutta sellainen tuntemus ei kerro niinkään muutoksen luonteesta vaan siitä, mitä olemme tottuneet pitämään normaalina tai luonnollisena. Se ei ole argumentti muutoksen puolesta eikä sitä vastaan, vaan pelkästään toteamus senhetkisestä ajattelutavastamme.

Kaikista yrityksistä huolimatta ei ihmisillä ole samantasoisia mahdollisuuksia elämässä pärjäämiseen. Jotkut ovat toisia luonnostaan älykkäämpiä, toiset onnellisempia ja kolmannet keskittymiskykyisempiä. Monet haluaisivat vaieta tästä – vanhaan huonoon aikaan ihmisten sortamista perusteltiin evoluutiolla ja luontaisilla eroilla, jolloin erojen vähätteleminen olikin perusteltua. Nykyään on kuitenkin saatettu mennä liikaa vastakkaiseen suuntaan. Ihmisten synnynnäisiä eroavaisuuksia ei haluta tunnustaa edes siksi, että asialle tehtäisiin jotain.

---

7 Bostrom & Sandberg 2006.

Vain silloin kun ihmisen älykkyys on rajun silminpistävästi normaalia matalampi, jolloin häntä kutsutaan henkisesti jälkeenjääneeksi, tai silloin kun hänen keskittymiskykynsä on rajusti normaalia matalampi, jolloin häntä kutsutaan ADHD-potilaaksi, suostutaan tämä pitkin hampain tunnustamaan. Näille poikkeustapauksille on hyväksyttävää ja tarpeellista antaa ”hoitoa”. Samaan aikaan ei ole yhteiskunnallista painetta siihen, että ”normaaleille” annettaisiin vastaavasti tilaisuus muokata itseään – ovathan he jo terveitä, vaikka toinen heistä saattaakin silti olla toista älykkäämpi tai keskittymiskykyisempi.

Mutta todellisuudessa ei ole vain sairaita, terveitä ja poikkeuksellisen terveitä yksilöitä, vaan ihmisten keskuudessa on vaihtelua äärestä laitaan. Joidenkin ihmisten älykkyysosamäärä on 80, joidenkin 100, joidenkin 120. Joidenkin lahjat riittävät huippusuorituksiin, toisten eivät. Eikö ole epäoikeudenmukaista, että osittain synnynnäiset tekijät saattavat määrätä koko loppuelämän?

Tätä ei tule tulkita ihmisten arvottamiseksi. ADHD-potilaat tai älykkyysosamäärältään matalat ihmiset eivät ole sen vähäarvoisempia tai huonompia kuin ketkään muutaakaan. Ei ole syytä pakottaa heitä tai ketään muutaakaan ottamaan vastaan hoitoja, elleivät he sitä itse halua. Kuitenkin varsin monet kaipaavat mahdollisuuksia toimia itsenäisemmin. Arvottavin on nykykäytäntö, jossa heidät on ensin leimattava sairaiksi, ennen kuin heille annetaan lupaa muuttaa itseään. Tämä sen sijaan, että oikeus muuttaa itseään haluamaansa suuntaan olisi kaikille kuuluva itsestäänselvä oikeus vailla arvolatausta.

Jopa sana ”lahja” heijastaa tiettyä ennakoasenteellisuutta. Se heijastaa ajatusta siitä, että ihmisellä on tietty perustaso jonka voi ajatella saavuttavansa, ja kyky päästä korkeammalle on jotain harvinaista, poikkeuksellinen lahja. Ehkä olisikin parempi puhua luontaisten lahjojen sijaan luontaisista rajoituksista – asioista jotka estävät meitä saavuttamasta niitä asioita, joita haluaisimme.

Kaikki eivät ole tästä samaa mieltä. Yksi esitetty kritiikki<sup>8</sup> liittyy resursien jakamiseen yhteiskunnassamme: ainakin valtiorahoitteen lääketieteen tulisi keskittyä vain hoitamaan kaikkia koskettavia sairauksia, sen sijaan että resursseja käytettäisiin edistämään yksittäisten ihmisten haluja. Argumentin mukaan hyvä terveys kuuluu kaikille, siinä missä tekijät kuten älykkyys tai luonteenpiirteet vaikuttavat vain yksittäisten yksilöiden subjektiivisten halujen toteutumiseen. Tämänlaisten halujen edistäminen ohjaisi lääketieteen

---

8 Merkel et al. 2007, s. 303.

tehtävän pois yleisen hyvän edistämisestä, jättäen sille yhä vähemmän resursseja joilla harjoittaa varsinaista terveydenhoitoa. Edes ajatus ”luonnon arpa-jaisten” tuottamien yksilökohtaisten epätasa-arvoisuuksien korjaamisesta ei tämän argumentin mukaan muuttaisi asiaa. Yhteiskunnalla olisi vastuu luoda kaikille tietyt perusedellytykset hyvälle elämälle, mutta tämän vaatimuksen täyttämiseen ei olisi tarpeen korjata pienempiä yksilökohtaisia eroja.

Tämänlainen argumentti kuitenkin ontuu. Se tekee olettamuksen siitä, että terveydenhoidon vastuualueen laajentaminen väistämättä kasvattaisi myös sen kuluja. Tämä ei kuitenkaan välttämättä pidä paikkaansa. Tämän teoksen käsittelemät tehostukset eivät ole kauneusleikkausten kaltaisia asioita, joilla on loppujen lopuksi vain pientä vaikutusta kalleudesta huolimatta. Luvuissa 2–4 käsiteltävät tehostukset saattavat hyvinkin kohentaa niitä vastaanottavien yksilöiden yleistä hyvinvointia, kykyä välttää sairastumista sekä mahdollisuuksia olla oman elämänsä hallinnassa – kaikki asioita, jotka vähentäisivät sairaalakäyntejä. Argumentin esittäjät nostavat terveyden erityisasemassa olevaksi hyödykkeeksi, joka parantaa jokaisen ihmisen elämänlaatua ja mahdollisuuksia kauttaaltaan. He eivät kuitenkaan perustele sitä, mikseivät myös muut asiat voisi olla yleisiä hyötyjä tai yleistä terveyttä parantavia.

Lisäksi on hyvä huomata, että lääketieteen piiriin kuuluvat jo nyt hedelmällisyshoidot, joilla voidaan antaa kyky hankkia lapsia myös niille, joilla sitä ei normaalisti ole. Niitä ei voi perustella sillä, että ne parantaisivat yksilöiden yleistä terveyttä, vaan ne ovat juuri sellaista ”subjektiivisten halujen edistämistä”, jota esitetty kritiikki vastustaa. (Niitä voisi kyllä puolustaa sillä, että ne tekevät yksilöt onnellisemmiksi ja siten terveemmiksi.) Toisaalta voidaan myös ajatella kyvyn hankkia lapsia olevan niin hyvä ja arvokas asia, että kaikilla tulisi olla siihen oikeus – mutta miksei tällöin laskettaisi myös hyvää keskittymiskykyä, älykkyyttä tai onnellisuutta tämänlaiseksi hyväksi ja arvokkaaksi asiaksi? Ne ovat asioita jotka todennäköisimmin hyödyttävät laajempaa ihmisjoukkoa kuin hedelmöityshoidot, sillä kaikki eivät edes halua hankkia lapsia.

Kannattaa myös muistaa, että vaikkei lääketieteen tehtävä ehkä perinteisesti olisikaan ihmisten tehostaminen, on meillä silti koulu- ja yliopistolaitosten kaltaisia instituutioita, joiden tehtävä on juuri sitä. Yksi perustelu yliopistojen akateemiselle vapaudelle on antaa yksilölle mahdollisimman suuri vapaus tehdä mitä itse pitääärkevimpänä, ja täten hyödyttää yhteiskuntaa sillä tavalla joka häntä itseään motivoi eniten. Tämänlaista ajattelutapaa on täysin mahdollista myös soveltaa tekniikoihin, jotka vähemmän perinteisillä keinoilla antavat yksilölle suurempaa vapautta toimiinsa.

### 1.3. Rikkaiden ja köyhien kuilu

Yksi herkästi esitettävä vastalause on kysymys siitä, miksi pitäisi kehittää teknologisia leluja kun maapalloa vaivaavat nälänhätä ja monenlaiset muut ongelmat. Eikö meidän tulisi keskittyä ensin korjaamaan suurimmat ongelmamme, ja sitten vasta parantaa valmiiksi hyväosaisten oloja?

Tavallaan kysymys on turha – teknologioita tullaan kehittämään siitä huolimatta, käytettäisiinkö rahat paremmin johonkin muuhun. Samoin kuin elokuviin, kosmetiikkaan ja suurmiesten patsaisiin käytetään rahaa koska ihmiset haluavat niitä, tullaan teknologiaa aina kehittämään koska on tuottoisaa tehdä niin. Tämän kirjan tarkoituksena on puhua niistä teknologioista, joiden toteutuminen lähitulevaisuudessa vaikuttaa todennäköiseltä. Jos ne ovat joka tapauksessa toteutumassa, tulisi niitä hyödyntää mahdollisimman pitkälle. Meidän tulee tehdä parhaamme sen eteen, että käytämme kehityksen hedelmät mahdollisimman tehokkaasti hyväksemme. Etukäteissuunnittelu auttaa myös torjumaan niiden huonot puolet ja ongelmat.

Tämänlainen vastaus kuitenkin väistää itse kysymyksen, ja myöntää siten teknologisen kehityksen moraalittomuuden, kohdellen sitä välttämättömänä pahana. Meidän ei tarvitse tyytyä niin surkeaan tulokseen, vaan voimme myös osoittaa kehityksen moraalisen arvon.

On totta, että vauraus on planeetallamme epätasaisesti jakautunut, ja että teknologinen kehitys hyödyttää ensimmäisenä varakkaimpia. Usein tullaan maininneeksi, että nälänhädän ongelma ei ole riittävän ruokamäärän tuottamisessa vaan ruuan saamisessa nälkää näkeville. Maailmassa jatkuvasti vallitsevat kriisit ovat jotain, jonka pitäisi tuottaa tunnontuskia jokaiselle joka ei jatkuvasti aktiivisesti tee jotain niiden vähentämiseksi. Satunnaisen suomalaisen ajoittainen vaikeus keskittyä ei ole asia, jonka korjaamisen luulisi paljoo auttavan äitiä joka joutuu katsomaan lastensa kuolevan nälkään.

Mutta teknologiakriitikko joka huomauttaa ruuantuotannon riittävyystä unohtaa toisen puolen sanomastaan – teknologinen kehitys tarkoittaa, että osa tuotantopuolesta on jo ratkaistu, ja pääasiallinen ongelma piilee poliittisessa puolessa. Euroopan viimeinen merkittävä nälänhätä oli toisen maailmansodan aikana, ajoittaisten nälänhätien riivattua mannerta satoja vuosia sitä ennen. Mikäli maanviljelys- ja säilöntäteknikat eivät olisi kehittyneet, ei planeetallamme olisi tarpeeksi ruokaa jokaisen ruokkimiseen säännöllisesti – *eikä* poliittista tahtoa sitä varten. Nykyään, kun ruuan hyvään saatavuuteen ollaan länsimaissa ehditty tottua, on ihmisillä aikaa ajatella myös muiden ihmisten ruuansantia. Mikäli säännöllistä ruokaa ei

oltaisi opittu pitämään itsestäänselvyytenä ja perusoikeutena, ei myöskään olisi yhtä järkyttävää, että muut ovat ilman. Mikäli länsimaissa voidaan hyvin, on tavallista shokeeraavampaa jos muualla voidaan huonosti.

Myöskään ei pidä täysin paikkaansa väittää, että teknologia on tehnyt osansa ja loppu on kiinni poliittisista toimenpiteistä. Entisestään kehittyvä teknologia saattaa tehdä nälänhätien poistamisesta vähemmän poliittista tahtoa vaativaa. Mikäli kuka tahansa länsimaiden asukas voisi halutessaan poistaa nälänhädän maksamalla yhden sentin, olisi se jo tehty. Lentokoneet ja sateliitit auttavat suuriturmien uhrien löytämisessä, lääketehtaat rokotteiden luomisessa ja kuorma-autot ja laivat rokotteiden viemisessä perille. Monien kriisien ongelma on, että niihin vaikuttavat syyt ovat niin monimutkaisia, että parhaatkin yritykset auttaa voivat helposti tehdä enemmän haittaa kuin hyötyä. Afrikan ruoka-avun on väitetty tekevän paikallisen maanviljelyn kannattamattomaksi ja pitävän alueen nälänhätien kierteessä<sup>9</sup>. Tällöin kriisipesäkkeitäkin hyödyttäisi mikäli länsimaalaiset pystyisivät tekemään itsestään älykkäämpiä ja terveempiä, kykenevämpiä paremmin auttamaan ja olemaan tekemättä haittaa avullaan, kykenevämpiä paremmin näkemään ennakkoluulojen ja virheellisen ajattelun lävitse.

(Äskeisen ja sitä edeltävän kappaleen kirjoittamisen jälkeen maailmalla puhkesi ruuan hinnan noususta johtuva kriisi, joka uhkasi viedä miljoonilta ruuan pöydästä – varaa ruokaan ei kaikilla yksinkertaisesti ollut. Kriisi on sittemmin jossain määrin laantunut, mutta sen yhtenä syynä on pidetty muun muassa ruuntuotannon taloudellisten puolten joustamattomuutta ja länsivaltojen lyhytnäköisyyttä, näiden suosiessa liikaa biopolttoaineiden tuotantoa. Nyt aiemmin tehdyistä sitoumuksista nostaa biopolttoaineiden osuutta ollaankin jo perääntymässä, vain vähän aikaa niiden säätämisen jälkeen. Tämä on kaikesta edeltävästä varsin hyvä esimerkki.)

Kansainvälisellä skaalalla puhuttaessa on myös tärkeää muistaa, että ajatus rikkaista länsimaista ja riistetyistä köyhistä kehitysmaista ei enää ole täysin paikkansapitävä. Ajatus siitä, että monien suuryritysten tai jopa valtioiden intressiin kuuluu kehitysmaiden pitäminen köyhänä, ei välttämättä ole täysin väärä. Toisaalta Kiina oli pitkään klassinen esimerkki alhaisen elintason ja palkkojen maasta, jossa länsimaat saattoivat tuottaa elektroniikkaa halvalla. Nykypäivänä länsimaiden investointi on kuitenkin nostanut Kiinan elintasoja niin tehokkaasti, että sikäläiset firmat ovat itse alkaneet ulkoistaa tuotantoaan maihin joissa on vielä köyhempää. Kiinalaiset suuryhtiöt ovat alkaneet sekä ostamaan länsimaisia kilpailijoitaan, että aggressiivisesti

---

9 Thielke 2005.



markkinoimaan tuotteitaan tähän asti köyhemmissä olosuhteissa eläneille ihmisille. ”Ensimmäiseltä miljardilta ihmiseltä meni 25 vuotta saada itselleen PC; seuraavan miljardin kohdalla pitäisi mennä seitsemän vuotta”, sanoo kiinalaisen tietokonevalmistaja Lenovon toimitusjohtaja<sup>10</sup>. Köyhyyden ja kurjuuden poistamisessa ei ole kyse vain avustustuksista, vaan myös suoraa voittoa tavoittelevasta liiketoiminnasta.

Länsimaissa luksuksenakin pidetyt keskinnot ovat kehitysmaihin leviessään parantaneet oloja ja taloutta. *New York Times* raportoi tuoreeltaan<sup>11</sup>, miten tehokkaasti köyhätkin maat ovat omaksuneet kännykät. Kännykkäverkot ovat perinteisiä lankapuhelinverkkoja halvempia rakentaa ja ylläpitää, ja lukutaidottomalle väestölle helpompia omaksua kuin tietokoneet. Ugandalaiselle äidille on välttämätöntä tietää onko lääkäri paikalla, ennen kuin käyttää kolmea tuntia kantaen malariaan sairastunutta lastaan tämän luokse. Kiinalainen taloudenhoitaja eli käytännössä velkaorjuudessa isäntänsä kotona, kunnes sai kännykän jolla saattoi sopia töiden tekemisestä muillekin. Kantaja taas joutui odottelemaan päivät pitkät liikkeiden ja rakennustyömaiden edessä, toivoen että tulisi palkatuksi johonkin työhön. Puhelimen avulla hän voi mennä suoraan sinne, missä työtä on.

Yksittäisten valtioiden skaalalla puhuttaessa sanotaan usein, että kyky nostaa älykkyyttään tai muokata persoonallisuuttaan syventäisi rikkaiden ja köyhien välistä kuilua. Rikkaat voisivat tehdä itsestään superälykkäitä vain paremmin hallitakseen köyhiä. Mutta meillä ei ole mitään syytä jättää teknologian hedelmiä puhtaiden markkinavoimien haltuun, emmekä näytä tehneen niin tähänkään asti. Koulutus oli pitkään pelkästään varakkaimpien etu, mutta ajan kuluessa valtio puuttui peliin ja loi yleisen kouluvelvollisuuden, tehden opiskelun korkeakouluunkin saakka ilmaiseksi. Kenenkään ei nykyään kuule vaativan koululaitoksen kieltämistä sillä perusteella, mitä tapahtuisi jos vain rikkaat voisivat laittaa lapsensa kouluun. Kukaan ei myöskään pidä huonona asiana sitä, että koulujärjestelmä aikoinaan syntyi, vaikka se aluksi saattoikin vain voimistaa eliitin valtaa.

Mikäli markkinoille tulee asioita jotka olisivat valtaiseksi hyödyksi kaikille, mutta joihin harvalla itsellään olisi varaa, on meillä oikeus ja velvollisuus vaatia valtiota kustantamaan ne mahdollisimman monelle. Aluksi tehostukset saattavat olla saatavilla vain länsimaissa, mutta jos ne vaurastuttavat meitä, tulevat ne helpommaksi levittää muuhunkin maailmaan. Tämä on lisäksi kiinnittä huomiota näiden teknologioiden kehitykseen: mikäli

---

<sup>10</sup> The Economist 2008.

<sup>11</sup> Corbett 2008.

niistä todella voi olla laajaa hyötyä, on päättäjät painostettava tuomaan ne mahdollisimman monien saataville mahdollisimman nopeasti.

## **1.4. Onko luonnon sorkkiminen pahasta?**

Toinen usein kuultu argumentti liittyy luonnon viisauteen. Tämän ajattelutavan mukaan meidän ei tulisi yrittää ”päihittää” luontoa, joko koska olemme itsekin osa luontoa tai koska luonto on niin monimutkainen järjestelmä, ettemme koskaan tule ymmärtämään sitä kunnolla.

Tässä ajattelutavassa on tiettyä perää – ihmismieli ja ihmisruumis, koko muusta planeetasta puhumattakaan, ovat kehittyneet vuosimiljoonien vaiheittaisen kehityksen aikana äärimmäisen monimutkaisiksi. Kenelläkään tuskin on vaikeuksia luetella pitkää listaa tapauksista, joissa ihmisten puuttuminen luonnon toimintaan tuotti epätoivottuja seurauksia. On jopa esitetty<sup>12</sup>, että ihmiskunnan pahin virhe oli siirtyminen maanviljelykseen – elämä siinä ympäristössä johon ihmiset olivat kehittyneet oli terveellisempää, kevyempää ja oikeudenmukaisempaa. Tällöin pääsyy maanviljelykseen siirtymiseen oli pelkästään se, että sitä harrastavat yhteiskunnat saattoivat ruokkia paljon suurempia määriä ihmisiä ja siten jyrätä metsästäjä-keräilijä -yhteisöt alleen.

Mutta kuten esimerkki maanviljelyksestä – tai aiemmin luku- ja kirjotustaidosta – osoittaa, on luonnonjärjestyksen rikkominen mitä erilaisimmilla tavoilla jatkunut koko ihmiskunnan historian lävitse. Emme enää elä siinä ympäristössä johon alunperin kehityimme, eikä siihen tilanteeseen ole paluuta – vaikka jokin katastrofi romahduttaisi sivistyksen niin täydellisesti että meistä kaikista tulisi taas metsästäjä-keräilijöitä, ennemmin tai myöhemmin joku saisi taas päähänsä aloittaa maanviljelyn. Kenen tahansa päivän sisäلتö, herätyskellostä työmatkaan ja kirjan lukemiseen ennen nukkumaanmenoa, on luonnotonta. Eikä ihminen ole luomaansa ympäristöön kovin hyvin sopeutunut: joka kymmenennen suomalaisen arvioidaan joskus elämänsä aikana kokeneen vakavaa, pitkäaikaista masennusta<sup>13</sup>, ja monenlaiset muut psyykeen- ja kehonongelmat ovat yleisiä.

Monimutkaisten järjestelmien muuttamiseen tulisi suhtautua suurella varovaisuudella, mutta ihmiskunta on niin surkeassa tilassa kuin on nimenomaan siksi, että luonnon tuotoksiin *ei* ole sotkeuduttu. Aivomme ja

---

<sup>12</sup> Diamond 1987.

<sup>13</sup> Ojanen 1999.

kehomme toimivat pääpiirteissään yhä samalla tavalla kuin 10 000 vuotta sitten, vaikka ympäristö on muuttunut aivan erilaiseksi. Mikäli olisimme muokanneet itseämme ympäristön kehittymisen myötä, emme enää kärsisi jatkuvasta kroonisesta masennuksesta ja henkisestä pahoinvoinnista.

Evoluutio ei myöskään aina toimi lajin parhaaksi, koska evoluution perusyksikkö ei ole laji vaan geeni. Yksittäiset geenit saattavat mahdollistaa suuremman määrän lisääntymisikään selviävää jälkikasvua, jolloin ne yleistyvät, vaikka tämä olisi kokonaisuuden kannalta haitallista lajille. Klassinen esimerkki ovat riikinkukon pyrstösulat. Niiden kasvattaminen vie paljon energiaa, tekee linnusta vähemmän ketterän ja saattaa tehdä siitä näkyvämmän saalistajille. Kuitenkin mikäli tarpeeksi monet naaraat sattuvat pitämään värikkäitä sulkia haluttavina kumppanissa – ne ovat kenties merkki hyvästä terveydestä, koska toisella on kerran ollut mahdollisuus kasvattaa ne – saavat isosulkaiset riikinkukot keskimääräistä enemmän jälkikasvua. Koska jälkikasvulla on isosulkaisten riikinkukkojen perillisenä tavallista suuremmat pyrstösulat, löytävät nekin tavallista helpommin pariutumiskumppaneita. Tällöin muidenkin naaraiden kannattaa pyrkiä pariutumaan isosulkaisten kanssa, sillä silloin niidenkin jälkikasvulla on tavallista suuremmat menestymismahdollisuudet. Koska muut linnut suosivat isosulkaisia lintuja, isosulkaisten lintujen perimä valikoituu leviämään laajemmin. Ja koska valinta suosii isosulkaisia lintuja, suosii se myös taipumusta paritella pääasiassa isosulkaisten lintujen kanssa. Syntyy itseään ruokkiva kehä, joka johtaa pyrstöjen jatkuvaan kasvuun – siitä huolimatta, että se saattaa huonontaa lajin selviytymismahdollisuuksia kokonaisuutena.

Tämä kaikki ei kuitenkaan muuta sitä, että nykyiseen olemukseemme saattaa liittyä hyvinkin painavia biologisia syitä, joiden muuttaminen voi herkästi rikkoo asioita. Evoluutiolla on ollut käytettävissään vuosimiljoonia, joiden aikana useimmat sen luomat järjestelmät ovat hiljalleen hioutuneet hyvin toimivaksi kokonaisuudeksi. Tämän vuoksi meidän voi olla hyvä miettiä, miksi asiat eivät ole jo valmiiksi sellaisia kuin haluaisimme, ja asettaa kysymys ”Miten voimme realistisesti olettaa voivamme parantaa evoluution työtä?” Tämä on *evoluutioheuristiikka*, ja se tarjoaa meille kolmenlaisia vastauksia<sup>14</sup>:

- Muuttunut ympäristö – kehityimme tietynlaiseen ympäristöön (evoluutiivisen sopeutumisen ympäristö eli EEA, *environment for evolutionary adaptiveness*), mutta nykytilanne on toisenlainen. Metsästäjä-keräilijä -ympäristössä oli hyödyllistä varastoida kaikki

---

14 Bostrom & Sandberg 2007.

ylimääräinen energia rasvakerrokseen, mutta nykymaailmassa tästä seuraa terveysongelmia. Tässä tapauksessa edessämme ei ole kokonaan uuden organismin suunnittelemisen veroista haastetta. On paljon vaikeampaa rakentaa auto puhtaalta pöydältä, kuin vaihtaa olemassaolevaan autoon renkaat tai virittää se toimimaan toisenlaisella kelillä.

- Poikkeavat arvot – millaiseksi olemme kehittyneet ei välttämättä ole sama kuin millaisia haluaisimme olla. Seksuaalisuuden evolutiivinen tarkoitus olisi hankkia lapsia, mutta erilaisten suojakeinojen käyttäminen mahdollistaa seksin harrastamisen tulematta raskaaksi. Kaikki eivät edes hanki lapsia lainkaan. Tämänlaisessa tilanteessa ei ole yllättävää, että voimme tehdä muutoksia jotka ajavat meidän tavoitteitamme, geeniemme alkuperäisten tavoitteiden sijaan. Tällöinkään meidän ei tarvitse osata ratkaista yhtä vaikeita ongelmia, kuin mitä evoluutio aikoinaan.
- Evolutiiviset rajoitukset – meillä on pääsy erilaisiin työkaluihin, materiaaleihin ja tekniikoihin, joihin evoluutiolla ei ollut pääsyä. Vaikka suunnittelukykyämme olisikin vähäisempi kuin evoluutiolla, nämä apukeinot saattavat silti mahdollistaa sellaisten esteiden kiertämisen, joita evoluutio ei yksinkertaisesti ole pystynyt kiertämään. Tähän selitykseen turvautumisen suhteen tulisi olla varovainen, sillä luonto on usein onnistunut primitiivisillä keinoilla siinä, mihin paraskaan teknologiamme ei pysty. Mutta joissakin tapauksissa saattaa olla mahdollista osoittaa, ettei jotakin edistysaskelta vain ole mahdollista ottaa ilman tiettyjä apuneuvoja. Evoluution kautta ei olisi voinut kehittyä yllääänilentokoneita tai avaruusaluksia, vaikka sille olisi annettu miten paljon aikaa tahansa.

Valtaosan ajasta ovat nämä syyt riittäviä selittämään, miksei asioiden muokkaamisessa itsessään ole ongelmaa. Monet asiat joita haluaisimme muuttaa ovat sellaisia joista evoluutio ei välitä, jotka eivät enää toimi siinä ympäristössä jossa elämme, tai sellaisia, etteivät ne olisi koskaan ylipäättään saattaneet kehittyä. Toisaalta meidän tulisi olla hyvin varovaisia, jos mikään näistä syistä ei päde – ja toisaalta saatamme silti tehdä virheitä, vaikka ne päätisivätkin.

## 1.5. Normaalius pettää

Mistä tahansa radikaalista muutoksesta keskustellessa voi olla välillä vaikea tietää, miten paljon sen vastustuksesta on perusteltua ja miten paljon uuden pelkoa ja puhdasta muutosvastarintaa. Tämän ongelman korjaamiseksi voi yrittää soveltaa ns. käänteistestiä<sup>15</sup>, joka kuuluu seuraavasti:

Käänteistesti: Jos ajatellaan muutoksen tiettyyn asiaan aiheuttavan kielteisiä seurauksia, pohditaan seuraavaksi saman asian muuttamista vastakaiseen suuntaan. Mikäli tämänkin muutoksen ajatellaan aiheuttavan kielteisen lopputuloksen, tulee selittää miksei tilannettamme voida parantaa muuttamalla kyseistä asiaa kumpaankaan suuntaan. Jos tälle ei löydy hyvää selitystä, on aiheellista olettaa järkeilyn syyn piilevän silkassa muutosvastarinnassa.

Mikäli meistä tuntuu että on huono asia tehdä ihmisistä älykkäämpiä, tulisi meidän samalla myös kysyä, olisiko sitten parempi tehdä ihmisistä tyhmempiä. Jos ei, se antaa ymmärtää että ihmisten nykyinen älykkyystaso olisi ”paras mahdollinen”, joten meillä pitäisi olla uskottava selitys sille, miksi näin on. Joidenkin asioiden suhteen saattaa löytyäkin hyvä perustelu tälle – luonto on saattanut tehdä meistä niin hyvin sopeutuneita johonkin, että muutos mihin tahansa suuntaan olisi muutosta huonompaan. Kuitenkin ympäristömme on nykyään hyvin erilainen kuin ennen. Luonnon halut ja meidän halumme saattavat olla ristiriidassa keskenään – ”luonnon näkökulmasta” meidän tulisi lisäntyä niin tehokkaasti kuin mahdollista, mutta itse käyttäisimme mielummin ehkäisystä.

Muita vartenotettavia selityksiä sille, miksei muutosta pitäisi tehdä, ovat siihen sisältyvät kustannukset (esimerkiksi älykkäämmät lapset saattaisivat vaatia opetussuunnitelman uudistamista) sekä mahdolliset riskit. Muutuskustannukset ovat kuitenkin kertaluonteisia siinä missä edut ovat pysyviä, ja ennalta-arvaamattomien riskien myötä tulee myös ennalta-arvaamattomia etuja.

Muutokseen liittyvä epävarmuus on toki pätevä syy epäroidä – mikäli on perusteltu syy sille, miksi muutoksen voisi todella olettaa aiheuttavan haittaa. Muuten päädytään herkästi valitettavan yleiseen ”mitään muutoksia ei pitäisi tehdä, koska emme tiedä varmasti niiden kaikkia mahdollisia seurauksia”-argumentointiin. Sen nojalla kukaan ei koskaan saisi tehdä mitään, koska *minikään* kaikkia mahdollisia seurauksia ei koskaan voi tietää varmasti. Tämä ei tarkoita sitä, etteikö muutosten ehdottajienkin saattai-

---

15 Bostrom & Ord 2006.

si olla tarpeen tarjota perusteluita sille, miksei jostain asiasta voisi koitua vaaraa – etenkin mikäli kyse on jostakin tärkeästä asiasta. Mitä tärkeämmästä, sen paremmin tulisi kyetä perustelemaan sen turvallisuus. Mikäli tämänlainen perustelu kuitenkin löytyy, tulisi myös muutoksen vastustajilta löytyä vahvat perusteet sen rajoittamiseksi. Jokainen voi itse miettiä, mitä olisi tapahtunut, jos sähköön, polttomoottorin, modernin lääketieteellisuuden, Internetin, kännyköiden ja muiden teknologioiden luoja olisi vaadittu pitävästi todistamaan luomustensa turvallisuus ennen kuin olisivat saaneet tehdä niillä mitään<sup>16</sup>. Useassa tapauksessa niiden kaikkia riskejä ei edes olisi ollut mahdollista ennustaa etukäteen – mutta ei myöskään kaikkia niiden hyötyjä. Muutoksia tulisivin välttää odottamattomien riskien vuoksi vain, mikäli on hyvin todennäköistä, että ennalta-arvaamattomia etuja on vähemmän kuin haittoja.

## 1.6. Olisimmeko enää ihmisiä?

Meitä radikaalisti muuttavat teknologiat nostavat herkästi esiin kysymyksen – voivatko ne mennä niin pitkälle, ettemme jonkin pisteen jälkeen olisi enää ihmisiä lainkaan? Jos tämä on mahdollista, missä raja kulkee, ja pitäisikö meidän välttää sitä?

Filosofi Derek Parfit käyttää<sup>17</sup> seuraavaa vertausta: oletetaan, että meillä on kerho, johon kuuluu ihmisiä ja jonka jäsenet tapaavat säännöllisesti usean vuoden ajan. Jossain vaiheessa tapaamiset loppuvat. Muutamia vuosia myöhemmin, osa vanhan kerhon jäsenistä perustaa uuden kerhon, jolla on sama nimi ja samat säännöt. Nyt voidaan kysyä, ovatko nämä ihmiset perustaneet vanhan kerhon uudelleen, vaiko uuden kerhon joka vain sattuu olemaan täysin samanlainen? Oletetaan myös, että vanhan kerhon säännöissä ei sanottu mitään sen perustamisesta uudelleen, eikä kukaan kerhon – vanhan tai uuden – jäsenistä suostuisi vastaamaan kysymykseemme. Tällöin kysymyksellä ei olisi vastausta: väittämä ”tämä on sama kerho” ei olisi oikea eikä väärä.

Mutta vaikka emme pysty vastaamaan kysymykseen, ei se johdu siitä, että olisi jotain kerhoon liittyvää tietämystä jota meillä ei ole. Kerhon olemassaolo riippuu sen jäsenten olemassaolosta ja heidän käyttäytymisestään. Kerho on edelleen olemassa, jos sen jäsenet tapaavat kerhon sääntöjen mukaisesti. Jos tiedämme miten ihmiset pitivät ja pitävät kokouksia ja millaisia

---

<sup>16</sup> Graham 2004.

<sup>17</sup> Parfit 1984, s. 213–214.

kerhojen säännöt ovat, tiedämme kaiken mitä kerhoista on tiedettävissä. Kysymys ”onko tämä sama kerho” on niin hämmentävä nimenomaan siksi, että vastaus siihen ei kertoisi meille mitään uutta – tiedämme jo kaiken oleellisen. Kysymys on *tyhjä*: kerho voi olla sama tai olematta sama, riippuen puhtaasti siitä miten tahdomme sitä ajatella. Voimme vastata siihen usealla eri tavalla, mutta eri vastaukset ovat vain saman tilanteen kuvaamista eri lailla: ”Onko tämä sama kerho, vai onko se vain toinen kerho, joka on täysin samanlainen?” – kumpikaan vastaus ei sulje pois toista. Se kertoo vain siitä, minkä kerhon määritelmän vastaaja on halunnut valita.

Kysymys omasta ihmisyydestämme on vastaavalla tapaa tyhjä. Se tuottaa herkästi pitkällisiä väittelyitä, joiden sydän on siinä, että jokainen keskustelija käyttää hivenen erilaista määritelmää ihmisyydelle ja sen tärkeydelle. ”Olisimmeko enää ihmisiä” antaa ymmärtää, että kysymykselle voisi tarpeeksi pitkän etsimisen jälkeen löytyä jokin objektiivinen vastaus – mutta mikään vastaus ei todellisuudessa kertoisi meille mitään uutta ihmisyydestä itsestään. Se kertoisi meille vain siitä, miten vastaaja ihmisyyden on halunnut määritellä.

Siksi meidän kannattaakin hylätä tämä kysymys, ja keskittyä sen sijaan miettimään asioita joille on löydettävissä yksiselitteisempiä vastauksia – onko jokin teknologia sellainen, joka rikastuttaisi elämää, vaiko sellainen joka köyhdyttäisi sitä? Tulisiko se tuoda mahdollisimman tehokkaasti kaikkien saataville, vaiko päinvastoin rajoittaa sitä säätelyllä? Nämä ovat kysymyksiä joiden vastauksilla on todellinen vaikutus meidän kaikkien elämään. Ihmisyyden tarkalla määritelmällä ei tässä tapauksessa ole.





Henkiseen suorituskyykyyn vaikuttavat oleellisesti mm. älykkyys (g-faktori), keskittymiskyky ja muisti. Älykkyys on paljon paremmin mitattavissa ja vaikuttaa paljon enemmän, kuin mitä maallikot usein olettavat. Näitä eri tekijöitä voidaan lääkeaineiden ja hoitojen kautta parantaa. Ongelmia voi ajatella syntyvän jos suorituskyyky on suhteellinen hyöty, jos epäterveelliset tai epämiellyttävät tehostuskeinot tuottavat painetta kaikkien käyttää niitä, tai jos ne tekevät asioista liian helppoja tai aiheuttavat pitkästymistä. Alakäisten suhteen täytyy noteerata muutamia erikoishuomioita.



## 2. Suorituskyvyn muokkaaminen<sup>18</sup>

Unohdat tärkeän tapaamisen, tai sovit niitä epähuomiossa kaksi kappaletta päällekkäin. Et saa ratkottua tärkeää ongelmaa vaikka kuinka mietit. Energiasi ei riitä kaiken sen tekemiseen, mitä haluaisit. Tavalla tai toisella, henkinen suorituskykyysi on osoittautunut riittämättömäksi. Yksi vaihtoehto olisi vain vähentää velvollisuuksiesi määrää ja haastavuutta, mutta se ei aina ole mahdollista – eikä se auta, jos aidosti *haluaisit* tehdä tätä kaikkea.

Yritykset parantaa ihmisen suorituskykyä ovat ikivanha tapa. Kirjoitus- ja lukutaito laajensivat ja helpottivat rajusti ihmisen kykyä muistaa asioita. Kaikkea ei tarvinnut enää opetella ulkoa, vaan riitti muistaa minne se oli kirjattu ylös. Myös ihmisen sisäistä tapaa käsitellä muistoja on pyritty muokkamaan vuosituhansien ajan. Antiikin Kreikassa tunnettiin tapa pitää puhe kuvittelemalla itsensä kulkemaan reittiä, jonka varrella nähtävät esineet palauttaisivat aiemmin valmistellun esityksen sanat mieleen (ns. loci-metodi). Harjoitellut shakkimestari hahmottaa shakkilaudan paljon novisia paremmin ja kykenee ajattelemaan useampia siirtoja tulevaisuuteen.

Nämä tavat eivät ehkä kuulosta yhtä radikaaleilta kuin aivojen kemiallinen tai geneettinen muokkaaminen kuulostaisi – mutta ero on lähinnä vaikutustavassa. Tutkittaessa muistin maailmanmestaruuskisoihin osallistuneita kilpailijoita – jotka kaikki käyttivät paikkojen kuvittelemista muistinsa apuna – on heidän aivojensa toiminnan todettu olevan erilaista kuin ”tavallisilla” ihmisillä<sup>19</sup>. Tämän ei luulisi olevan yllättävää – onhan pohjimmiltaan kyse siitä, että aivot opetetaan hyödyntämään faktojen ja puheiden tallentamiseen järjestelmää, joka alunperin kehittyi sijaintien hahmottamiseen ja suunnistukseen. Vastaavasti on havaittu, että lukemaan oppiminen muuttaa sitä tapaa, jolla aivot käsittelevät kieltä<sup>20</sup> – ja lukemaan oppimisen vaikutus on paljon pitkäkestoisempi ja perinpohjaisempi kuin mitä monilla kemiallisilla keinoilla voidaan saada aikaan. Mieli syntyy aivoista, joten muutokset ajattelutavassa johavat muutoksiin aivoissa ja päinvastoin. Minkä tahansa uuden ajattelutavan tai taidon opetteleminen on omien aivojensa muokkaamista.

---

<sup>18</sup> Vaikka siihen ei erikseen viitatakaan, on (Bostrom & Sandberg 2006) vaikutustanut huomattavasti tähän lukuun, ja kirjoittaja on törmännyt useisiin tässä viitattuihin tutkimuksiin alunperin sen kautta.

<sup>19</sup> Maguire et al. 2002.

<sup>20</sup> Petersson et al. 2000.

Eikä aivojen kemiallinenkaan muokkaaminen loppujen lopuksi ole niin radikaali ajatus, kuin miltä ehkä kuulostaa. Nikotiinin nauttiminen vaikuttaa muistiin ja huomiokykyyn, siinä missä kofeiinia on jo pitkään käytetty virkeystilan nostamiseen. Jopa purukumin pureskelu vaikuttaa muistiin, joskin kyse saattaa olla enemmänkin jatkuvan pureskelun lisäämästä verenkierrosta kuin suorasta kemiallisesta vaikutuksesta.

Geenimanipulaatiosta on ollut viimeaikoina paljon kohua, mutta ihmiset ovat kautta aikojen valinneet lisääntymiskumppaninsa eri ominaisuuksien perusteella, ominaisuuksien joista osa on periytyviä. Ainakin osa kiinnittää myös tietoista huomiota siihen, miten hyvät geenit uskoo tietyn kumppanin mahdollisille lapsilleen luovuttavan – etenkin, jos suvussa on historiaa perinnöllisistä taudeista. Kehittyvän lapsen fyysisten ja henkisten lahjojen tietoista tehostamista harrastetaan välttämällä alkoholin ja monien lääkkeiden nauttimista raskauden aikana, ja pyrkimällä nauttimaan ravintoa joka varmistaa oikeiden ravinteiden saannin sikiölle. Konkreettinen geneettinen vaikutus on todettu rotilla, joille annettu lisäravinto raskauden aikana on parantanut näiden jälkikasvun suoriutumista. Lisäravinto näyttää vaikuttavan aivojen kehitykseen positiivisesti, lisäten oppimiskykyä ja nopeuttaen kehitystä<sup>21</sup>. Ihmisäideillä omega-3 -happojen lisääminen ruokavalioon raskauden ja imetyksen aikana vaikuttaisi parantavan lasten tuloksia henkistä suoriutumista mittaavissa testeissä<sup>22</sup>. Myös syntymän jälkeen nautittu ravinto vaikuttaa siihen, miten hyvin geenien potentiaalia saadaan hyödynnettyä, mikä näkyy selkeimmin keskipituuden kasvussa ravitsemustason parantumisen myötä. Myös Flynnin efektiä, länsimaisten älykkyystestitulosten kasvua ajan kuluessa, on selitetty mm. ravitsemuksen parantumisella.

Kognitiivisen suorituskyvyn nostamisessa ei siis itsessään ole mitään ihmeellistä – se on hyvin pitkälti aivan normaali osa jokapäiväistä elämäämme. Siihen liittyviin uusiin mahdollisuuksiin olisi kuitenkin syytä kiinnittää erityistä huomiota. Erot suorituskvyssä ovat ehkä yksi suurimpia epäoikeudenmukaisuuksia, joita ihmisten välillä voi olla. Varallisuuteen tai vaikka koulutuksen saatavuuteen vaikuttavia eroja on mahdollista korjata, mutta henkisten ominaisuuksien kohdalla on tämä tähän asti ollut vaikeampaa. On olemassa viitteitä siitä, että tuloeroiltaan tasaisemmat yhteiskunnat ovat kokonaisuudessaan hyvinvoivimpia kuin epätasavarvoisemmat<sup>23</sup>, ja tilanne tuskin on juurikaan eroava henkisten erojen suhteen. Etenkään, kun henkiset ominaisuudet vaikuttavat myös tuloeroihin.

---

21 Meck et al. 1988; Mellott et al. 2004.

22 Helland et al. 2003.

23 The Equality Trust 2009.

## 2.1. G-faktori, työmuisti, keskittymiskyky, Ritalin ja Modafinil

Älykkyytestauksella on maallikoiden keskuudessa usein kyseenalainen maine, ja sen pätevyyttä kyseenalaistetaan usein eri perustein. Älykkyytesteihin on jossain määrin mahdollista harjoitella, yksittäinen numero ei tunnu kovinkaan hyvin kuvaavan ihmistä jolla on hyvä kieli- mutta huono laskupää tai päinvastoin, ja testit ovat usein kulttuurisidonnaisia tai vaikuttavat testaavan enemmänkin eri faktojen tuntemusta kuin minkäänlaista yleistä älykkyyttä.

Siksi saattaakin tulla yllätyksenä, että älykkyytestien tulokset on useaan kertaan osoitettu varsin luotettaviksi ja ennustusvoimaisiksi. Älykkyydosamäärä, tai tarkkaan ottaen  $g$ -faktori,  $\bar{A}O$ :n mittaama tekijä (vastaavasti kuin ”nopeus” on se tekijä, jota ”metriä sekunnissa” mittaa), on mm. paras yksittäinen laaja-alainen työsuorituksen mittaja. Toisin sanoen on olemassa jonkin verran töitä, joissa muut tekijät kuin  $g$  ennustavat paremmin, miten tietty työntekijä siitä suoriutuu – mutta valtaosassa tapauksista on  $g$  tärkein yksittäinen suoriutumisen ennustaja. Jos joudut päättämään kenet otat töihin, mutta et jostain syystä voi saada työnhakijoista enempää kuin yhden tiedon jokaisesta, kysy älykkyydosamäärää. Valtaosassa tapauksista mikään muu tieto ei ole sinulle hyödyllisempi.  $g$ :n merkitys eri tehtävissä vaihtelee, mutta kasvaa mitä monimutkaisemmaksi työ käy.<sup>24</sup>

Miten tämä on mahdollista?

Teoria  $g$ :stä kehiteltiin alunperin tutkimalla luokallista koululaisia, kun huomattiin että oppilaat jotka olivat hyviä yhdessä aineessa olivat todennäköisesti parempia toisissakin aineissa – ja että eri aineet voitiin asettaa järjestykseen sen mukaan, miten hyvin menestys yhdessä aineessa ”siirtyi” menestykseen muissa aineissa. Oppilaat, joilla oli hyvä klassikkoteosten tuntemus, olivat todennäköisesti myös hyviä ranskassa, ja vähän pienemmällä todennäköisyydellä hyviä myös englannissa<sup>25</sup>. Vaikka saattoikin löytyä oppilaita joiden osaaminen matematiikassa ei siirtynyt osaamiseen joissain muussa aineessa, ne jotka olivat yhdessä aineessa hyviä olivat *keskimäärin* hyviä jossain toisessakin.

Itsessään tämä ei vielä kertoisi paljoa siitä, onko  $g$  todella minkäänlaisen älykkyyden, eikä esimerkiksi motivaation mitta. Kuitenkin nykyaikaisempi tutkimus on osoittanut, että  $g$  on tiukasti yhteydessä puhtaammin kogni-

---

24 Gottfredson 1997.

25 Spearman 1904.

tiivisiin ominaisuuksiin. Tämän lisäksi sillä on piirteitä jotka eivät tunnu kunnolla sopivan ajatukseen *g*:stä sosiaalisena konstruktiona, kuten esimerkiksi se, että se on kohtalaisen vakaa eri ikäisillä. Jo alle neljän kuukauden ikäisiltä vauvoilta voidaan esim. katseen perusteella mitata, miten nopeasti nämä kiinnittävät huomionsa tietokoneen ruudulla näkyviin kuvioihin ja löytävät niistä säännönmukaisuuksia. Nämä tulokset ennustavat kohtalaisen hyvin lasten älykkyyttä muutamaa vuotta myöhemmin mitattuna<sup>26</sup>. Myös muilla vastaavilla testeillä, kuten sillä miten nopeasti vauvat lakkaavat kiinnittämästä huomiota uusiin ärsykkeisiin (miten nopeasti ne saavat muodostettua niistä tutun käsitteen), voidaan saada viitettä myöhemmin lapsuudessa mitattavasta älykkyydosamäärästä<sup>27</sup>. Vastaavasti lapsuusiässä mitattu *g* antaa osviittaa aikuisiän tuloksesta, joskaan ei niin hyvin että sen perusteella voitaisiin tehdä luotettavia ennusteita yksittäisten lapsien tulevasta testituloksista<sup>28</sup>.

*g*:n tarkka alkuperä on vielä jossain määrin kyseenalainen, mutta vaikuttaa liittyvän työmuistiin ja lyhytaikaiseen muistiin sekä assosiaatio-oppiin. Korkeamman *g*:n ja siten korkeamman älykkyydosamäärän ihmisiä ovat ne, joilla on korkeampi muistikapasiteetti ja jotka pystyvät pitämään laajemmista kokonaisuuksista mielessään enemmän yksityiskohtia<sup>29</sup>, ja joilla on lisäksi parempi kyky luoda olemassaolevista käsitteistä uusia muodostamalla yhteyksiä niiden välille<sup>30</sup>. Parempi assosiaatiokyky saa biologisen selityksen tuoreesta tutkimuksesta, joka löysi yhteyden *g*:n ja aivojen yksilöllisen rakenteen väliltä. Korkeamman *g*:n yksilöiden aivoalueet ovat tehokkaammin kytkeytyneitä toisiinsa, jolloin niiden väliset signaalit joutuvat kulkemaan lyhyemmän matkan.<sup>31</sup> *g*:ltä on myös löydetty useita muita biologisia korrelaatteja. Mm. isompiaivoisilla ihmisillä on keskimäärin korkeampi *g*, ja korkeamman *g*:n omaavilla on alhaisempi aivojen glukoosinkulutus kuin alemman<sup>32</sup>.

Työmuisti on oleellinen osa kaikkea henkistä toimintaa, vaikkakaan ei ainoa. Voidaan ajatella, että esimerkiksi ”kielipää” muodostuu monesta osasta, joista yksi tulee *g*:stä ja siitä, miten *paljon* kielellistä tietoa pystyy käsitte-

---

26 Dougherty & Haith 1997.

27 Rose & Feldman 1995, McCall & Carriger 1993.

28 McCall 1977.

29 Oberauer et al. 2005.

30 Oberauer et al. 2008.

31 van den Heuvel et al. 2009.

32 Jensen 1997.

lemään kerrallaan. Tämän lisäksi on myös muita tekijöitä, jotka määräävät esimerkiksi sen, miten *hyvin* sitä muistissa olevaa tietoa saadaan käsiteltyä. Tällöin ihmisellä, jolla on hyvä kieli- mutta huono laskupää voi olla normaali *g* mutta poikkeuksellisen kehittyneitä kieleen liittyviä alajärjestelmiä, tai korkea *g* mutta vähemmän hyvin matematiikkaan soveltuvia aivoalueita. Moderni aivotutkimus ei ajattele – kuten 1800-luvun frenologit ajattelivat – että mitään aivojen toimintoja voitaisiin tarkasti paikantaa tietyille alueille, kuten yksittäiseen ”kieliälykeskukseen”. Sen sijaan aivoissa on monia osa-alueita, joista jokainen osallistuu monenlaiseen toimintaan. Lähes kaikessa toiminnassa – laskeminen ja kielellinen päättely mukaanlukien – hyödynnetään työmuistia, mutta laskemisessa hyödynnetään myös aktiivisesti rakenteita joita kielellisessä päättelyssä ei. Mikään ei estä sitä, että ihminen olisi hyvä kielellisissä asioissa ja huono matemaattisissa tai päinvastoin – mutta silti paremman työmuistin, tai korkeamman *g:n*, omaavat ovat keskimäärin molemmissa parempia kuin alhaisemman.

Ei myöskään ole yllättävää, että älykkyystesteihin on mahdollista harjoitella. Moniin testeihin liittyy puhtaan abstrakteja tehtäviä, jollaisiin ei tavallisessa arkielämässä törmää. Tällöin testi on tehty sillä oletuksella, että se mittaa puhdasta raakaa *g:tä* – puhdasta luontaista lahjakkuutta, ilman harjoituksen tuomaa etua. Suoriutuminen missä tahansa tehtävässä koostuu sekä siitä, miten paljon siihen liittyvää tietoa saa pidettyä mielessä kerrallaan, että siitä, miten hyvin sitä tietoa saa käsiteltyä. Tällöin kaikki ihmiset ovat abstrakteissa tehtävissä mahdollisimman pitkälti samalla viivalla harjoittuneisuuden suhteen. Harjoitus parantaa koepisteitä, mutta harjoituksen tuomat lisäpisteet ovat ”tyhjiä” – siitä saatu etu tuottaa vääristyneen tuloksen eikä testistä saatu tulos enää kerro todellista älykkyysosamäärää.

Toisentyyppiset älykkyystestit taas mittaavat nimenomaan sellaista osaaamista ja tietoa, jota tulee arkielämässä harjaannutettua. Ääriesimerkki tästä voisivat olla vertailutehtävät (”leijona on seepralle kuten kissa on...?”) tai sanavaraston suuruutta mittaavat sanaselitystehtävät. Nämä eivät monien silmään vaikuta todellista älykkyyttä mittaavilta, koska ne mittaavat opittua tietoa, ja antavat esimerkiksi suomalaista kulttuuria ja kieltä tuntemattomille maahanmuuttajille alempia pisteitä kuin pitäisi.

Kuitenkin nämä tehtävät toimivat silloin, kun kaikki koehenkilöt *ovat* kasvaneet siinä kulttuurissa, johon tehtävä pohjautuu. Jujuna on, että korkeamman *g:n* yksilöt oppivat samassa ajassa enemmän asioita, kuin matalamman *g:n*. Esimerkiksi sanavarasto karttuu pääosin sitä kautta, että kuulee jotakin sanaa käytettävän ja pääättelee lauseen kontekstista, mitä se tarkoittaa. (Lauseesta ”Pertti joi pullollisen tujullista, ja aika humalaanhan se siitä tuli” voi päätellä, että *tujullinen*

on jotakin alkoholipitoista.) Ihmiset, joilla on korkea  $g$ , tarvitsevat keskimäärin vähemmän vihjeitä päätelläkseen jonkin sanan merkityksen, ja laajentavat siten sanavarastoaan nopeammin. Toisaalta  $g$  vaikuttaa myös siihen, miten aktiivisesti ihmiset itse keräävät tietynlaista tietoa. Jos uusien sanojen merkityksen päättelemiseen menee paljon aikaa ja vaivaa, ei todennäköisesti lue paljon uusia termejä vilisevää tekstiä ellei ole pakko – jolloin tällöinkin matala  $g$  heijastuu suppeana sanavarastona. Pelkkä sanavarastotesti ei pystyisi erottamaan korkean  $g$ :n ja pelkän hyvän kielipään välillä, mutta asian voi korjata yhdistämällä sen testeihin jotka mittaavat esimerkiksi matemaattista päättelykykyä. Jos koehenkilö saa hyvät pisteet molemmista, on hänellä todennäköisemmin myös korkea  $g$ .

Älykkyydosamäärä on pohjimmiltaan suhdeluku – se kertoo sen, miten korkea  $\bar{AO}$  ihmisellä on suhteessa muihin ihmisiin. 100 pisteen  $\bar{AO}$  tarkoittaa, että puolet saa paremman ja puolet huonomman tuloksen. Älykkyystestejä tehdessä laaditaan ensin joukko tehtäviä, joihin kerätään vastaamaan mahdollisimman laaja otos sen kulttuurin jäseniä. Kun testejä sitten myöhemmin käytetään älykkyydosamäärän mittaamiseen, verrataan testattavien saamia pisteitä siihen, miten moni alkuperäisessä vastaajajoukossa sai yhtä hyvät pisteet. Jotta tulos olisi pätevä, pitäisi esimerkiksi suomalaisen testipisteitä aina verrata siihen, miten hyviä pisteitä muut suomalaiset ovat saaneet. Erityisesti tietämystä mittaavissa testeissä olisi aina myös olennaista, että esimerkiksi 18-vuotiaan testipisteitä verrataan muiden 18-vuotiaiden pisteisiin, koska 30-vuotiaalla on  $g$ :stä riippumatta ollut enemmän aikaa kerätä tietämystä ja kartuttaa sanavarastoaan. Tarkkaan ottaen ei voida sanoa, että kenelläkään olisi jokin tietty älykkyydosamäärä – on vain tietyn ihmisen älykkyydosamäärä tiettyä testiä, tietynikäisenä ja tiettyä vertailuryhmää käyttäen. Eri älykkyystestit antavat kuitenkin hyvin samankaltaisia tuloksia, ja siten summittaisen kuvan siitä, missä main jonkun testattavan  $g$  on.<sup>33</sup> Myös se, mihin älykkyystestien alatesteihin saa jokapäiväisessä elämässään harjoitusta, vaihtelee vuosien myötä ja kulttuurin muuttuessa. Tämänkin vuoksi on tärkeää päivittää älykkyystestien vertailupisteet säännöllisesti tuoretta otosta vastaan.

$g$ :llä on konkreettinen vaikutus ihmisen elämään. Sen vaikutus näkyy työtehtävissä: monimutkaiset työtehtävät vaativat useamman asian samanaikaista käsittelyä ja mielessäpitämistä, ja monimutkaiset työt vaativat kaikkein eniten  $g$ :tä. Tietty pohjakokemus ja -koulutus ovat tarpeen töiden tekemiseksi, mutta tietyn pisteen jälkeen lisäkokemus ei yleensä lisää työmenestystä: vaikeissa töissä tulee aina vastaan tilanteita jotka ovat sen verran uusia, ettei mikään aiempi kokemus vastaa niitä täysin. Tällöin tulee oleellisemmaksi pystyä poimimaan aiemmista tapauksista ne piirteet, jotka

---

33 Jensen 1998.



pätevät edelleen muuttuneessa tilanteessa, ja keksiä miten käsitellä uudet.<sup>34</sup> Kompleksisista töistä saadusta kokemuksesta voi myös olla vaikeampi hyötyä, koska tilanteet ovat vaihtelevia. Kompleksisessa työssä ei tule vastaan yhtä paljon toistuvia alatehtäviä joiden hiomiseen voisi keskittyä, samalla tapaa kuin voi hioa yksittäistä laskutekniikkaa tai tennislyöntiä kerta toisensa jälkeen. Myös tarkan palautteen saaminen voi olla hankalaa tai viivästyntä, kuten lääkärillä, joka saa tietää diagnoosinsa paikkansapitävyyden vasta kun arvioinnista on kulunut aikaa ja se on ehtinyt osittain unohtua.<sup>35</sup> Jos työntekijät ovat keskimäärin tavallista kokeneempia, lisäkokemuksen merkitys vähenee, mutta ylimääräisen g:n vaikutus ei<sup>36</sup>. Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa seurattiin 320 poikkeuksellisen korkean g:n (noin lahjakkain 0,01% tai yksi kymmenestä tuhannesta) lasta, joista 93% oli ehtinyt suorittaa maisterin tutkinnon noin 23 vuoden ikään mennessä, ja 56% tavoitteli tohtorin tutkintoa – siinä missä Yhdysvaltain lahjakkaimmasta yhdestä prosentista vain 25% ja koko väestöstä vain 1% saavuttaa tohtorin tutkinnon<sup>37</sup>.

g vaikuttaa myös sosiaaliseen elämään: kuten vaikeat työtehtävätkin, sosiaaliset suhteet ovat monimutkaisia, alati muuttuvia ja vaativat monen seikan huomioonottamista. Yhdysvalloista kerätyissä tilastoissa korkean ÄOn (yli 125) yksilöistä 9% eroaa 5 vuoden sisään naimisiinmenosta, siinä missä matalan ÄOn yksilöistä (alle 75) eroaa 21%. Matala g vaikeuttaa pärjäämistä jokapäiväisessä elämässä: korkean g:n yksilöistä 2% ja matalan g:n 30% elää köyhyysrajan alapuolella. Ensimmäisen lapsensa jälkeen elää sosiaaliturvan varassa 1% korkean g:n ja 55% matalan g:n äideistä. Miehistä vankilassa on ollut alle 1% korkean tuloksen saaneista ja 7% matalan tuloksen.<sup>38</sup> Korkea g parantaa myös mahdollisuuksia elää pitkään. Kaikille Skotlannissa vuonna 1921 syntyneille ja vuonna 1932 koulua käyneille lapsille tehtiin älykkyystesti, jonka tulokset ovat saatavina vielä nykypäivänäkin. Aberdeenin kaupungissa 2792 lasta teki kyseisen testin, ja tutkijat saivat jälkikäteen jäljitettyä heistä 2230 lapsen kohtalot, osoittaen että niillä ryhmien jäsenillä, jotka saivat aikoinaan parhaat pisteet testissä, oli korkein todennäköisyys olla elossa vielä vuonna 1997<sup>39</sup>. Korkeamman älykkyuden omaavilla miehillä oli kuitenkin ollut tavallista korkeampi todennäköisyys menehtyä toisen maailmansodan aikana, mahdollisesti koska nämä joutuivat vaarallisempiin tehtäviin ja otettiin

---

34 Gottfredson 1997.

35 Ericsson 1996.

36 Gottfredson 1997.

37 Lubinski et al. 2001.

38 Gottfredson 1997.

herkemmin asepalvelukseen. Tulos pysyi ennallaan, vaikka siitä kontrolloitiin lapsuuden asuinolosuhteiden perusteella arvioitu sosiaaliluokka.

g:stä tuleva vaikutus voi olla suurempi kuin puhtaasti sosiaalisten tekijöiden vaikutus. Iso-Britanniassa seurattiin lapsia vuodesta 1958 vuoteen 2000, ja todettiin, että korkeamman g:n lapset valikoituivat pääsääntöisesti korkeampiin sosiaaliluokkiin, vanhempien sosiaalisen aseman vaikuttaessa asiaan vain vähän<sup>40</sup>. Brasiliassa taas tarkasteltiin yhteyttä lasten g:n ja koulumenestyksen välillä – yhteys joka oli monta kertaa voimakkaampi kuin vanhempien tulojen ja koulumenestyksen välinen, tai vanhempien tulojen ja lasten g:n välinen yhteys<sup>41</sup>.

Mitään tästä ei toki kuitenkaan tule tulkita tarkoittamaan, etteikö muillakin tekijöillä kuin g:llä olisi merkitystä. Tietyn perustason saavuttamisen jälkeen lisäkokemuksen merkitys pienenee tietyissä ammateissa, mutta se ei tarkoita, etteikö kokemus olisi lainkaan tarpeen. Eksperttiystutkimuksessa on arvioitu, että alalta kuin alalta tarvitsee harjoitusta vähintään kymmenen vuoden ajalta tullakseen sen asiantuntijaksi – olipa sitten lapsinero tai tavallisella älykkyydellä varustettu<sup>42</sup>. Soittotaidossa harjoituksen määrä, g ja musiikillinen lahjakkuus ovat kaikki merkittäviä taitoon vaikuttavia osatekijöitä – ja g:n ja musiikillisen lahjakkuuden vaikutus käy suhteellisesti vähäisemmäksi kun siirrytään korkeammille tasoille<sup>43</sup>. Tämä saattaa vaikuttaa ristiriitaiselta sen kanssa, että monessa työtehtävässä g:llä on korkeammillakin tasoilla kokemusta suurempi vaikutus. Asia selittyy sitä kautta, että musiikinsoitto on luonteeltaan monia työtehtäviä rajoittuneempi osa-alue jossa ei samalla tapaa tarvitse jatkuvasti reagoida uusiin ja yllättäviin tilanteisiin. Myöskään esimerkiksi shakissa, jossa pitkälti opetellaan hahmottamaan shakkilaudan tilannetta ja reagoimaan tietynlaisiin kuvioihin, ei g:llä ole kovinkaan suurta vaikutusta<sup>44</sup>.

Ei kuitenkaan käy kiistäminen, että g:n vaikutus päivittäiseen elämään on valtaisa, eivätkä pelkät numerot välttämättä anna tälle faktalle täyttä painoa. Älykkyystutkija Linda Gottfredson kirjoittaa seuraavasti:

”[Mikäli AO on 75 tai sen alle,] liikutaan ’korkean riskin’ alueella. Tällöin on suuri riski reputtaa peruskoulussa, osoittautua epäpäteväksi normaalissa arjessa (vaihtorahan laskemisessa, kirjeen lukemisessa, työhakemuksen täyttämässä, lääkärin ohjeiden ymmärtämisessä,

---

39 Whalley & Deary 2001.

40 Thienpoint & Verleye 2004.

41 Colom & Flores-Mendoza 2007.

42 Ericsson 1996.

43 Ruthsatz et al. 2008.

44 Bilalić et al. 2007.

pienien lasten hoitamisessa), tulla kauppiaiden huijaamaksi ja ystävien ja sukulaisten hyväksikäyttämäksi, jäädä työttömäksi ja sosiaalisesti syrjäytyneeksi, ja riippuvaiseksi muista” ... ”Monet onnistuvat lopulta elämään tyydyttävää elämää, mutta vain, mikäli he saavat apua tukihenkilöltä tai vahvalta sosiaaliselta tukiverkostolta, tai vasta löydettyään pitkään kamppailtuaan itselleen soveltuvan sosiaalisen lokeron.”<sup>45</sup>

Viimeaikainen tutkimus on paljastanut eri tapoja, joiden kautta työmuistia ja sen kautta sitä vaikuttaisi olevan mahdollista muokata. Monissa työmuistiharjoituksissa on perinteisesti ollut ongelmana, että kuten älykkyydestiin harjoittelemisessa, niiden hyödyt ovat olleet ”tyhjiä”. Ne ovat kyllä kasvattaneet yksilöiden suoriutumista harjoituksissa, mutta tämä ei ole siirtynyt laajempaan työmuistiin muilla osa-alueilla. Shakkimestari on hyvä muistamaan tuhansia eri shakkilaudan asemia, mutta ei muista päivittäistä ostoslistaansa yhtään sen paremmin kuin muutkaan. Tuoreeltaan on kuitenkin raportoitu harjoituksista, joiden väitetään voivan kehittää yleistäkin työmuistia<sup>46</sup>.

Työmuistiin voi vaikuttaa myös kemiallisesti. ADHD-lääkityksenä käytettävän metyyliifenidaatin (kulkee usein kauppanimellä Ritalin) on raportoitu parantavan työmuistia vaikuttamalla sitä ottaneiden vapaaehtoisten aivoihin<sup>47</sup>, ja parantamalla näiden testituloksia lumelääkettä ottaneisiin verrokkiyksilöihin verrattuna. Se tehostaa työmuistia ja suoriutumista sitä vaativissa tehtävissä, joskin saa myös reagoimaan tutulta vaikuttavissa tilanteissa nopeammin, ennen kuin tehtävä on ajateltu täysin loppuun asti<sup>48</sup>. Eräs toinen aine vaikutti työmuistin ”normalisoijana” – se paransi työmuistia niillä, joilla se oli huono, ja heikensi sitä niillä, joilla se oli hyvä<sup>49</sup>.

Ritalinille ja muille suoriutumista parantaville aineille on yhteistä, että ne pelkän muistikapasiteetin parantamisen lisäksi lisäävät myös keskittymiskykyä ja energisyyttä. Keskittymiskyky on toinen oleellinen tekijä asioiden saamisessa tehtyä. Jos se on liian matala, huomio vaeltaa jatkuvasti asiasta toiseen, saattaen

---

45 Gottfredson 1997. Suomennos Satu Nikander.

46 Jaeggi et al. 2008; Klingberg et al. 2005; Klingberg & Forssberg & Westerberg 2002. Kyseessä on psykologiassa työmuistin mittaamiseen käytetty niisanottu dual n-back -testi, jota voi siis myös käyttää työmuistin harjoittamiseen. Tämänlainen harjoitus löytyi kirjoitushetkeltä ainakin osoitteesta <http://cognitvefun.net/test/5>.

47 Mehta et al. 2000.

48 Elliott et al. 1997.

49 Kimberg et al. 1997.

konkreettisesti haitata niin opiskelemista, työntekoa kuin päivittäistä elämääkin. Modafinil on alunperin narkolepsian hoitoon kehitetty piristävä lääke, mutta sen on todettu myös parantavan voimakkaasti sekä keskittymiskykyä että yleistä suoriutumista. Tohtori Danielle Turner Cambridgen yliopistolta testasi sen vaikutusta terveisiin vapaaehtoiisiin ja kommentoi tuloksia BBC:lle<sup>50</sup>:

”Testasimme heitä kaksi tuntia sen jälkeen kun he olivat ottaneet annoksen modafiniliä, ja havaitsimme merkittäviä parannuksia suorituksissa, erityisesti tehtävien vaikeutuessa.” ... ”Tämä oli mielenkiintoista – ongelmien vaikeutuessa heidän suorituksensa näyttivät paranevan. Vaikutti siltä, että modafinin vaikutuksen alaisina he harkitsivat vastauksiaan pidempään ja olivat tarkempia.”

Eräs koehenkilöistä kuvaili miten oli kokenut lääkkeen vaikutukset:

”Kokeen aikana koin olevani erittäin valpas ja pystyin keskittymään erittäin hyvin tehtäviin. Minulla ei ollut mitään ongelmia opetella ulkoa numerosarjoja. Koin pärjääväni todella hyvin.”

Ritalinin vaikutukset ovat niin konkreettisia, että opiskelijat ovat alkaneet käyttää sitä laajasti Yhdysvalloissa, mm. BBC:n raportoidessa että enimmillään lähes viidennes joidenkin yliopistojen opiskelijoista raportoi käyttävänsä sitä maksimoidakseen oppimiskykynsä. Toisessa tutkimuksessa joka viides 1 400 haastattelusta opiskelijasta oli hyödyntänyt Ritalinia, Provigiliä (modafiniliä) tai betasalpaajia parantaakseen suoriutumistaan<sup>51</sup>. Myös Britannian hallitus on alkanut kiinnittää erityistä huomiota kognitiivista kapasiteettia nostavien lääkkeiden kasvavaan käyttöön<sup>52</sup>. Näiden lääkkeiden vaikutukset huomioonottaen olisikin yllättävää, jos niitä ei käytettäisi. 18-vuotias Yhdysvaltalainen Carson kertoo<sup>53</sup>:

”Käyttäessäni Ritalinia pysyn tunneilla hereillä, pystyn keskittymään aiheeseen, ja teen jopa muistiinpanoja. Olen vireämpi, ulospäinsuuntautuneempi ja sosiaalisempi.”

Carson alkoi ottamaan Ritalinia surkeiden arvosanojen jälkeen, ja kertoo niiden parantuneen dramaattisesti.

”Lukuvuoden lopussa pääsin läpi kaikista kursseista jotka olin ottanut. Käytän sitä nykyään myös vapaa-aikana, jotta olisin ulos-

---

50 BBC News 2007. Suomentanut Satu Nikander.

51 BBC News 2008a.

52 BBC News 2007.

53 BBC News 2008b. Suomentanut Satu Nikander.

päinsuuntautuneempi ja sosiaalisempi koulussa. Otin aamulla kaksi Adderall-kapselia. Siitä johtuen juttelin tänään useamman ihmisen kanssa kuin mitä olisin muuten jutellut, ja käytin noin viisi tuntia opiskellen matematiikkaa, mikä ei ole lainkaan tyypillistä minulle.”

Näissä lääkkeissä on kuitenkin vielä omat ongelmansa, ja ne ovat esimerkiksi potentiaalisesti addiktoivia<sup>54</sup>. Lisäksi luovaan ajatteluun tarvitaan tiettyä ”hajanaisuutta” ajattelussa, mahdollisuutta antaa mielensä vaeltaa vapaasti ja yhdistää keskenään asioita joita ei tavallisesti tulisi yhdistäneeksi. Lara Honos-Webb, psykologi Kaliforniassa sijaitsevassa Santa Claran yliopistossa, sanoo<sup>55</sup> Ritalinia ottavan ihmisen

”olevan kuin silmälapuilla varustettu hevonen raahustamassa eteenpäin. Hän liikkuu eteenpäin, saa asioita tehtyä, mutta on vähemmän avoin inspiraatiolle.”

Pelkkä spontaani ajattelu itsessään ei kuitenkaan vielä riitä luovaan toimintaan. Päiväunet ja keskittymätön ajattelu auttavat tuottamaan uusia ideoita, mutta ideat ovat vasta ensimmäinen osa luovuutta. Niihin on myös osattava keskittyä ja työstää ne esiin, ja tässä työmuistilla on oleellinen rooli. Spontaanin luovuuden lisäksi on myös olemassa tarkoitushakuista, tietoista luovuutta, johon liittyy uusien ideoiden systemaattinen hakeminen ja käsittely, ja jossa työmuistilla on oleellinen rooli.<sup>56</sup> On myös huomionarvoista, että keskittymiskykyä tehostavien lääkkeiden on itse asiassa todettu *lisäävän* luovuutta valmiiksi vähemmän luovilla ainakin yhdessä tutkimuksessa, joskin sen tulokset ovat vasta alustavia<sup>57</sup>. Kirjailijoista on sanottu, että ainoastaan amatööriit pelkäävät ideoidensa varastamista – ideoita kirjoihin löytyy lukuisia, mutta kokonaisen kirjan kirjoittamiseen vaaditaan tuntikaupalla töitä ja jaksamista. Inspiraationpuuskassa voi saada paljon tehtyä, mutta liian aktiivinen ideoidensaanti voi johtaa siihen, ettei mitään koskaan saada enempää kuin aloitettua ennen kuin ollaan jo tekemässä seuraavaa projektia. (Myös tämä kirja on lipsunut aikataulusta tämän ongelman vuoksi.) Tässäkin asiassa tasapaino on hyväksi – ajoittainen tehostajien käyttö auttaa saamaan asioita tehtyä ja hankittua tietämystä jota käyttää myöhemmän luovuuden lähteenä, ja tauon pitäminen niistä mahdollistaa varsinaisen luovan aktiviteetin.

---

54 Ledford 2009.

55 The Wall Street Journal 2005.

56 Dietrich 2004.

57 Farah et al. 2009.

Varsinaisen g:n pysyväksi lisääjäksi ei näistä lääkkeistä kuitenkaan vielä ole, etenkin kun ne myös tuottavat sivuvaikutuksia ja ovat lievästi addiktoivia – ja kuten kaikki psykeelääkkeet, ovat niiden efektit jossain määrin vaihtelevia eri yksilöillä. Joillekin ne tuottavat suoranaisen epämiellyttävän olon. Ajoittaista parempaa motivaatiota ja keskittymiskykyä antamaan ne ovat kuitenkin omiaan, tai normaalin pärjäämiseen mahdollistamiseen mikäli keskittymiskyky on luontaisesti matalampi. Ja on vain ajan kysymys, milloin markkinoille tulee tehokkaampia ja parempia lääkkeitä.

## 2.2. Oppiminen, muisti ja ampaikiinit

Ihmiskuntaa ei olisi ilman oppimista: jos emme oppisi mitään, emme koskaan kehittyisi vastasyntyneen tasoa pidemmälle. Oppiminen on myös oleellista taitojen kehittämisessä: esimerkiksi shakkimestareilla arvioidaan olevan pääsy 50 000 – 100 000 shakkiaiheeseen tietoon, mahdollisimman tiiviiseen muotoon pakattuna<sup>58</sup>. Opiskelijat joutuvat käyttämään lukuisia tunteja pöntätessään päähänsä oman alansa tietämystä, tietämystä joka voi olla ammatissa hyvinkin oleellista mutta joka kovin usein lähinnä hiipuu tentin jälkeen pois – samaan aikaan kun harrastuksiin liittyvät tiedonpalat joita ei edes aktiivisesti koeteta painaa mieleen ovat helposti muistettavissa. Arkipäiväisten asioiden unohtaminen tuottaa helposti harmia, vai-vaa ja stressiä, kuten jokainen avaimensa tai lompakkonsa joskus kadottanut tietää.

Muistia tehostavien lääkkeiden kanssa on syytä olla varovainen annostuksen suhteen. Liian voimakkaasti muistetuista kokemuksista saattaa olla vaikeaa tehdä abstraktimpia yleistyksiä, yksityiskohtien hukuttaen kokonaisuuden alleen, ja jatkuva menneiden asioiden mieleenpaluu pienimmästäkin muistutuksesta voi haitata kaikkea keskittymistä vaativaa<sup>59</sup>. Nämä vaarat eivät kuitenkaan muuta sitä tosiseikkaa, että kohtuudella käytettynä muistia tehostavista yhdisteistä olisi monille hyötyä.

Oppimisen biologisesta pohjasta on tällä hetkellä kohtalainen kuva. Aivojen hermosolut kommunikoivat pääasiallisesti keskenään erittämällä välittäjäaineita, jotka sitoutuvat vastaanottavien solujen reseptoreihin ja välittäjäaineesta riippuen joko työntävät hermosolua sen aktivoitumiskynnystä kohti tai siitä pois tai vaikuttavat siihen, miten tehokkaasti *muut* välittäjäaineet saavat vaikutettua soluun. Oppimisessa yksi oleellinen tekijä tunnetaan englanninkieliseltä nimeltään Long Term Potentiation (LTP, pit-

---

58 Ross 2006.

59 Liao & Sandberg 2008.

käkestoinen potentiaatio), ilmiö jossa kahden hermosolun väliset yhteydet voimistuvat niin, että hermosolu joka on aiemmin aktivoinut toista saa vastaisuudessa tehtyä sitä voimakkaammin. Säännöllisesti toisiaan aktivoivien aivosolujen välille kehittyvä vähitellen yhä vahvempia yhteyksiä, jolloin ne pääsevät vaikuttamaan toisiinsa voimakkaammin. Kun oppimisolosuhteita toistetaan tarpeeksi usein, on kahden aiemmin lähes erillisen aivoalueen välille syntynyt yhteys – oppimista on tapahtunut.

Sitä tehostamaan on kehitetty ampakiini-nimisiä yhdisteitä, jotka nimensä mukaisesti vaikuttavat hermosolujen AMPA-reseptoreihin, pitäen nämä auki tavallista pidempään ja tehostaen hermosolujen välistä viestintää. Tämän oletettiin tuottavan vakavia sivuvaikutuksia, mutta näitä ei matelilla annostuksilla ilmaantunutkaan<sup>60</sup>. Eläinkokeissa niiden todettiin parantavan oppimista rotilla<sup>61</sup>, sekä vähentävän näiden muistin rappeutumista iän myötä<sup>62</sup>. Myös ihmisillä on tehty joitakin kokeita, joissa ampakiinien on mm. todettu parantavan muistia. Vanhusten kyky muistaa mielivaltaisia tavujen sarjoja kasvoi ampakiineista, efektin menettäessä tehoaan sitä mukaa kun ampakiinien pitoisuudet veressä laskivat<sup>63</sup>. Aikuisilla tehdyssä kokeessa taas ei löydetty vaikutusta verbaalisen tiedon muistiinpalautukseen, mutta haju- ja visuaalinen muisti paranivat<sup>64</sup>. Ampakiinit ovat myös jossain määrin parantaneet yleistä suoritusta sekä vaikuttaneet eläinmalleissa skitsofrenian, ADHD:n ja masennuksen oireita lievittävältä.

Trends in Neurosciences -lehdessä julkaistu artikkeli<sup>65</sup> kuvaa ampakiinien vaikuttavan aivojen toimintaan kolmen erilaisen vaikutustavan kautta:

**Hermoverkkojen luotettavuuden ja laajuuden lisääminen.** Viestit kulkevat aivoissa hermosolujen muodostamissa laajoissa verkostoissa, kunkin hermosolun välittäessä saamansa viestit eteenpäin seuraaville. Näiden verkostojen maksimikoko riippuu niiden hermosolujen luotettavuudesta, joista ne ovat muodostuneet. Mikään verkosto ei tarvitse mitään yksittäistä hermosolua toimiakseen, vaan signaalit kulkevat useampia reittejä ja pääsevät perille vaikka osa hermosoluista ei välittäisikään viestiä. Kuitenkin, mitä useampia epäluotettavia askeleita matkalla on, sen korkeampi on myös todennäköisyys ettei signaali tavoita kaikkia verkostoon kuuluvia soluja tai

---

60 Lynch & Gall 2006.

61 Tarson et al. 1995, Rogan et al. 1997.

62 Granger et al. 1998.

63 Lynch 1997.

64 Ingvar et al. 1997.

65 Lynch & Gall 2006.

etteivät ne vastaa vaikka saisivatkin viestin. Näin ollen yksittäisten hermosolujen luotettavuus asettaa ylärajat verkostojen koolle ja siten sille, miten monimutkaiseen kognitiiviseen toimintaan ne pystyvät osallistumaan.

Mitä enemmän syötettä hermosolut saavat, sen korkeampi on niiden todennäköisyys aktivoitua, mutta tämä suhde ei ole suoraan lineaarinen. Pienet lisäykset hetkinä jolloin kokonaissyötteen määrä on alhainen vaikuttavat enemmän kuin suuremmat lisäykset hetkinä jolloin syötettä on muutenkin paljon. Ja koska tiedonkulun vahvuudessa esiintyvä satunnaisvaihtelu saa soluja ajoittain putoamaan verkoston ulkopuolelle, ampakiinien tuottama suhteellisen pienikin lisäys kunkin solun aktivaatiotodennäköisyyteen voi tuottaa suuren kokonaisvaikutuksen koko verkostossa. Viestinkulun yleinen luotettavuus paranee, ja verkostot jotka olisivat muuten epäonnistuneet tehtävissään saavatkin suoritettua laskentansa loppuun. Mitä useampi askel verkostossa on, sen useampi vaihe joissa ampakiinit vaikuttavat, selittäen sen miten niillä voi olla suuri vaikutus monimutkaisiin, laajoja verkostoja vaativiin toimintoihin mutta olematon vaikutus yksinkertaisempiin asioihin, kuten hengityksen tai sydämenlyöntien säätelyyn.

Iän mukanaan tuoma rappeutuminen heikentää yksittäisten aivosolujen luotettavuutta siinä missä ampakiinit lisäävät sitä, parantaen mm. muistisuoritumista ilman havaittavia sivuvaikutuksia. Lisäksi on myös mahdollista, että ampakiinit laajentaisivat terveiden yksilöiden aivoverkostojen maksimilaajuutta, ja mahdollistaisivat siten sellaisenkin suoriutumisen, joka ei normaalisti olisi mahdollinen. Tämänlaisesta mahdollisuudesta onkin saatu eläinkokeissa viitteitä.

**Oppimisen tehostaminen LTP:tä lisäämällä.** LTP:n käynnistävät reseptorit vaativat yleensä AMPA-reseptoreiden aktivaatiota avautuakseen. Koska nämä kanavat avautuvat suhteellisen hitaasti, sekä AMPA-reseptoreiden aukiolon kesto että voimakkuus vaikuttaa LTP:hen. Ampakiiniyhdisteet jotka pelkästään lisäävät voimakkuutta ("deaktivaatioyhdisteet") madaltavat vain kynnyistä LTP:n käynnistymiselle, siinä missä ampakiinit jotka lisäävät sekä voimakkuutta että kestoja lisäävät myös LTP:n voimakkuutta. Kokeet ovat osoittaneet ampakiinien nopeuttavan pitkäkestoista oppimista, kuten näistä vaikutuksista voisi olettaakin.

Rotilla tehdyissä kokeissa saatiin tuloksia, joiden mukaan ampakiinit lisäsivät oppimisnopeutta, mutta eivät syntyneiden muistojen voimakkuutta. Kokeissa käytettiin vain deaktivaatioampakiineja – LTP:n voimakkuutta lisäävät olisivat saattaneet myös tuottaa voimakkaampia muistoja. Ikääntymisen yhteydessä tapahtuu LTP:n heikkenemistä, jonka ampakiinit pystyvät korjaamaan.

Erityyppisillä ampakiineilla saattaa olla erilaisia vaikutuksia kognitiiviseen toimintaan. LTP:n sääntöjä simuloivissa hermoverkkomalleissa on itseoppi-



via ominaisuuksia – ne voivat ilman erillistä opettajaa oppia luokittelemaan niille esitettyjä asioita kategorioihin (esim. ”kasvi”), alakategorioihin (”kukka”) ja spesifeihin käsitteisiin (”ruusu”). Oppimisen nopeus ja muodostettavien kategorioiden rakenne riippuvat LTP-pohjaisten sääntöjen luonteesta: LTP:n käynnistymiseen tarvittavan kynnyksen madaltaminen (jota deaktivaatioyhdisteet tekevät) vähentää sitä samankaltaisten asioiden määrää, joita verkolle tarvitsee esittää ennen kuin se alkaa pitämään niitä saman kategorian edustajana. LTP:n maksimivoimakkuuden nostaminen taas tuottaa laajempia kategorioita, eli vähentää niiden yhteisten piirteiden määrää jota tarvitaan ennen kuin kaksi asiaa luokitellaan samaan kategoriaan. On mahdollista, että ihmiset eivät pystyisi ainoastaan muokkaamaan oppimisnopeuttaan, vaan myös tyyliä.

**Kasvutekijöiden lisäys edistää muistojen konsolidaatiota.** LTP:n kerran käynnistyttyä se läpikäy 30–60 minuutin mittaisen jakson, jonka aikana se käy vakaammaksi (”konsolidoidummaksi”), tuottaen pysyviä muistoja. Hermostolujen laukeaminen aiheuttaa hermoston kasvutekijöiden tuotantoa ja eritystä, ja ampaakit lisäävät myös kasvutekijöiden määrää. Kasvutekijöiden määrä vaikuttaisi olevan yhteydessä konsolidaation onnistumiseen – mikäli niitä esiintyy tarpeeksi, onnistuu konsolidaatio ja sen koodaama muisto päädytään säilyttämään.

## 2.3. Aivokudossiirrännäiset

Aivokudossiirrännäiset ovat varhaisessa vaiheessa oleva hoitomuoto, jossa ihmisten aivoihin siirretään kehittymättömiä mutta terveitä uusia hermosoluja, jotka uuteen ympäristöön joutuessaan kehittyvät valmiiksi ja muuttuvat osaksi aivoja. Siirrettävien solujen perimää saatetaan lisäksi muokata siten, että ne esimerkiksi erittävät enemmän hermoston kehitystä stimuloivia kemikaaleja kuin tavallisesti. Siirrännäisiä on kokeiltu mm. Parkinsonin ja Alzheimerin, samoin kuin ms-taudin, aivohalvausten ja epilepsian hoidossa.<sup>66</sup> Tulokset ovat olleet vaihtelevia ja osa hoitoyrityksistä on ollut tuottamatta minkäänlaista tulosta, mutta myös rohkaisevia tuloksia on ollut – esimerkiksi Alzheimeria hoidettaessa on eräillä potilailla todettu henkisen rappeutumisen hidastumista kun on tarkasteltu 22 kuukauden jaksoa hoidon jälkeen<sup>67</sup>. Mikään yritys ei kuitenkaan vielä ole johtanut tehokkaana pidettävään terapiamuotoon.<sup>68</sup>

---

66 Merkel et al. 2007.

67 Tuszyński et al. 2005.

68 Merkel et al. 2007.

Itsessään yksittäiset solut eivät tee mitään: ne toimivat pelkästään yhteistyössä muiden hermosolujen kanssa, muodostaen monimutkaisia informaatiota käsitteleviä verkostoja, jotka ovat jokaisen aivoissa erilaisia ja jotka myös muuttuvat jatkuvasti. Siirränäiset eivät siis toimi samalla tapaa kuin perinteiset elinsiirrot, joissa yhdeltä ihmiseltä voidaan ottaa sydän tai haima ja siirtää se sellaisenaan toiselle ihmiselle. Ei olisi mahdollista ottaa yhden ihmisen näköaivokuorta ja siirtää sitä toiselle, koska aivojen jokaisen osan rakenne on muotoutunut viereisten osien perusteella. Sydän on itsenäinen kokonaisuus ja rakentunut jokaisella ihmisellä pääsääntöisesti samalla tapaa, mutta aivojen eri osat eivät ole.

Koska aivot kuitenkin jatkuvasti muuttuvat ja järjestävät itseään uudelleen, mm. seurauksena siitä että yksittäisiä hermosoluja kuolee ja muut solut joutuvat ottamaan niiden tehtävät, ovat kudossiirränäiset mahdollisia. Yksi suurimpia haasteita on uusien solujen liittämiseksi aivoihin. Onnistuneessa tapauksessa uudet solut kiinnittyvät olemassaoleviin verkostoihin ja ne järjestäytyvät spontaanisti osaksi aivojen paikallista toimintaa, samalla tapaa kuin vanhat aivosolut järjestäytyvät jatkuvasti uusiin tehtäviin. Jos olemassaoleva aivokudos on ollut sairasta, voi uusien terveiden solujen lisääminen auttaa parantamaan toimintaa. Mikäli taas uudet solut eivät onnistu kiinnittymään olemassaolevaan aivokudokseen, kuihtuvat ne nopeasti ja harmittomasti pois. Tästä syystä kudossiirränäiset voivat parantaa olemassaolevien järjestelmien toimintaa, mutta eivät pysty korvaamaan kokonaan tuhoutuneita alueita: niillä ei olisi mitään valmista järjestelmää, johon ne saattaisivat liittyä.

Toinen tämänhetkinen ongelma aivokudossiirränäisten kanssa on siirettävän kudoksen tuottaminen: toisin kuin perinteisissä elinsiirroissa, aivosoluja ei voi vain ottaa toiselta ihmiseltä, sillä kypsät ja valmiiksi kehittyneet solut eivät selviä siirrosta onnistuneesti. Onnistunutta siirtoa varten tarvitaan kypsymättömiä kantasoluja, joiden laaja-alainen tuotanto on tällä hetkellä hankalaa, ja joiden tutkimukseen käytettävää rahoitusta on joissain maissa rajoitettu johtuen niiden pääasiallisesta lähteestä, kypsymättömistä sikiöistä, syntyvistä eettisistä ongelmista. Kantasoluja on myös mahdollista tuottaa luuytimeistä tai muista nisäkäslajeista kuin ihmisistä, mutta molemmissa vaihtoehdoissa on omat ongelmansa. Parempia kantasolujen tuotantotekniikoita tutkitaan kuitenkin aggressiivisesti ympäri maailman, kiitos niiden potentiaalinen parantaa lukemattomia eri tauteja, ja asiantilan parantuminen vaikuttaa lähinnä ajan kysymykseltä.

Mikäli aivokudossiirränäisiin liittyvät ongelmat saadaan ratkaistua ja ne saadaan toimimaan luotettavasti, olisi niistä potentiaalia myös suorituskyvyn tehostamisessa. Monissa suorituskykyyn liittyvissä osa-alueissa on

voimakkaita perinnöllisiä komponentteja. Ihmisen koko perimän muokkaamista turvallisempi ja hallitumpi vaihtoehto olisi tuottaa rajoitettu määrä aivokudosta, muokata sen perimää haluttuun suuntaan ja siirtää se sitten sopivalle alueelle, jolloin muutokset rajoittuvat vain käsiteltyihin soluihin. Rotilla tehdyissä kokeissa on todettu, että muistia on mahdollista muokata geneettisillä muutoksilla<sup>69</sup>. Vastaavalla tavalla kudossiirränäiset voivat myös olla perinteisiä lääkkeitä turvallisempi tapa muokata aivojen toimintaa: nykyisten lääkkeiden sivuvaikutukset johtuvat suuressa määrin siitä, ettei niitä saada kohdistettua vain tiettyihin osiin aivoja, vaan ne leviävät kaikkialle. Sopivilla geenimuutoksilla on mahdollista muokata siirrettäviä soluja tuottamaan haluttuja aineyhdisteitä omasta takaa, ilman tarvetta lisätä niitä ulkopuolelta. Toisaalta kudossiirränäisissä on myös omat huonot puolensa – toisin kuin lääkannostus, jonka voi aina lopettaa halutessaan, kerran aivoihin siirrettyä lisäkudosta ei saa helposti pois.

## 2.4. Dilemmoja suorituskyvyn muokkaamisessa

### 2.4.1. Suhteelliset hyödykkeet ja paine nostaa suorituskyyä

Suorituskyvyn nostaminen ei ole itseistarkoitus – kyse ei ole siitä, että kaikkien ihmisten tarvitsisi tai pitäisi olla mahdollisimman tuottavia tai ahkeria työntekijöitä. Enemmänkin kyse on yksinkertaisesti *mahdollisuuksista* – suuremmasta todennäköisyydestä olla oman elämänsä herra ja tehdä niitä asioita joita haluaa tehdä, ilman että törmää oman mielensä luonteesta kumpuaviin ylivoimaisiin esteisiin. Ihmisiltä ei pitäisi viedä mahdollisuutta tehdä rakastamiaan asioita vain siksi, ettei hänellä ole tarpeeksi suurta g:tä.

Tämä ajatus herättää kuitenkin kysymyksen suorituskyvystä suhteellisenä hyödykkeenä – asiana, josta on hyötyä vain, jos muilla ei ole sitä. Pituutta voi pitää suhteellisenä hyödykkeenä: pidemmät ihmiset saavat helposti enemmän kunnioitusta kuin muut, mutta kaikkien pituuden lisääminen ei antaisi kaikille vastaavaa lisäkunnioitusta. Suorituskyvyn liittyy myös kysymys siitä, miten moni ylipäättään voi tehdä niitä asioita, joita haluaa: esimerkiksi eri alojen opiskelupaikkojen määrä on rajattu, joten ainakaan suosituilla aloilla kaikki halukkaat eivät voi päästä sisään kuitenkaan. Rajustikaan noussut suorituskyyä ei välttämättä tee muuta kuin tekee kilpai-

---

69 Ibid.

lusta vastaavasti rajumpaa. Tässä mielessä suorituskykykin on suhteellinen hyödyke.

Lisäksi, vaikka suorituskyvyn tehostaminen olisi vapaaehtoistakin, loisi se voimakkaamman paineen kaikkien turvautua siihen. Kuten urheilussa, muutaman urheilijan harrastama doping pakottaa muut harrastamaan samaa yksinkertaisesti pysyäkseen mukana. Mikäli tehostus olisi kallista, jos siihen liittyisi turvallisuusriskejä, tai jos se yksinkertaisesti ei osalla väestöä toimisi, olisi tämänkaltaisen kehitys sosiaalisesti haitallista. Myös suorituskykyä nostavien lääkkeiden kulkeutuminen alaikäisille saattaisi potentiaalisesti olla ongelma: aivojen toimintaan vaikuttavat lääkkeet voivat tuottaa erilaisia vaikutuksia lapsilla, joiden aivoissa tapahtuu edelleen kehitystä, kuin aikuisilla joiden aivot ovat pääpiirteissään jo kypsät. Silti alaikäisetkin voivat herkästi tuntea painetta menestyä paremmin koulussa, ja päätyä hankkimaan tehostajia jotka tuottaisivat pitkällä tähtäimellä heille ongelmia. Tälläkin hetkellä tupakan ja alkoholin nauttiminen on alaikäisten keskuudessa suosittua ja helppoa, massiivisista valistuskampanjoista ja myyntikielloista huolimatta.

Suorituskyvyn suhteellisuudesta puhuttaessa täytyy kuitenkin muistaa, ettei kyse ole pelkästään siitä, saako hyvin palkatun työpaikan. Tekijät kuten *g* vaikuttavat jokaiseen aspektiin päivittäisestä elämästä, mukaanlukien ihmissuhteisiin ja siihen, miten hyvin pystyy ymmärtämään toisia ja välttämään väärinkäsityksiä. Korkeampi *g* auttaa tulemaan paremmin toimeen ystäviensä, kumppaninsa ja lastensa kanssa, samoin kuin ymmärtämään paremmin yleistä maailman menoa. Siitä on oleellista hyötyä, vaikka se ei suoranaisesti parempaa työpaikkaa antaisikaan. Ei myöskään vaikuta turvalliselta olettaa, että jollekin alalle mahtuvien ihmisten määrä pysyisi vakiona ihmisten hahmotuskyvyn kasvaessa – vaikka korkeampi suorituskyky ei ehkä olisikaan riittävä päästämään *kaikkia* halukkaita jollekin alalle, voi se hyvinkin auttaa osaa keksimään kokonaan uusia tapoja tienata kyseisellä alalla elantonsa. Näin alalle mahtuu tavallista enemmän väkeä.

Kaikkiin kohdistuva paine nostaa suorituskykyään ei itsessään ole ongelma – yhteiskunnan kehittyessä ja muutuessa ovat sen jäseniin kohdistuvat vaatimukset joka tapauksessa jatkuvasti muuttuneet. Nykypäivänä on monen työn vaatimuksena pitkä koulutus, siinä missä vielä sata vuotta sitten ei ollut – ja koulun on todettu olevan tehokas tapa tasata eri taustoista tulevien lasten kykyeroja<sup>70</sup>. Mikäli tehostus on kallista, voidaan asiaa helpottaa tuomalla suorituskykyä nostavat lääkkeet valtion lääkekorvausten piiriin. Suurin ongelma on tilanne, jossa tehostukseen liittyy vakavia terveydellisiä riskejä.

---

70 Downey & von Hippel & Broh 2008.

Periaatteessa tehostuksen terveysriskit eivät vielä itsessään olisi syy rajoittaa niiden saatavuutta: kullakin ihmisellä tulisi olla määräysvalta omaan kehoonsa, ja oikeus ottaa halutessaan riskejä mikäli katsoo saavuttamansa edut niiden arvoisiksi. Kuitenkaan tilanteessa, jossa työnsaanti voi riippua tehostuksen käyttämisestä, ei voida samalla tapaa vedota ihmisen omaan määräysvaltaan. Se, että osa ihmisistä tehostaa itseään, voi pakottaa muutkin tekemään niin, halusivat sitä tai eivät.

Tämänlaisessa tilanteessa voi olla harkitsemisen arvoista rajoittaa suorituskykyä nostavien hoitojen saatavuutta – tai jopa osittain kieltää ne – siihen asti, että kehitetään turvallisempia hoitoja. Tässäkin on omat ongelmansa – mikäli hoidot ovat esimerkiksi helposti valmistettavissa olevia lääkkeitä, synnyttää niiden kieltäminen aktiivisen katukaupan. Pahimmassa tapauksessa kauppa voi olla niin laajalle levinnyttä, että ihmiset käytännössä joka tapauksessa pakotetaan turvautumaan lääkkeisiin. Mustan pörssin kautta leviävät lääkkeet päätyisivät herkästi rahoittamaan järjestäytynyttä rikollisuutta ja olisivat laadultaan hyvin rajusti vaihtelevia ja kalliita. Väliaikaiseksikin tarkoitettu rajoitus voisi myös johtaa tilanteeseen, jossa edes uusia, turvallisempia hoitomuotoja ei päästettäisi markkinoille, mikäli sillä hetkellä vallassa olevat tahot eivät haluaisi riskeerata asemiaan tekemällä muista ihmisistä kyvykkäämpiä. Tällöin uhkakuvia terveysriskeistä käytettäisiin verukkeena rajoitusten jatkamiseen. Tämänlainen tilanne ei olisi mitenkään uusi tai ainutlaatuinen – esimerkiksi jotkut taloustieteilijät ovat kritisoineet ankarasti nykyisiä patenttijärjestelmiä, katsoen niiden olevan pääasiassa menestyneimpien yhtiöiden tapa rajoittaa kilpailijoiden tuloa markkinoille, joita ylläpidetään verukkeella kehityksen edistämisestä <sup>71</sup>.

Suorituskykyä tehostavat lääkkeet muuttavat myös ihmisen omia ajattelutapoja. Seuraavassa luvussa käsitellään tarkemmin itseyden käsitettä ja sen merkitystä. Ei vaikuta perustellulta olettaa, että lääkkeet jotenkin ”tukahduttaisivat” ”todellisen” minän. Se ei kuitenkaan muuta sitä, että monet *kokevat* lääkkeiden muuttavan todellista minäänsä, mikä on lääkkeiden selkeä haitta mikäli muutos on negatiiviseen suuntaan. Alankomaissa suoritettu 19 eri ADHD-potilaan haastattelu<sup>72</sup> osoitti, että osa koki muuttuvansa huonompaan suuntaan:

”... ennen aikaan minulla oli tapana laulaa ollessani kotona, mutta nyt olin hiljaa. Ja noh, luulen että ajoittain kaipasin itseäni. Ja ajattelin: katsotaan, jos pärjäisin ilman [lääkitystäni].

---

<sup>71</sup> Boldrin & Levine 2008.

<sup>72</sup> Bolt & Schermer 2009.

Toinen tunsi olevan kyynisempi ja välinpitämättömämpi ottaessaan lääkkeitä. Tämän vuoksi hän päätti ottaa niitä vain kun tarvitsi niitä työssään, jättäen ne sivuun yksityiselämässään. Hän katsoi, että pystyi lääkkeiden avulla vaihtamaan kahden eri persoonan välillä. Toisaalta jotkut kokivat olevansa lääkkeiden avulla enemmän sellaisia kuin halusivat olla.

Säänneltyjen lääkkeiden luvattomaan käyttöön painostava tilanne saat-  
taa olla meneillään jo nyt. Maailmalta kantautuu yhä lisääntyvissä määrissä raportteja siitä, miten suorituskykyä nostavien aineiden käyttö on lisäänty-  
mässä niidenkin keskuudessa, jotka eivät niitä varsinaisesti tarvitse. Tällöin  
meidän tulisi kiireellä panostaa näiden aineiden tutkimukseen. Nykyään  
markkinoilla olevien tehostajien turvallisuus pitkäaikaisessa käytössä on  
saatava varmistettua, tai kehitettävä niiden tilalle turvallisempia vaihtoehtoja.  
Lisäksi tulisi pyrkiä tilanteeseen, jossa meillä on hyödynnettävissämme  
vaikutustavoiltaan monenlaisia lääkkeitä, jotta ihmiset eivät kokisi itseään  
pakotetuiksi ottamaan aineita jotka muuttavat heitä epämiellyttävillä ta-  
voilla. Jos tämä ei ole mahdollista, tulisi pyrkiä ainakin siihen, etteivät ky-  
seiset lääkkeet ole vakavasti addiktoivia. Tällöin niiden käytön rajoittami-  
nen vain niitä ehdottomasti vaativiin työtehtäviin helpottuu.

Sosiaalisesta epäoikeudenmukaisuudesta kannattaa vielä mainita eräs  
asia. Epäoikeudenmukaisen tilanteen – sellaisen, jossa vain rikkaat pääse-  
vät käsiksi suorituskykytehosteisiin – vaara tulee usein herkästi kriitikoiden  
mieleen. Kuten tässä on todettu, tulee valtion pyrkiä tukemaan vähempi-  
varaisten pääsyä tehostajiin jotta tämä tilanne vältettäisiin. On kuitenkin  
merkittävää huomata, että mikäli tätä tilannetta pitää merkittävänä uhka-  
na, täytyy tällöin myöntää kognitiivisen suorituskyvyn aiheuttavan selkei-  
tä eroja ihmisten pärjäämiseen. Jos suorituskyvyn eroilla ei olisi väliä, ei  
väliä myöskään olisi rikkaiden tavallista suuremmalla pääsillä tehostajiin.  
Tällöin joutuu myös myöntämään, että jo *nykytilanne itsessään* on valtai-  
san epäoikeudenmukainen, koska kaikilla ei ole samaa suorituskykyä kuin  
muilla. Mikäli vain rikkailla olisi pääsy tehostajiin, lisääntyisi näiden kes-  
kimääräinen etu alempiin sosiaaliluokkiin nähden vain, koska yläluokan  
sisäiset tasoerot tasoittuisivat. Tehostajien suurempi saatavuus siis *tasaasi* jo  
olemassaolevia eroja ja epäoikeudenmukaisuuksia, ei kasvattaisi niitä.

#### 2.4.2. Alaikäiset ja nykyiset suorituskykytehosteet

Mikäli Ritalinia ja muita psykeenlääkkeitä käytettäisiin vain tilapäiseen  
oman keskittymiskykynsä nostamiseen aina tarpeen vaatiessa, ei asiassa  
olisi mitään ongelmaa. Kuitenkin niitä on viime vuosina erityisesti Yhdys-  
valloissa käytetty aktiivisesti lasten käytöksen muuttamiseksi sellaiseksi,

jonka hallitseminen on vanhemmille helpompaa. Kiistatonta on, että osa annetuista lääkkeistä määrätään niitä aidosti tarvitseville lapsille, jotka yksinomaan hyötyvät niistä. Esimerkiksi sosiologi James Hughes kertoo kokemuksistaan oman lapsensa kanssa<sup>73</sup>:

Kun poikani oli esikoulussa, suurenmoisessa paikallisessa yliopisto-laboratorion koulussa jossa oli lähes yksi-yhteen -suhde opettajien ja lasten välillä, aloin kammota hänen päivittäistä hakemistaan. Minulle kerrottaisiin päivittäisistä tappeluista, päällekkäisistä ja rai-vonpuuskista. Lopulta meille kerrottiin poikamme olevan yksi vai-keimmista lapsista joiden kanssa he olivat olleet tekemisissä, ja että hän tarvitsisi psykologisen arvioinnin jatkaakseen heillä. Arviointi diagnosoï ADD:n, kuten olimme odottaneet, ja hänelle määrättiin Concertaa, Ritalinin hidasvaikutteista muunnosta.

Annettuamme hänelle ensimmäisenä aamuna Concertaa, asettui hän sohvalle ennen koulukuljetuksensa tuloa ja kävi aivan hiljaiseksi. Kysyimme huolestuneina miltä hänestä tuntui. Hän vastasi, ”Shh... minä ajattelen.” Hän ei koskaan aiemmin ollut kyennyt hidastamaan tarpeeksi paljoa huomatakseen omat ajatuksensa, tai istuakseen syl-lissämme, tai alkaakseen oppia lukemaan. Mutta hänen käytösong-elmansa ratkesivat esikoulussa, ja hän menestyi peruskoulussa. Hän on nyt yksi luokkansa parhaita lukemaan ja laskemaan, ja olen varsin varma siitä että hän joutuisi yhä kamppailemaan ilman lääkitystä. Olen siitä melko vakuuttunut, sillä tarvitsin itse sekä Ritalinia että erityisopetusta jotta sain opittua lukemaan kolmannella luokalla.

Tämänkaltaisissa tapauksissa ei ole mitään epäselvää siitä, tulisiko lää-kitystä käyttää. Mutta ADHD/ADD-diagnoosi tehdään puhdasti lapsen käyttäytymisen perusteella: ei ole mitään lääketieteellistä koetta, jolla diag-noosi voitaisiin yksiselitteisesti määrittää. Tällöin päätös pohjautuu puh-taasti arvioijan subjektiiviseen päätökseen – johon myös lapsen vanhemmat voivat vaikuttaa. Lääkitystä saavat lapset ovat rauhallisempia, tyynempiä ja hiljaisempia kuin lapset jotka eivät sitä saa – ja siten helpompia vanhem-mille ja opettajille, jotka saattavat painostaa lääkäreitä määrämään lääkkeitä vaikkei todellista tarvetta olisikaan. Ritalin-lääkitystä on määrätty niinkin nuorille lapsille kuin alle kahden vuoden ikäisille<sup>74</sup>, joiden kohdalla on ky-

---

73 Hughes 2004.

74 Zito 2000.

seenalaista voiko epänormaalia ylivilkkausta edes erottaa normaalista käyttäytymisestä. Lasten aivojen reaktiot psykeenlääkkeisiin voivat olla erilaisia kuin aikuisilla – tällä hetkellä ei tiedetä, millaisia pysyväisvaikutuksia ne tuottavat, ja saattaako niiden ylenpalttinen käyttö johtaa esimerkiksi sukupolveen, jonka kyky luovuuteen on pysyvästi madaltunut.

Psykeenlääkkeiden käyttöä lapsissa olisikin syytä pyrkiä valvomaan tarkkaan, vaikka aikuisten käyttö olisikin vapaampaa. Valitettavasti useampi vuosikymmen enemmän tai vähemmän onnistunutta taistelua lasten alkoholin- ja tupakankäyttöä vastaan on osoittanut tämän vaikeuden. Pohjimmiltaan lapsien ”turha” lääkitseminen onkin enemmän oire suuremmasta ongelmasta kuin ongelma itsessään – istuminen kiltisti koulussa hiljaa ja tottelevaisena ei ole käytösmalli, johon evoluutio olisi pienten lasten aivoja tarkoittanut. Mikäli järjestelmä tuottaa sekä vanhemmille että opettajille painetta muovata lapsiaan paremmin järjestelmään istuviksi, ei se ole pitkällä tähtäimellä kestävä tilanne – joko järjestelmää uudistetaan sellaiseksi ettei lapsia tarvitse väkisin muuttaa siihen istuvammiksi, tapahtui tämä sitten varmistamalla peruskoulujen resurssien riittävyys ja pitämällä ryhmäkoot tarpeeksi pieninä taikka muuttamalla koko järjestelmän rakennetta paremmin lapsille sopivaksi, tai sitten hyväksytään se että lapsia tullaan tavalla tai toisella muokkaamaan järjestelmään istuvammiksi. Niin pitkään kuin järjestelmässä itsessään on ongelmia, ei lääkkeiden käytön rajoittaminen tee muuta kuin hidasta asiaa. Lääkkeiden tuottamia vaikeuksia tulisi luonnollisesti pyrkiä hillitsemään, mutta samalla tiedostaen asian todelliset juuret.

#### **2.4.3. Turvalliset suorituskyvyn nostokeinot ja alaikäiset**

Toisaalta, mitä jos osoittautuu, että suorituskyvyn tehostaminen on täysin turvallista ja vaikuttaa esim. pelkästään g:hen – eikä myöskään vaikuta alaikäisten aivojen kehitykseen millään haitallisella tapaa? Täysi-ikäisten suhteen voimme vain jättää tehostuksen käyttämisen kunkin yksilön itsensä päätettäväksi, mutta vaikuttaisi siltä että lasten suhteen meidän on tarve tehdä päätös – rajoittaako heidän tehostamistaan, jättää päätös vanhempien vastuulle vaiko jopa määrätä tehostaminen pakolliseksi? Kysymys on sitäkin suurempi, mikäli osoittautuu että tehostaminen on aloitettava mahdollisimman varhain ollakseen tehokkainta.

Vakavat terveystriskit poislukien, tehostamisen kieltäminen ei vaikuta kovin tarkoituksenmukaiselta. Tutkijat ovat ennenkin mm. kokeilleet raskaudenaikaisen ravinnonsaannin vaikutusta sikiön tuleviin älykkyydestituloksiin<sup>75</sup> ja joillekin lapsille on soitettu vanhempien toimesta musiikkia siinä

---

75 Helland et al. 2003.



toivossa että tämä tekisi niistä älykkäämpiä. Vuosina 1966–1973 tutkijat al-  
tistivat joukon lapsia intensiiviseen koulutusohjelmaan, jossa lapset vietiin  
joka arkipäivä useaksi tunniksi harrastamaan ”käytännössä jokaista leikkiä  
tai aktiviteettia minkä oli koskaan ehdotettu kehittävän lapsen henkistä ke-  
hitystä missään lapsipsykologian kirjallisuudessa”, ohjelman alkaessa lasten  
ollessa kuuden kuukauden ikäisiä. (Ohjelman todettiin nostaneen lasten  
ÄÖ:ta vertailuryhmään nähden, mutta ero alkoi vähitellen hiipua pois oh-  
jelman jälkeisinä vuosina – eikä lasten koulusuoriutuminen ollut niin hyvää  
kuin sen ÄÖ:n lapsilla yleensä, antaen ymmärtää koulutuksen antaneen  
vain tyhjiä hyötyjä, jotka opettivat testeissä opittuja taitoja, sen sijaan että  
olisi antanut laaja-alaisempaa hyötyä.)<sup>76</sup> Koulun yksi tarkoitus on muu-  
tenkin tehostaa lasten luontaisia kognitiivisia kykyjä, ja äideille annetaan  
yleisesti neuvoja jotka on suunnattu lasten henkisten kykyjen ”tehostami-  
seen” – esimerkiksi suosituksia olla tupakoimatta tai nauttimatta alkoholia  
raskausaikana. Näistä toimenpiteistä ei varsinaisesti yhtäkään olla pidetty  
eettisesti kyseenalaisena. Lasten tehostamista ei siis liene syytä kieltää.

Olisiko tehostuksen sitten syytä olla pakollinen? Suomessa vallitsee oppi-  
velvollisuus, mitä ei yleisesti ottaen myöskään pidetä mitenkään eettisesti on-  
gelmallisena – päinvastoin, kouluja vaaditaan aina silloin tällöin muuttamaan  
opetusohjelmaansa siten, että se valmistaisi lapset yhteiskuntaan paremmin.  
Tätä voidaan pitää eräänlaisena tehostamisena. Toisaalta mikäli tehostamiseen  
liittyy esimerkiksi aivokudossiirrännäisiä, voi osalla vanhemmista olla esimer-  
kiksi uskonnollisia estoja lastensa altistamiselle kyseiseen toimenpiteeseen.

On kiistanalaista, miten ratkaista ristiriitatilanteet vanhempien uskon-  
nollisen tai kulttuurillisen vakaumuksen ja lapsen edun välillä. Mikäli te-  
hostamisesta saatava hyöty vaikuttaa vain vähäiseltä, ei asialla ole kovin  
suurta merkitystä. Jos lapsen saama hyöty on kuitenkin yhtään suurempi,  
vaikuttaa kohtuulliselta jos tehostusta ainakin pidetään hyvin voimakkaa-  
na suosituksena jonka kulut valtio maksaa, samalla tapaa kuin rokotuksia.  
(Rokotuksiakin on mahdollista ajatella yhtenä tehostuksen muotona: ne te-  
hostavat ihmisen immuunijärjestelmää siten, että se kykenee harmittomasti  
torjumaan tauteja joilta se ei muuten kykenisi suojautumaan.)

#### 2.4.4. Liiallinen helpous

On esitetty, että suorituskyvyn nostaminen lääkkeillä veisi meiltä osan suoriu-  
tumisen ilosta: emme enää pitäisi onnistumista omanamme, vaan ottamiem-  
me lääkkeiden ansiona. Presidentti George W. Bushin perustaman bioeettisen

---

<sup>76</sup> Jensen 1998.

neuvoston vuonna 2003 julkaisema raportti<sup>77</sup> esittää, että vaikka keinotekoinen tehostaminen parantaisikin lapsen kykyä ja suoriutumista, aiheuttaisi se myös samalla sen, että lapsi herkästi ulkoistaisi onnistumisensa lääkkeiden ansioksi, eikä enää osaisi arvostaa todellista lahjakkuutta. Samalla vanhemmat saattaisivat esimerkiksi luoda lapselle liiallisesti suoriutumista ja suorittamisen tärkeyttä painottavan maailmankuvan. Havaintoesimerkki keskittyy lapsiin, mutta sen voi yhtä hyvin ajatella soveltuvan myös aikuisiin – sen sijaan että puhuttaisiin ”vanhempien esimerkistä”, voidaan puhua yhteiskunnan lähettämästä viestistä.

Tämänlainen ajattelu tuntuu kuitenkin oudolta, kun otetaan huomioon, että osa ihmisistä on jo luonnostaan muita lahjakkaampia, ja suoriutuvat jo luonnostaan muita helpommin asioista jotka vaativat muilta pitkälistä työtä. Jos kaikki lapset saataisiin tälle tasolle, ei seurauksena olisi, ettei kukaan lapsista enää kokisi kasvua ja iloa haastavien tehtävien tekemisestä. Pikemminkin seurauksena olisi, että koulutuksen standardit nousisivat korkeammalle. Sen sijaan, että luokallista vähemmän ja enemmän lahjakkaita ja keskivertoja lapsia jouduttaisiin opettamaan tahdilla, joka ei olisi kenellekään sopiva – osalle liian nopea, osalle liian hidas – auttaisi lahjakkuuden määrän lisääntyminen pitämään opetuksen haastavana myös niille, joille se ei sitä nykyään ole. Toisaalta se tekisi oppimisen ilon mahdolliseksi myös niille, jotka eivät muuten tahtoisi pysyä mukana.

Yksilöt tyypillisesti hakeutuvat sellaisiin tehtäviin, joiden kokevat parhaiten vastaavan kykyjään. Suorituskyvyn kasvaminen ei tarkoita, etteikö kukaan enää tekisi mitään haastavaa, vaan että kaikilla olisi mahdollisuus pyrkiä tekemään haastavampia asioita ja onnistumaan niissä paremmin. Jotkut yksilöt saattavat kieltämättä tyytyä tehtäviin jotka eivät täysin vastaa heidän lahjojaan, mutta olisi eettisesti kyseenalaista kieltää ihmisiltä mahdollisuutta helpompaan elämään jos he sitä kaipaavat. Suorituskyvyn tehostaminen antaa myös luontaisesti heikkolahjaisemmille yksilöille paremman mahdollisuuden kasvaa.

Mitä taas tulee tämän kritiikin loppuosaan, on se taas sortumista siihen paikkansapitämättömään käsitykseen ”normaalista” tilasta, johon yhteiskunta ei vaikuta (ks. ”tehostamisen ja korjaamisen ero” luvussa 1). Nykyinenkin yhteiskunta opettaa meille, että hyvä suoriutuminen on jotain, mikä tulee saavuttaa keinotekoisien keinojen kautta. Sen sijaan että opittelisimme muistamaan kaiken tiedon, laitamme sen ylös kirjoihin. Sen sijaan että hyväksyisimme olevamme huononäköisiä, hankimme silmälasia ja laserleikkauksia. Uudet keinot eivät ole sen erikoisempia vain siksi, että emme ole tottuneet niihin.

---

77 President’s Council on Bioethics 2003.

## 2.4.5. Pitkästyminen?

Toisenlanen dilemma löytyy pitkästymisestä – on loogista olettaa, että esimerkiksi laajemman työmuistin omaavat yksilöt kaipaavat enemmän ja haastavampia virikkeitä jotteivät pitkästyisi työssään. Mm. Yhdysvaltalainen New Londonin poliisilaitos kieltäytyy ottamasta töihin ketään, joka saa älykkyystestissä liian hyvät pisteet – sillä oletuksella, että poliisin työ olisi heille liian pitkästyttävää ja he saattaisivat pian vaihtaa ammattia<sup>78</sup>. Suomessa on jo nyt ongelmana se, että yliopistoihin pyrkii liikaa väkeä ja töihin, joilla on yksinkertaisemman maine, ei riitä tekijöitä. Mikäli väestön *g* kasvaisi merkittävästi, voisi tämä ongelma pahentua entisestään.

Tämä saattaa olla yksi syy rajoittaa suorituskäytehosteiden saatavuutta – mutta toisaalta kannattaa huomata, että kognitiivisesti vähemmän vaativat työt automatisoituvat joka tapauksessa hyvää vauhtia. Muutama vuosi sitten itsenäiset robottiautot selvittivät onnistuneesti MIT-yliopiston järjestämät ajohaasteet, joista toisessa autot joutuivat navigoimaan laajan aavikon yli, toisessa kaupunkiolosuhteissa. Autonkuljettajat eivät välttämättä säily ammatikuntana enää hirvittävän pitkään. Nopeasti ikääntyvän väestön rasittamassa Japanissa ollaan kehittämässä robotiikkaa vanhustenhoidon avuksi, ja robotinään pioneeri Hans Moravec on ennustanut yleiskäyttöisten robottien kehittyvän nopeasti ja yleistyvän kodeissa ja työpaikoilla seuraavien muutaman vuosikymmenen sisään<sup>79</sup>. Yhteiskuntamme talousrakenne saattaa hyvinkin nopeasti muuttua yhä enemmän henkisiä ammatteja suosivaksi – ammatteja, joissa tarvitaan kaikkein eniten korkeaa suorituskäyteä.

Tämä ei olisi mikään uusi kehitys, vaan se on jotain mikä on ollut käynnissä jo pidemmän aikaa. Matalan *g*:n ei aikoinaan tarvinnut olla työelämässä suurikaan ongelma – aina löytyi yksinkertaista mutta tarpeellista työtä pellonkorjuun parissa tai rakennustyömaalla. Vähän yksinkertaista ihmistä saatettiin osalla aloista jopa pitää liian älykäs parempana. Nykyään töiden keskimääräinen vaikeus on kuitenkin käynyt yhä korkeammaksi, ja töitä joissa matala *g* riittäisi alkaa olla yhä vähemmän. Osa älykkyystutkijoiستakin on erikseen noteerannut, että aiemmin laaditut tutkimukset *g*:n hyödyllisyydestä elämässä saattavat aliarvioida sen todellisen nykyisen merkityksen<sup>80</sup>. Kognitiivinen suorituskäyte on nykypäivänä tärkeämpää, kuin mitä se aiemmin oli. Trendi tulee pelkästään jatkumaan. Mikäli suorituskäyte ei saada nostettua tehtävien vaativuuden kasvun mukana, ovat merkittä-

---

78 Hughes 2003.

79 Moravec 1999.

80 Lubinski et al. 2001.

vät osat väestöstä vaarassa joutua tilanteeseen, jossa mahdollisiin töihin on väistämättä monta kertaa enemmän hakijoita kuin paikkoja.

Kaikki ei-akateemiset ammatit eivät myöskään ole niin yksinkertaisia kuin usein ehkä ajatellaan, ja monet saattavat olla yllättävänkin haastavia. Moottoripyöräkorjaaja Matthew Crawford kertoo työstään:

Ja [työ] vaatii usein monimutkaista ajattelua. Moottoripyörää korjattaessa joudut kuvittelemaan useita eri syyn ja seurauksen ketjuja jotka voisivat selittää havaitsemasi oireet, ja vertailemaan niiden todennäköisyyttä ennen kuin purat mitään kappaleiksi. Tämä vaatii henkistä kirjastoa, joka kehittyy ajan myötä. Polttomoottori voi toimia useammalla eri tavalla, ja eri valmistajat ovat kokeilleet eri lähestymistapoja. Jokaisella moottorilla on omat tyypilliset rikkoutumistapansa. Samalla kehittyy äänien, hajujen ja tuntemuksien kirjasto. Esimerkiksi liian vähärasvaisen polttoaineseoksen takaisku on aavistuksen erilainen kuin moottorin.

Kuten missä tahansa opitussa työssä, moottoripyöräkorjaaja joutuu yksinkertaisesti tietämään paljon. Jos moottoripyörä on 30 vuotta vanha, vähäntunnetulta valmistajalta joka lopetti 20 vuotta sitten, sen taipumukset tunnetaan lähinnä perimätiedon kautta. Tämänlaista työtä olisi mahdoton tehdä yksin... joudut olemaan osana mekaanikko-antikvaarien yhteisöä. Näitä suhteita ylläpidetään puhelimitse, koko maan kattavassa keskinäisten palvelusten verkostossa.

... Kun mekaanikko päättää mitä hypoteeseistaan seurata, ei virheiden todennäköisyydessä mitattu hinta ole sama kaikille lähestymistavoille. Kuvittele koettavasi selvittää, miksi jokin pyörä ei käynnisty. 1970-luvun Hondien moottorisuojusten pidikkeet ovat ... lähes aina ruostuneita ja muodottomiksi kuluneita. Haluatko todella tarkistaa käynnistyskytkimen tilan jos joudut poraamaan auki ja irrottamaan jokaisen ruuvin, mahdollisesti vahingoittaen moottorin kuorta? Tämänlaiset esteet on otettava huomioon. Jokaisen hypoteesin lupauuden määräävät osittain fyysiset olosuhteet, joilla ei ole mitään loogista yhteyttä varsinaiseen diagnoosiin.<sup>81</sup>

---

81 Crawford 2009.

## Evoluutioheuristiikka

Suorituskyvyn parantamisessa joudumme kysymään, miksei henkinen suorituskykymme ole jo korkeampi. Mikäli älykkyydestä todella oli hyötyä, miksemme ole jo valmiiksi älykkäämpiä?

*Ympäristö on todennäköisesti muuttunut.* Nyky-yhteiskunnassa tarvitaan ehkä jossain määrin enemmän henkisiä taitoja kuin aiemmin. Mutta tekijät kuten *g* vaikuttavat myös voimakkaasti sosiaaliseen kanssakäymiseen, eikä vaikuta uskottavalta, että menneisyydessä olisi ollut vähemmän tärkeää tulla muiden kanssa toimeen. Saattaa jopa olla, että sosiaalisuuden tärkeys on vähentynyt ajan myötä – nykyään on helpompaa elää yksinään ja valikoida ne ihmiset, joiden kanssa on tekemisissä. Aiemmin taas heimon hyväksyntä saattoi olla elämän tai kuoleman kysymys. Meillä on myös hyvin voimakas sisäsyntyinen tarve tulla hyväksytyksi ja arvostetuksi, mikä täsmää siihen oletamaan, että sosiaalinen pärjääminen oli alkuaikoinamme äärimmäisen tärkeää.

Kuitenkin yksi asia, joka on varmasti muuttunut, on ravinnon saatavuus. Suorituskyvyn parantamista käytettiin evoluutioheuristiikan esitellessä artikkelissa nimenomaisena esimerkkinä muuttuneesta ympäristöstä, joten siteeraamme suoraan sitä:

”Kehon massasta vain 2 prosenttia muodostuu aivoista, mutta aivot muodostavat noin 20 prosenttia kehon kokonaisenergiankulutuksesta. Aivot, sydän, maha-suolikanava, munuaiset ja maksa käyttävät yhdessä 70 prosenttia aineenvaihdunnasta. Tämä pakottaa kompromisseihin näiden elinten välisen koon ja kapasiteetin välille ... lajeilla joiden ravintovaatimukset ovat korkeita ja kognitiiviset vaatimukset alhaisia (kuten avarissa ympäristöissä metsästävillä lepakoilla), aivojen suhteellinen koko on vastaavasti pienempi. Ihmisillä aivojen koko korreloi positiivisesti kognitiivisen kapasiteetin kanssa (noin .33).

... aivot vaativat ylimääräistä energiaa kun ponnistelemme henkisesti, vähentäen veren tavallisesti tiukasti säädeltyä glukositasoa noin viidellä prosentilla (.2 mmol/l) lyhyiden (<15 min) ponnistusten ajaksi ja enemmän pidemmille urakoille. Vastaavasti on osoitettu, että veren glukositasojen nostaminen parantaa kognitiivista suoriutumista vaativissa tehtävissä.

Aineenvaihdunnallinen ongelma vaikeutuu syntymää edeltävän ja varhaislapsuuden kasvun aikaan, jolloin aivojen kehitys vaatii ylimääräistä energiaa. Aivojen aineenvaihdunta kattaa ällistyttävän 60 prosenttia vastasyntyneiden aineenvaihdunnasta, pahentaen äidin ja lapsen välistä kilpailutilannetta ravinnosta – epämiellyttävä kompromissi. Lapsilla joilla on korkeampi syntymäpaino on kognitiivinen etulyöntiasema.”<sup>82</sup>

Ei ole epäilystä siitä, että ravintoa on nykyään paremmin saatavilla kuin aiemmin. Aivot saattavatkin hyvin olla kehittyneet tekemään vähemmän kuin olisi muuten mahdollista, johtaen alhaisempaan energiankulutukseen.

Nyky-ympäristössä tarvitaan myös varsin erilaista keskittymiskykyä kuin aiemmin – puhtaan fyysiseen, kaikki aistit aktivoivaan urakkaan on luonnostaan helpompi keskittyä kuin vain muutamaa aistia kuormittavaan henkiseen työhön. Sisätiloissa työskennellessä myös vaara joutua saalistajien uhriksi on varsin pieni.<sup>83</sup> Myös esimerkiksi ADHD:lle ominaiset piirteet ovat saattaneet olla lisääntymisetuja alkuperäisessä ympäristössämme. Nykyään ylivilkkautena pitämämme käytös olisi hyödyllinen tehokkaammassa ravinnon keräämisessä ja uusien tilaisuuksien hyödyntämisessä. Lapsuusajan vilkkaus auttaisi kehittämään motorisia taitoja ja valmistamaan aivot niitä vaativaan ympäristöön. Vastaavasti nopeasti kohteesta toiseen siirtyvä huomio auttaisi havaitsemaan saalistajat tehokkaammin kuin keskittyminen yhteen asiaan kerrallaan, ja nykyään impulsiivisuudeksi luonnehtimamme välitön reagointi eri ärsykkeisiin auttaisi pelastamaan nahan kun saalistajat on saatu havaittua.<sup>84</sup>

*Arvomme ovat ehkä poikkeavia.* Kaikille tässä luvussa käsitellyille asioille on yhteistä se, että ne helpottavat yleistä pärjäämistä, tavoitteidensa saavuttamista lähes kaikissa ympäristöissä. Periaatteessa saattaisi olla, että älykkyyden kautta olemme kehittäneet tietoisia tavoitteita, jotka eivät enää edistäkään geenien maksimaalista levittämistä. Tällöin parhaiten leviäisivätkin ne geenit, joiden kantajat *eivät* saa parhaiten toteutettua tavoitteitaan, vaan toimisivat siten, kuten evoluutio alunperin ”tarkoitti”. Tämä ei ole mahdoton ajatus: esimerkiksi ihmissuhtees-

82 Bostrom & Sandberg 2007.

83 Ibid.

84 Jensen et al. 1997.

ta toiseen heittelehtivät miehet saattavat siittää enemmän lapsia, kuin vain yhteen sitoutuvat. On myös viitteitä siitä, että korkeamman g:n yksilöt hankkivat keskimäärin vähemmän lapsia, kuin matalan.

*Evoluutiiviset rajoitukset tuskin vaikuttavat.* Suorituskykyä tehostavat hoidot eivät juurikaan aikaansaa mitään, mikä ei olisi voinut kehittyä biologisesti.

## 2.5. Suorituskyvyn tehostajat pähkinäkuoressa

Ihmisen suorituskykyä muokkaavilla lääkkeillä on mahdollista saada paljon hyvää aikaan. Niillä voidaan sekä parantaa tavallisten ihmisten elämää, antaa heikoimmilla lahjoilla varustetuille paremmat mahdollisuudet, sekä hidastaa iän mukanaan tuomaa henkistä rapautumista. Kuitenkaan ne eivät ole täysin ilman ongelmiaan, ja näihin ongelmiin tulisi pyrkiä kiinnittämään huomiota.

Nature julkaisi vuoden 2008 lopussa mielipidekirjoituksen, jonka olivat allekirjoittaneet useat arvostetut aivotutkijat<sup>85</sup>. He esittivät seitsemän suositusta suorituskyvyn tehostajiin liittyen:

- Yhteiskunnan on oletettava, että henkisesti täysivaltaisilla aikuisilla tulisi olla mahdollisuus parantaa kognitiivista suoriutumistaan lääkkeiden avulla.
- Näyttöön perustuvan lähestymistavan on oltava pohjana arvioitaessa kognitiivisen tehostuksen riskejä ja hyötyjä.
- Lakien ja säännösten tulee ole valvottavissa, ne tulee säätää sitä silmälläpitäen, että suojelevat yksilöitä pakottamiselta ja minimoivat tehostukseen liittyvät sosioekonomiset epäoikeudenmukaisuudet.
- On laadittava tutkimusohjelma, joka perehtyy siihen miten terveet yksilöt käyttävät tehostajia ja miten se heihin vaikuttaa.
- Lääkäreiden, opettajien, lainsäätäjien ja muiden on tehtävä yhteistyötä luodakseen linjauksia terveiden yksilöiden tehosteiden käytöstä.
- Tietoa lääkepohjaisen kognitiivisen tehostamisen riskeistä, mahdollisuuksista ja vaihtoehtoista on levitettävä laajasti.
- Lainsäätäjien on toimittava varovaisesti ja rajoitetusti kanavoidakseen näiden teknologioiden asema yhteiskunnalle edullisille poluille.

Nämä suositukset on helppo allekirjoittaa.

---

85 Greely et al. 2008.





Ajatus ”todellisesta minästä” on jossain määrin illuusio. Sen suojaamisen sijaan on mielekkäämpää antaa ihmisten muuttaa olemustaan sellaiseksi, jollainen kukin haluaa olla ja jonka **kokee** aidoimmaksi. Mm. luottavaisuutta ja onnellisuutta samoin kuin muistojaan voi olla mahdollista muokata. Kuten suorituskyyntien kohdalla, liiallisen helppouden sekä yhteisöpaineen mahdollisesti tuottamaan vaaraan kannattaa kiinnittää huomiota. Ihmisten kognitiivinen vapaus on kuitenkin tärkeä oikeus, jota ei saa rajoittaa ilman hyvin painavia syitä. Persoonamuokkausteknologiat tuottavat alaikäisten suhteen selkeitä ongelmia, jotka täytyy tiedostaa.



### 3. Persoonallisuuden muokkaaminen

”Meidän jokaisen sisällä on kokonaisia mielten yhteisöjä, jotka muodostavat ja uudelleenmuodostavat liittoumia olosuhteiden mukaan. Joskus liittoumat julistavat itsensä ’todelliseksi minäksi’, mutta siihen kannattaa suhtautua samalla skeptisyydellä kuin jos tietty Yhdysvaltojen osa alkaisi nimittää itseään ’todelliseksi Amerikaksi’.”

-- Robin Hanson<sup>86</sup>

Siinä missä teknologialla voidaan vähitellen ryhtyä muokkaamaan inhimillistä suorituskykyä, mahdollistaa se myös jonkin huomattavasti syvällisemmän muuttamisen – ihmisen oman persoonan. Käsittelen tässä luvussa teemoja kuten yksilön onnellisuuden, halujen ja toiveiden muokkaamista. Tämä voi äkkiä vaikuttaa astetta uhkaavammalta, ja persoonallisuuden keinotekoista muokkaamista vastustetaan usein autentisuudella. Ajatellaan, että esimerkiksi persoonallisuutta muuttavat lääkkeet etäännyttävät meitä ”todellisesta itsestämme”, ja tuovat tilalle keinotekoisen tai jopa valheellisen persoonan.

Tällaiseen kritiikkiin vastattaessa on ensinnäkin kysyttävä, mitä tarkoitetaan asioiden ”todellisella” luonnolla. Kuvitellaan pariskunta, joka saa lapsen. Lapsen syntyessä tämän pienokaisen tulevaisuus on aivan auki, ja voimme kuvitella tälle mielivaltaisen monta erilaista elämäntarinaa, mutta nyt keskitymme niistä vain kahteen mahdollisuuteen. Tulevaisuudessa A lapsi varttuu onnellisena ja terveenä, menestyy hyvin koulussa, ja alkaa opintojensa loppuvaiheilla seurustelemaan vakituisesti. Hän harrastaa piirtämistä, mikä ilmenee upeina maisemakuvina luonnosta. Lukuunottamatta pieniä vastoinkäymisiä joita väistämättä tapahtuu kaikille, on hänen elämänsä pääsääntöisesti sujunut hyvin ja mallikkaasti. Hän kertoo olevansa optimistinen, elämäniloinen ja yritteliäs. Hän on valmistunut arkkitehdiksi ja elättää sillä itsensä, rakastuttuaan jo nuorena kauniisiin rakennuksiin lomaillessaan vanhempiensa kanssa Keski-Euroopassa.

Tulevaisuudessa B lapsi kohtaa jo nuorella iällä senhetkisen parhaan ystävänsä kuoleman hirvittävässä onnettomuudessa. Aikansa surtuaan lapsi

---

86 Hanson 2008a.

pääsee asian yli, mutta kokemus jättää jälkeensä korostuneen tietoisuuden elämän hauraudesta ja joka hetken ohimenevyydestä. Lukuunottamatta tätä kokemusta ja niitä pieniä vastoinkäymisiä, joita väistämättä tapahtuu kaikille, sujuu hänen elämänsä pääsääntöisesti hyvin ja mallikkaasti. Hän harrastaa piirtämistä, mikä ilmenee sarjakuvina joissa usein esiintyvät kuoleman ja menetyksen teemat. Hän menestyy hyvin koulussa ja alkaa opintojensa loppuvaiheilla seurustelemaan vakituisesti. Kysyttäessä hän kertoo olevansa onnellinen siitä että on edelleen elossa, elämän ollessa kaikki kaikessa – arvokkain asia mitä ihmisellä voi olla. Hän on valmistunut sosiaalityöntekijänsä ja elättää sillä itsensä, haluten auttaa vaikeavammaisia nuoria.

Onko meillä mitään perusteita väittää, että toisessa näistä tulevaisuuksista lapsemme olisi yhtään sen aidompi ja lähempänä ”todellista” luontoaan kuin toisessa? Kumpi kuvitelluista tulevaisuuksista on ”autenttisempi” kuin toinen?

Persoonallisuuteemme vaikuttavat monet seikat ja tekijät, ja aivomme ovat jatkuvassa muutoksessa. Aivokemiaamme vaikuttaa mm. saamamme auringonvalon määrä, syömämme ruuan koostumus ja ympäristömme meluisuus. Kun harjoittelemme uusia taitoja tai opettelemme uusia tapoja tai käytösmaileja, on sekin aivojemme rakenteen muutosta – ja aivojemme rakennetta muuttavat myös kaikki ne kokemukset, joita kohtaamme päivittäin. Jos menneisyytemme olisi ollut erilainen, olisi meistä voinut tulla hyvin erilaisia ihmisiä. Ero lääkkeiden ja muiden persooanamme vaikuttavien syiden välillä on usein lähinnä vaikutustavassa ja siinä millaisena asia mielletään, ei niinkään lopputuloksessa. Jos mielialamme paranee keväisin ja kesäisin, lisääntyneen auringonvalon vaikuttaessa aivoihimme, tuntuisi jokseenkin kyseenalaiselta väittää, että samojen vaikutusten aikaansaaminen muutamalla pillerillä tai tiettyjä aivoalueita ärsyttämällä olisi yhtään sen keinotekoisempaa tai epäautenttisempaa.

Ajatus muuttumattomasta, ”todellisesta” minästä on nykytietämyksen valossa muutenkin kyseenalainen. Useimpien minäkäsitys pohjautuu pääasiassa heidän muistoihinsa ja elämäkokemukseensa. Mutta vaikka ajattelemme muistojamme luotettavina ja säilyvinä ”puhtaina” tallenteita tapahtuneista, muuttuu aivojen rakenne ajan kuluessa. Aivot omaksuvat jatkuvasti uutta tietoa ja kadottavat vanhaa, ja samalla muuttuvat myös ne hermosoluverkostot, joihin muistot ovat koodautuneet. Joka kerta kun jokin muisto palautetaan mieleen, aivojen muuttunut rakenne pakottaa rakentamaan ja muodostamaan sen uudelleen siihen liittyvien tietojen perusteella – tietojen, joita on hyvinkin voinut tulla lisää sitten muiston ensimmäisen koodautumisen, ja jotka voivat siten hyvinkin muuttaa sitä muistoa, joka

palautuu mieleen. Eikä mielemme yleensä esimerkiksi talleta muistojemme alkuperäisiä lähteitä, vaan ne päätellään tai arvataan – jos näemme mainoksen elokuvasta ja sen nimi kuulostaa tutulta, saatamme päätellä tämän olleen juuri se elokuva josta ystävämme kertoi vähän aikaa sitten<sup>87</sup>.

Voimakkaisiin emotionaalisiin kokemuksiin liittyviä muistoja pidetään yleisesti erityisen kestävinä ja pitkään säilyvinä – moni muistaa mielestään erityisen selkeästi, missä oli kun sai tiedon Challenger-onnettomuudesta tai syyskuun 11. päivän terroristi-iskuista. Todellisuudessa nämä ovat varsin herkkiä vääristymille. Niihin liittyy usein voimakas visuaalinen mielikuva, mutta visuaaliset kuvat ovat helppoja kuvitella, muuttaa ja muistaa. Muistot tapahtuneesta voivat sotkeentua sekä kuviteltuihin kuviin että myöhemmin nähtyihin kuviin.<sup>88</sup> Vuonna 1992 amsterdamilaiseen kerrostaloon osui lentokone, tapahtuma jota käsiteltiin laajasti ja pitkään paikallisessa mediassa. Jälkikäteen tehdyssä tutkimuksessa 66% vastaajista kertoi nähneensä televisiosta kun kone törmäsi taloon, vaikka mitään tällaista nauhoitusta ei ollut olemassakaan<sup>89</sup>. Eräässä tutkimuksessa koehenkilöille esitettiin kysymyksiä muistoistaan pian Challenger-onnettomuuden jälkeen ja yhdeksän kuukautta myöhemmin, jolloin noin neljänneksellä oli vähintään yksi eroavaisuus alkuperäisistä vastauksistaan. Muut turmasta muodostettuja muistoja käsitelleet tutkimukset ovat antaneet samankaltaisia tuloksia. Ihmiset käsittelevät usein muistojaan kertomuksina, joissa olevat aukot täydennetään nojautumalla yleiseen käsitykseen siitä, mitä mahtoi tapahtua. Challenger-turman jälkeen 9 vastaajaa 42:sta sanoi nähneensä turman televisiosta, kahda vuotta myöhemmin 19 väitti näin. Ihminen muistelee kokemuksiaan ja muistaa ne aluksi dramaattisena kuvaelmana, ja tietää järkeenkäyväksi että olisi kuullut tapahtumista television kautta – ja ajan kuluessa ihminen alkaa ajatella, että näki turman alun alkaenkin televisiosta.<sup>90</sup>

Toisaalta muistot voivat vääristyä joskus tätäkin radikaalimmin. Yhdessä kasvaneet kaksoset saattavat molemmat muistaa toiselle tapahtuneita asioita omina muistoinaan – teoria on, että koska visuaalista ympäristöä käytetään muistin tukena, sotkeentuvat samannäköiset kaksoset herkästi jopa omissa muistoissaan. Eräistä kaksosista molemmat uskoivat olevansa kahdesta se, joka sai naulan jalkansa läpi kuusivuotiaana, samoin kuin molemmat uskoivat olevansa se, joka sai isoäidiltä selkään asiasta jonka toi-

---

87 Johnson & Raye 2000.

88 Greenberg 2004.

89 Crombag et al. 1996.

90 Greenberg 2004.

nen oli tehnyt. Radikaalein oli tapaus, jossa 52-vuotiaat kaksoset olivat eri mieltä siitä, kumpi oli koettanut karata kotoa kuusivuotiaana. Molemmat muistivat istuneensa auton takapenkillä odottamassa, samaan aikaan kun äiti hysteerisen epätoivoisena etsi puuttuvaa kaksosta ties mistä! Tämänlaisia muistoja tutkittaessa ei niistä ole löydetty merkittäviä eroavaisuuksia voimakkuuden tai intensiteetin suhteen – ei juuri mitään, jonka perusteella ulkopuoliset, tai kaksoset itse, voisivat selvittää kumman muistot ovat tosia ja kumpaan kaksosista ne oikeastaan pätevät.<sup>91</sup>

Käsityksemme omasta identiteetistämme vaikuttaa siis olevan virheellinen: rakennamme minäkuvamme muistojemme varaan, mutta muistomme ovat jatkuvassa muutoksessa. Ylipäättään käsitys identiteetistä tai itseystä vakaana objektina on ongelmallinen. Kun katsomme tietokoneen näyttöä, näemme siinä staattisen kuvan. Todellisuudessa näytöllä on kuitenkin sarja lyhytkestoisia kuvia jotka piirretään joka hetki uudestaan, satoja kertoja sekunnissa. Vastaavalla tapaa puhumme arkikielessä mielentiloista ikään kuin ne olisivat staattisia objekteja – mutta aivomme ovat joka hetki jatkuvassa toiminnassa, minkä tahansa mielentilan syntyessä miljardien aivosolujen katkeamattomasta keskinäisestä viestinnästä. Jos aika olisi mahdollista pysäyttää, ei ihminen pysähdyksissään ollessaan kokisi mitään. Kun puhumme mielentilasta kuten onnellisuudesta tai edessämme olevan puun näkemisestä, emme todellisuudessa kuvaa mitään yksittäistä objektia, vaan jatkuvaa prosessia.

Kirjassaan *Being No-One*<sup>92</sup>, Thomas Metzinger painottaa kokemuksemme harhaanjohtavaa luonnetta: katsomme kädessämme olevaa kirjaa ja näemme sen kiinteänä, muuttumattomana asiana – mutta jos pystyisimme näkemään aivojemme fyysisen toiminnan hermosolutasolla, näkisimme että kuva kirjasta rakennetaan jatkuvasti uudestaan ympäristöstä tulevien aistiärsykkeiden ja meillä valmiiksi olevan tiedon perusteella. Emme näe maailmaa sellaisena kuin se on, vaan aivomme muodostavat jatkuvasti lukemattoman määrän kilpailevia hypoteeseja siitä, miten maailma pitäisi tulkita ja mitä pitäisi kokea – hypoteeseja, joista joka hetki valitaan yksi ja kohdellaan sitä totuutena. Kun kuvittelemme mielessämme asioita, luomme simulaatioita siitä, miten asiat voisivat olla – mutta olennaisesti nämä kuvitelmat ovat aivan samanlaisia prosesseja kuin ne, joista yksi valikoituu käsityksemme ympäristöstämme. Ne ovat eri tiedoista rakennettuja malleja siitä, miten asiat saattaisivat olla, malleja joiden todennäköisyyttä ja

---

91 Sheen et al. 2001.

92 Metzinger 2003.

uskottavuutta arvioidaan sillä, miten paljon ne muistuttavat viimeisintä totuudeksi valittua mallia. Kun tämä prosessi häiriintyy, luulemme kuvitelmia todeksi ja totuutta kuvitelmaksi.

Jokainen voi varmasti muistaa miten on aluksi lukenut tai kuullut jonkin virkkeen sanovan aivan muuta kuin mitä se todellisuudessa sanoo. Yhtäläisesti jokainen on lukenut koevastauksensa tai kirjoittamansa tekstin ja ollut sokea omille virheilleen, koska mieltä on hallinnut kuva siitä mitä siinä *pitäisi* lukea, eikä kuva siitä, mitä siinä todellisuudessa lukee. Todellisuutta vastaava hypoteesi ei ole valikoitunut siksi, jota käsitellään totuutena ja joka pääsee tietoisuuteen asti. Hypoteesi josta virheet puuttuivat muistutti enemmän käsitystämme siitä, mitä meidän olisi pitänyt kirjoittaa. Emme koe asioita sellaisina kuin ne objektiivisesti ovat, vaan sellaisina, jotka sopivat parhaiten ennakkokäsityksiimme.

Käsityksemme itsestämme – se, mitä ajattelemme minuutenamme – on aivoillemme yksi käsite muiden joukossa, vaikkakin tärkeä sellainen. Sen muodostustapa ei kuitenkaan eroa siitä, miten muodostamme käsitykset mistään muustakaan. Tekoälytutkija Ben Goertzel on kirjoittanut siitä, miten minäkuva syntyy varhaislapsuudessa yksilön oman toiminnan pohjalta<sup>93</sup>. Mieli näkee itsensä toimimassa tietyllä tavalla, ja kysyy: millainen yksilö minun tarvitsisi olla, jotta tekisin nämä asiat joita olen nyt tekemässä? Vastatakseen tähän kysymykseen se luo itsestään minäkuvan, itsen. Tämä minäkuva ohjaa sitä uudenlaiseen toimintaan, jonka jälkeen se voi jälleen kysyä: millainen minun täytyy nyt olla, jotta olisi voinut tehdä nämä uudet toimet?

Sen sijaan että meillä olisi pysyvää identiteettiä, rakennetaan identiteettimme joka hetki uudelleen, muuttuen ja vaihtuen eri tilanteiden mukaan. Se tuntuu meistä muuttumattomalta, osaksi koska identiteettimme seuraavalla hetkellä muodostetaan aina sen perusteella, millainen identiteettimme oli edellisellä hetkellä – mutta myös, koska totena pitämämme teoriat vaikuttavat muistojemme tulkintaan. Pidämme itseämme rohkeina, jolloin uudelleenrakennamme muistomme sen tiedon pohjalta, että olemme rohkeita. Koska tämä on mielestämme syvälinen osa itseämme, oletamme että olemme myös pitäneet itseämme rohkeana aiemmin – ja kun muistelemme aiempaa käsitystämme omasta identiteettistämme, teemme sen olettaen jo valmiiksi, että identiteettimme oli tietynlainen. Muistomme vinouttavat minäkuvaamme, ja minäkuvaamme vinouttaa muistojamme – mutta kaiken lävitse koemme ne eheinä.

Tämä ei tarkoita, ettemmekö voisi muistaa aikaa, jolloin koimme identiteettimme olevan erilainen – muistomme rakennetaan monen eri tiedon

---

93 Goertzel 2008.

perusteella, joista yksi voi hyvinkin olla ajatus siitä, että olimme tiettyyn aikaan erilaisia. Eikä se tarkoita sitä, ettäkö jokainen meistä kehittäisi jatkuvas- ti kokonaan uusia minuuksia – kun yksi minäkäsitys pääsee valtaan, aletaan kaikkea tietoa tulkita sen käsityksen lävitse, joka vahvistaa sen asemaa entisestään. ”Todelliseksi” minuudeksi valikoitunut hypoteesi voi tämän johdosta kestää enimmäkseen samana vuosikymmeniäkin, ehkä kuolemaankin saakka. Mutta silti meillä on todennäköisesti vähän erilainen minäkäsitys töissä ja kotona, onnellisena ja masentuneena. Minäkuvamme ovat *aina* jossain määrin valheellisia, minuutemme muuttuen sen mukaan, millaisissa ympäristössä olemme ja mitä koemme – ja samaan aikaan ne ovat kaikki aina täysin tosia, sillä niitä ei voi vääritellä todeksi ja vääräksi muuten kuin kysymällä meiltä.

Minuuden rakennettu luonne ei myöskään tarkoita, etteikö sen sisällä voisi olla ristiriitoja. Aivot ovat monimutkainen järjestelmä, joissa lukuisat eri impulssit ja vaikutteet tempovat yksilöä eri suuntiin. Voimakasta halua olla hyvä ihminen saattaa vaikeuttaa jatkuviin raivokohtauksiin johtava lyhyt pinna, halua olla puolisolleen mahdollisimman hyvä voi vaikeuttaa sairaaloinen mustasukkaisuus, halua olla sosiaalinen ja muiden ihmisten keskuudessa voi vaikeuttaa voimakas ujous. Monet haluavat olla parempia ihmisiä, mutta siihen pääseminen on jatkuvaa kamppailua.

Jos tämän muuttuvuuden tiedostaa, voi minuuttaan pyrkiä rakentamaan ja vakauttamaan siihen suuntaan, jollainen sen todella haluaa olevan – eikä tyytyä sellaiseen, joka ei tunnu miellyttävältä. Edellisessä luvussa mainittiin tutkimus<sup>94</sup>, jossa oli haastateltu joukkoa ADHD-potilaita liittyen näiden tuntemuksiin käyttämistään lääkkeitä. Osa koki lääkkeiden myös muuttavan heitä suuntaan, joka tuntui paremmalta:

”Kyse ei ole siitä, ettetkö enää olisi itsesi. Uskon että olen aina ollut itseni, mutta koska lääkitys tekee levollisemmaksi, alkaa itseään katsoa eri tavalla. Sitä ottaa itselleen enemmän aikaa, ja löytää itsestään odottamattomia asioita.”

Tämän sanonut ihminen tajusi olevansa hyvä maalaamaan ja alkoi nauttimaan siitä. Toinen vastaaja kertoi kokevansa enemmän ’itseksensä’ ottaessaan lääkkeitä. Hän hallitsi paremmin impulssejaan ja elämä oli ongelmattomampaa. Hän tunsikin olonsa rauhallisemmaksi ja koki saavansa enemmän aikaa itselleen:

”En ollut lukenut vuosii kirjaa, koska olin kykenemätön keskittymään. Mutta nyt luen taas. Minulla oli nuorempana tapana lukea paljon.”

---

94 Bolt & Schermer 2009.



Jos yksinkertainen keskittymiskyvyn muutos voi saada aikaan näin vahvan efektin, mitä tapahtuu kun persoonallisuutta opitaan muokkaamaan yleisemminkin?

### **3.1. Luonteenpiirteiden muokkaaminen**

Kuten suorituskvynkin muokkaamiseen, myös persoonallisuutensa muuttamiseen on kehitymässä erilaisia tekniikoita. Toisin kuin edellisessä luvussa, jossa pyrin kohtalaisen kattavaan silmäykseen eri tekniikoista, tässä luvussa harrastan enemmänkin pistokoetekniikkaa. Mitä tarkemmaksi aivotiede kehittyy ja mitä paremmin lääkeaineita saadaan kohdistettua, sen laajemmaksi käy mahdollisesti muokattavien luonteenpiirteiden kirjo. En siis koetakaan käsitellä kaikkia niitä tapoja, joilla persoonallisuutta ehkä voidaan tulevaisuudessa käsitellä. Sen sijaan keskityn vain muutamaiin tämän hetken mahdollisuuksiin.

#### **3.1.1. Luottamus**

Jotkut ihmiset ovat herkempiä luottamaan muihin kuin toiset. Voitaneen liioittelematta sanoa, että yhteiskuntamme toiminta rakentuu hyvin pitkälti luottamuksen varaan. Kansallisella taloudella ja luottamuksella on yhteys – talous on vahvempi niissä maissa, joiden asukkaat keskimäärin luottavat toisiinsa enemmän<sup>95</sup>. Vaikka tästä ei suoraan voikaan sanoa, kumpi on syy ja kumpi on yhteys, ovat taloustieteilijät katsoneet luottamuksen olevan olennainen osa taloudellisen toiminnan kehitystä. Korkea luottamus vähentää mahdollisen petoksen vahtimiseen kuluvia resursseja, vähentää kynnystä tehdä pitkää sitoutumista vaativia sopimuksia, ja tekee helpommaksi palkata myös tuntemattomia, eikä vain verisukulaisia tai ihmisiä jotka ovat muulla tapaa todistaneet luotettavuutensa jo valmiiksi<sup>96</sup>. Sanomattakin lienee selvää, että luottamuksella on oleellinen vaikutus yhteiskuntaan myös taloudellisen toiminnan ulkopuolella. Jatkuva valppaus mahdollisen petoksen varalta, samoin kuin kykenemättömyys luottaa muihin tarpeeksi jotta tekisi pitkäaikaisia sitoumuksia, rasittavat myös henkisesti ja heikentävät sosiaalisia suhteita.

Oksitosiini on synnytyksen yhteydessä erittyvä ja mm. rintaruokintaan osallistuva hormoni, joka toimii lisäksi myös aivojen välittäjäaineena. Sitä esiintyy sekä miehillä että naisilla, ja se on useissa tutkimuksissa liitetty luottamukseen ja

---

95 Knack & Keefer 1997, Delhey & Newton 2005.

96 Knack & Keefer 1997.

sitoutumiseen<sup>97</sup>. Yksilöt joiden oksitosiinitasot ovat korkeampia ovat pääsääntöisesti muita luottavaisempia, ja ryhmät joille annetaan sumutemuodossa ylimääräistä oksitosiinia päätyvät verrokkiryhmiä enemmän luottamaan muihin.

Vaikutusta on tutkittu erilaisilla ”luottamuspeleillä”. Eräässä tyypillisessä pelissä on kaksi osapuolta, jotka eivät tunne tai näe toisiaan. Ensimmäinen osapuoli, ”sijoittaja”, saa tietyn määrän rahaa, ja voi päättää, miten suuren osan siitä antaa toiselle, ”vastaanottajalle”. Toiselle annettavan rahan määrä kolminkertaistetaan – jos sijoittaja päätti antaa saamastaan kymmenestä eurosta viisi, saa vastaanottaja viisitoista euroa. Tämän jälkeen vastaanottaja päättää omasta puolestaan, miten suuren osuuden antaa takaisin saamastaan summasta sijoittajalle (tätä summaa ei enää kolminkertaisteta). Jos vastaanottaja sai viisitoista euroa, saattaa tämä valita antaa siitä takaisin esim. puolet, jolloin sijoittaja saa takaisin enemmän kuin antoi. Optimisitilanteessa sijoittaja antaisi koko summansa toiselle, ja saisi siitä puolet takaisin, jolloin molemmat hyötyisivät mahdollisimman paljon. Tämä kuitenkin vaatii, että sijoittaja luottaa vastaanottajan oikeudenmukaisuuteen, ja sen että vastaanottaja todella on oikeudenmukainen.

Tämänkaltaisessa tilanteessa oksitosiini vaikuttaa selkeästi. Eräässä tutkimuksessa sijoittajat jaettiin kahteen 29 hengen ryhmään, joista toiselle ryhmälle annettiin oksitosiinia ja toiselle lumelääkettä<sup>98</sup>. Oksitosiinia saaneiden ryhmästä 13 (45%) antoi koko summan, siinä missä lumelääkettä saaneista vain 6 (29%) teki vastaavasti. Oksitosiinisijoittajista vain 21% antoi vähemmän kuin kahdeksan rahaa kahdestatoista, siinä missä 45% verrokkiryhmästä teki niin. Keskimääräinen sijoitus oli oksitosiiniryhmälle 17% korkeampi. Sijoittajat laitettiin tämän jälkeen tekemään sama valinta toisenlaisessa tilanteessa, jonka oli tarkoitus varmistaa, että oksitosiini todella vaikutti luottamukseen eikä vain yleiseen taipumukseen ottaa riskejä. Nyt sijoittajien saamaa takaisinmaksua ei enää päättänyt toinen ihminen. Se arvottiin osittain satunnaisesti siten, että keskimääräinen takaisinmaksu oli kuitenkin sama kuin ihmisvastaanottajia käytettäessä. Tässä tapauksessa oksitosiiniryhmä ja verrokkiryhmä sijoittivat molemmat yhtä paljon rahaa, vaikka riski oli sama kuin aiemmassa tapauksessa.

Aiemmassa vastaavassa tutkimuksessa<sup>99</sup> taas todettiin, että oksitosiinin alkuarvot sijoittajilla eivät vaikuttaneet sijoitetun rahan määrään, mutta vastaanottajien oksitosiinitasot nousivat kun heihin luotettiin. Kohonneet

---

97 Kosfeld et al. 2005, Zak & Kurzban & Matzner 2005, Zak & Stanton & Ahmadi 2007, Baumgartner et al. 2008.

98 Kosfeld et al. 2005.

99 Zak & Kurzban & Matzner 2005.

oksitosiinitasot vastaanottajissa olivat myös yhteydessä siihen, että he antoivat sijoittajille enemmän rahaa takaisin.

Kolmas tutkimus<sup>100</sup> käytti kahdenlaista peliä, joissa molemmissa oli taas kaksi osapuolta. Uhkavaatimuspelissä (ultimatum game) ensimmäiselle osapuolelle annetaan tietty summa rahaa, ja hänen täytyy päättää, miten suuren osan siitä antaa toiselle. Toinen voi joko hyväksyä tämän summan, tai kieltäytyä. Jos hän hyväksyy, saavat molemmat ensimmäisen osapuolen määrittelemän osuuden. Jos hän kieltäytyy, ei kumpikaan saa mitään. Ihmiset tyypillisesti rankaisevat ensimmäistä osapuolta, omalla kustannuksellaankin, jos kokevat oman osuutensa olevan epäoikeudenmukaisen pieni. Diktaattoripeli taas on muuten samanlainen, mutta toiselle osapuolelle ei anneta vaihtoehtoja. Rahat jaetaan aina ensimmäisen osapuolen määrittelemässä suhteessa.

Koehenkilöitä pyydettiin aluksi arvioimaan miten pelaisivat uhkavaatimuspelejä kumpanakin osapuolena: ilmoittamaan paljonko antaisivat toiselle, ja ilmoittamaan mikä olisi minimisumma jonka he olisivat itse valmiita hyväksymään. Tämän jälkeen heidät jaettiin satunnaisesti joko antaja- tai vastaanottaja-rooleihin pelaamaan varsinaista peliä.

Oksitosiinin saaminen ei vaikuttanut koehenkilöiden hyväksymään minimisummaan, mutta se lisäsi lahjoittajien anteliaisuutta. Tutkijat määrittelivät anteliaaksi lahjoitukseksi sellaisen, joka oli suurempi kuin arvioitu minimisumma. Oksitosiinia saaneet lahjoittajat antoivat keskimäärin 21% suurempia summia kuin verrokkiryhmä, ja antelioiden tarjousten määrä oli 80% korkeampi kuin verrokeilla. Diktaattoripelissä oksitosiini taas ei tuottanut minkäänlaista eroa: sekä sitä että lumelääkettä saaneet antoivat suunnilleen yhtä suuria summia.

Tutkijat tulkitsivat tuloksensa tarkoittamaan, että oksitosiini ei lisää yleistä epätietoisyyttä. Sen sijaan se lisää anteliaisuutta tilanteessa, joka vaatii toisen tunteiden ottamista huomioon. Uhkavaatimuspelissä koehenkilöt joutuivat miettimään, mikä olisi minimisumma, jonka toinen hyväksyisi, ja siten asettamaan itsensä toisen rooliin. Diktaattoripelissä taas ei ollut tarvetta ajatella toisen näkökulmaa. Oksitosiini tuntui vaikuttavan kykyyn ymmärtää, miten vastaanottaja kokisi negatiivisen tunteen, ja motivoi ilmeisesti välttämään tekoja jotka tuottaisivat toiselle sellaisen tuntemuksen.

Tässä kohtaa voi olla hyvä mainita, ettei ihmisten ole syytä pelätä, että heitä manipuloitaisiin antamalla heille salaa oksitosiinia. Suun kautta nautittuna oksitosiini hajoaa ennen kuin pääsee vaikuttamaan, joten se annettiin koehenkilöille

---

100 Zak & Stanton & Ahmadi 2007.

joko suonensisäisesti tai sumutteena. Sitä ei siis voi antaa salaa, ja sen pelkkä haistaminen ilmasta ei vaikuttaisi sen pitoisuuksiin kovinkaan merkittävästi.<sup>101</sup>

Oksitosiinin on todettu olevan muilla nisäkkäillä yhteydessä pariutumiskäytökseen ja jälkeläisten hoivaamiseen. Ihmisillä sen on todettu vähentävän stressin vaikutusta ja erittyvän naisilla synnytyksen aikaan sekä imettämisen yhteydessä<sup>102</sup>. Vaikuttaakin siltä, että se on oleellinen osa sitoutumis- ja ystävyyssuhteiden muodostumista. Ihmiset voisivat sen avulla helpottaa kykyään sitoutua toisiin, tai itseään ylikuottavaisina pitävät voisivat halutessaan koettaa käyttää sen pitoisuuksia vähentäviä lääkkeitä.

### 3.1.2. Onnellisuus

Käsite ”onnellisuuden muokkaaminen” tuo helposti mieleen mielikuvia huumausaineista tai rotista, jotka jäävät nälästä piittaamatta painelemaan nautintokeskuksiaan stimuloivaa vipua, lopulta menehtyen siihen. Mutta se voi tarkoittaa myös jotain paljon haluttavampaa.

Eräs tuttavani kirjoitti tuoreeltaan seuraavasti:

”En yksinkertaisesti pidä kiinni mistään negatiivisista tunteista. [...] Ilman jatkuvaa vahvaa ulkoista provokaatiota, tunteet kuten viha, katumus ja turhautuminen haihtuvat minussa paljon nopeammin kuin kenessäkään muussa jonka olen tavannut. Arvaukseni on, että tämä on se syy miksi minulla ei ole lainkaan taipumusta masentua, ja itseasiassa todella hirveiden ulkoisten olosuhteiden puuttuessa masentuminen on minulle käytännössä mahdotonta.”<sup>103</sup>

Hän kertoo negatiivisten tapahtumien itsessään vaikuttavan häneen aivan yhtä vahvasti kuin keheen tahansa muuhunkin, mutta niiden vaikutukset ovat ohimeneviä – heti kun asia on saatu ratkaistua, sen emotionaalinen vaikutus haihtuu pois viimeistään tunnin sisään. Mikäli tapahtuma aiheuttaa pysyvän muutoksen (ystävyyden päättyminen, lemmikin kuolema), vaikutukset säilyvät jonkin verran pidempään, mutta yön yli nukkuminen helpottaa oloa silti huomattavasti. Ainoat asiat jotka vaikuttavat pitkään ovat aktiiviset ja jatkuvat pitkäkestoiset ongelmat, kuten jatkuvat rahavaikeudet, mutta niidenkin aiheuttama olo helpottaa heti kun ne on saatu ratkaistua. Hän kertoo olevansa tämän vuoksi paljon motivoituneempi korjaamaan ongelmia kuin ne ystävänsä, joilla on taipumusta masentuneisuuteen: hän tietää olonsa helpottavan heti kunhan

---

101 Zak 2008.

102 Heinrichs & Domes 2008.

103 Snead 2008. Suomennos Satu Nikander.

asiat saadaan ratkottua, siinä missä toisenlaisen aivokemian omaavilla voi olla asiassa pitkäkin viive ja siten vähemmän motivaatiota tehdä asialle jotain heti.

Hän ei ole väärässä olettaessaan näiden luonteenpiirteidensä liittyvän osittain aivokemiaan. Terveetkin ihmiset ovat alkaneet käyttämään alunperin masennuksen hoitoon tarkoitettuja lääkkeitä tunteakseen olonsa tavallista paremmaksi. Heidän kokemuksistaan on raportoitu seuraavasti:

SSRI:tä nauttivat ihmiset joilla ei ole varsinaista psykeensairautta, samoin kuin heitä tarkkailevat lääkärit, raportoivat yleisesti että negatiiviset tuntemukset kuten surullisuus ja vihaisuus eivät katoa vaan heikkenevät, kuten myös taipumus jäädä murehtimaan niitä. Menetyt, pettymys ja torjutuksi tuleminen ovat yhä kivuliaita, mutta eivät yhtä vahvasti eivätkä yhtä pitkään, ja niiden kanssa voi pärjätä pienemällä mielenrauhan järkkymisellä. Herkkyys vähenee myös, samoin kuin pakkomielleisyys, kompulsiivisuus ja levottomuus, samalla kun itsetunto ja itsevarmuus voimistuvat. Myös pelko vähenee, ja yksilö pystyy paremmin kokemaan nautintoa ja hyväksymään riskejä. Henkinen ketteryys, energia, uni ja ruokahalu käyvät säännöllisemmiksi, tyypillisesti kasvaen. Ja mieliala paranee – joskaan ei pysyvän euforian pisteeseen tai mihinkään sen lähellekään. Ihmiset *tuntevat* olonsa paremmiksi.<sup>104</sup>

Mainittu SSRI on lyhenne sanoista *selective serotonin reuptake inhibitor*, valikoiva serotoniinin takaisinoton estäjä. Serotoniini on aivojen välittäjäaine, kemikaali jota hermosolut erittävät aktivoituessaan ja jolla ne siten kommunikoivat muiden aivosolujen kanssa. Tavallisesti ”viestinsä kuljettanut” serotoniini otetaan takaisin talteen sen erittäneeseen soluun, mutta SSRI:t vähentävät tätä takaisinottoa, jättäen enemmän serotoniinia ajelehtimaan ja lisäksi vastaanottajasolujen saatavilla olevaa serotoniinin määrää. Tällä on eri ihmisissä vaihtelevia efektejä: joillakin masentuneilla olo helpottaa, joillakin aine ei vaikuta lainkaan. Osa taas kokee yllä kuvaillun kaltaisia positiivisia vaikutuksia. SSRI:t tuntuvat vaikuttavan vain tunteiden ”positiivis-negatiiviseen akseliin” – ne eivät suoraan esim. muuta kykyä tuntea empatiaa, vaikuta moraaliseen omatuntoon, lisää taikka vähennä kykyä nauttia kauneudesta.<sup>105</sup>

Kun tämä kappale kirjoitettiin, oli Kauhajoen surmista kulunut noin viikko. Yleisestä kehityksestä ja olojen parantumisesta huolimatta tehdään Suomessa yhä useita itsemurhia, noin tuhat vuodessa<sup>106</sup>. Lähes jokainen on varmasti joko

---

104 President’s Council on Bioethics 2003.

105 Ibid.

106 Tilastokeskus 2008c.

kokenut millaista on olla masentunut, tai millaista on olla masentuneen ihmisen läheinen. Mikäli pienellä osalla ihmisistä on synnynnäinen taipumus välttää kaikenlainen vakava masennus, vaikuttaisi äärimmäisen epäoikeudenmukaiselta jos muillekin ei annettaisi mahdollisuutta samaan. Kyse ei ole enää edes siitä, miten hyvät mahdollisuudet on pärjätä elämässään valitsemillaan poluilla – kuten kognitiivisen suorituskyvyn suhteen oli – vaan siitä, miten hyväksi tuntee itsensä jokapäiväisessä elämässä, onnistui tavoitteidensa ajamisessa tai ei. Miten hyvin pystyy hyväksymään vastaan tulevat takaiskut, olemaan murehtimatta turhista ja olemaan hautomatta pieniä vastoinkäymisiä. Ilman tätä kykyä älykkäimmät ja keskittymiskykyisimmätkin yksilöt joutuvat jäämään ahdistuneina koteihinsa, kykenemättöminä nauttimaan sellaista elämää kuin haluavat.

*Hypertymia* on tietylle ihmistyyppille ominainen synnynnäinen tila, johon liittyy jatkuva onnellisuus ja energisyys vastoinkäymisistä huolimatta. ”Olen ollut onnellinen koko elämäni, ilman mitään erityistä syytä”, yksi nainen kuvasi tilaansa. ”Kai se on vain luontoni.” Hän oli tullut psykiatrin luo kun hänen miehensä oli ensin kuollut syöpään, jonka jälkeen hän oli itse menettänyt työnsä. Mutta kokemus ei ollut juurikaan heikentänyt hänen oloaan, vaan hän oli tullut hakemaan apua teini-ikäiselle pojalleen, jolle kokemukset olivat olleet huomattavasti raskaampia. Hän oli luonnollisesti itse surullinen asioista, mutta silti pääsääntöisesti yhä pirteä.<sup>107</sup> Hypertymia muistuttaa jossain määrin bipolaarisen mielialahäiriön maanista vaihetta, ja eräät tutkijat pitävätkin niitä sukulaisilmiöinä<sup>108</sup> On olemassa myös viitteitä siitä, että hypertymian kaltaiset tavallista energisemmät mielentilat olisivat yhteydessä luovuuteen<sup>109</sup>. Siinä missä herkästi masentuvat ovat meitä kaikkia huomattavasti huonommassa asemassa, ovat hypertymiset paremmassa. Eivätkä ihmiset pelkästään jakaudu hypertymisiin ja normaaleihin – hyvänolon tuntemuksella yleisestikin on tutkitusti vahva synnynnäinen komponentti. Esimerkiksi yksi laajasti noteerattu, Minnesotalaisia 1936–1955 syntyneitä kaksosia tarkastellut tutkimus<sup>110</sup> arvioi sen periytyvyyden lähestyvän 80 prosenttia<sup>111</sup>.

Nykyhetkellä ei ole olemassa lääkkeitä, jotka luotettavasti parantaisivat enemmistön tuntemuksia, tai jotka edes auttaisivat jokaisen masennukseen. Vaikka osa terveistä reagoikin SSRI:hin yllä kuvatulla tavalla, on tämä

---

107 Friedman 2002.

108 Akiskal 2001.

109 Richards 1997.

110 Lykken & Tellegen 1996.

111 Tulee tosin noteerata, että toisin kuin miltä termi saattaa kuulostaa, ei ”80% periytyvyys” suoranaisesti tarkoita sitä, että 80% onnellisuudesta tulisi geeneistä. Se tarkoitt-

joukko vähemmistö (tarkkoja lukuja ei valitettavasti ole saatavilla, koska lääketeollisuudella ei ole motivaatiota tutkia lääkkeidensä ”väärinkäytön” vaikutuksia). Masentuminen on kuitenkin usein vaiheittainen prosessi, jonka riskiin vaikuttaa yleinen mieliala samalla tavoin kuin sairastumisen riskiin vaikuttaa yleinen terveys. SSRI:llä on tällä hetkellä useita mahdollisia sivuvaikutuksia, rajuista painonmuutoksista seksuaalisen toiminnan häiriöihin. Mikäli niiden sivuvaikutuksia kuitenkin saataisiin kuriin, tai jos kehitettäisiin vastaavia turvallisempia lääkkeitä, olisi niiden tuominen koko väestön saataviin harkitsemisen arvoinen seikka. Tällä ei vain vähennettäisi ihmisten alttiutta sairastua masennukseen, vaan tehtäisiin myös ihmisistä yleisesti ottaen onnellisempia.

### 3.1.3. Muistot

Edellisessä luvussa puhuttiin muistin vahvistamisesta, mutta tätä kirjoitettaessa ollaan myös kehittämässä teknologiaa, jonka avulla voi olla mahdollista *muokata* muistoja – poistaa niitä tai mahdollisesti jopa lisätä kokonaan uusia.

Kun muisto talletetaan ensimmäisen kerran pitkäaikaiseen muistiin, tapahtuu konsolidaatioksi kutsuttu prosessi, jossa muistijäljestä tehdään vakaampi. Kun se myöhemmin tulee uudelleen mieleen, tapahtuu uudelleenkonsolidaatiota – muistijäljen muokkaamista ja tallettamista uudelleen, muokatussa muodossa. Uudelleenkonsolidaatiovaiheessa on mahdollista vaikuttaa muiston voimakkuuteen. Rotilla tehdyissä kokeissa on osoitettu, että muistoa on tällöin mahdollista joko vahvistaa tai heikentää<sup>112</sup>. Konsolidaatiota estävät lääkkeet aiheuttivat muiston katoamisen samalla tapaa kuin jos ne olisi annettu alkuperäisen oppimistapahtuman aikaan. Konsolidaatiota vahvistavat hoidot vastaavasti paransivat muiston säilymistä riippumatta siitä, annettiinkö ne alkuperäisen oppimisen vai rekonsolidaation yhteydessä. Muistot ovat herkässä tilassa aina kun ne uudelleenaktivoidaan, alttiita vahvistamiselle tai heikentämiselle.

Tällä tapaa voi olla mahdollista heikentää vanhojakin muistoja: tuoreet muistot tallennetaan normaalisti hippokampuksen välityksellä, mutta tar-

---

taa sitä, että tutkittavassa väestössä saatiin 80% onnellisuuden vaihtelusta selitettyä geneeillä, mutta toisenlaisessa otoksessa tulos saattaisi olla erilainen. Periytyvyys esimerkiksi laskee silloin kun ympäristöerot kasvavat, koska tällöin ympäristöeroilla on enemmän vaikutusta ja perinnölliset tekijät vaikuttavat vähemmän. Periytyvyys onkin aina määriteltä puhtaasti suhteessa tiettyyn väestöön – siinä väestössä esiintyvän vaihtelun määrä, joka on selitettävissä geneettisellä vaihtelulla. Mainitulla tutkimuksella oli varsin kattava otos Minnesotan asukkaiden keskuudessa.

<sup>112</sup> Sara 2000.

peeksi vanhat muistot tulevat ajan kuluessa riippumattomiksi hippokampus-  
puksesta. Rotilla on todettu, että muiston palaaminen mieleen palauttaa  
sen kuitenkin väliaikaisesti hippokampusriippuvaiseksi, jolloin sen uudel-  
leenkonsolidaatiota on mahdollista häiritä.<sup>113</sup>

Vastaavien kokeiden tekeminen ihmisillä on hankalampaa, mutta mm.  
pakkomielteitä on jo pitkään hoidettu sähköllä. Tämänlaisessa hoidossa  
potilaille annetaan uudelleenkonsolidaatiota häiritseviä sähköshokkeja sen  
jälkeen, kun nämä ovat toteuttaneet mielihalujaan. Eräässä tapauskerto-  
muksessa käsiteltiin 30-vuotiaista naista, jolla oli pakkomielteisiä ajatuksia  
äitinsä tappamisesta. Pakkomielteensä näyttelemisen jälkeen hänelle annetiin  
sähköshokkeja. Seuraavana päivänä hän meni kotiinsa ja puhui ensi-  
mäistä kertaa vuosiin ystävällisesti äidilleen. Hän kysyi äidiltään ”rakastatko  
minua?” ja suuteli tätä tämän jälkeen. Kun häneltä kysyttiin, halusiko hän  
edelleen puukottaa äitiään, hän nauroi ja sanoi, ettei hänen äitinsä ansain-  
nut mitään senkaltaista. Hän pysyi oirevapaana ainakin kahden vuoden ajan,  
minkä ajan jälkeen tutkimus julkaistiin.<sup>114</sup> Pakkomielteet olivat oletettavas-  
tikin tiettyjen olosuhteiden käynnistämä käyttäytymismalli, ja uudelleen-  
konsolidaation estäminen esti aivoja säilyttämästä aiemmin usein aktivoitua  
yhteyttä tilanteen ja käyttäytymisen välillä. Sähköshokit ovat varsin karkea  
tapa rekonsolidaation häiritsemiseen, mutta tutkimukset rotilla ovat paljas-  
taneet useita erilaisia tapoja tehdä se hienovaraisemmin lääkelaimein.

*Uusien* muistojen luominen onnistuu tutkitusti ilman lääkkeitäkin. Ihmisille  
voidaan antaa lista sukulaisilta kootuista tapahtumista, jotka väittämän mukaan  
tapahtuivat hänen lapsuudessaan. Todellisten tapahtumien joukkoon on lisätty  
muutamia kuvitteellisia tapahtumia. Kun ihmistä pyydetään muistelemaan näitä  
tapahtumia, keksivät he kuvitteellisiin tapahtumiin yksityiskohtia jotka yhdis-  
tyvät vääräksi muistoksi. Antamalla ihmisten prosessin vahvisteeksi selata valo-  
kuva-albumia, voidaan tällä tuottaa poikkeuksellisiakin vääriä muistoja esim.  
ilmapallolennoista. On myös mahdollista tuottaa epätodennäköisiä tai henkilö-  
lle merkittäviä muistoja, kuten vääriä muistikuvia ensimmäisistä elinpäivistään  
tai siitä, että on ollut todistamassa kun demoni riivasi toisen ihmisen.<sup>115</sup> Vaikka  
tähän ei tällä hetkellä tarvitsekaan lääkkeitä, muistikonsolidaatiota tehostavat  
lääkkeet tuskin ainakaan vaikeuttavat tämänlaista toimintaa.

Kysymys kuuluu, haluaisimmeko että ihmisillä olisi mahdollisuus muoka-  
ta muistojaan? Osassa tapauksista vastaus saattaa selkeästi olla kyllä, mikäli

---

113 Nader 2003.

114 Ibid.

115 Liao & Sandberg 2008.



tätä tekniikkaa käytetään psyykeensairauksien parantamiseen. Myös terveillä ihmisillä voi olla hyötyä tavasta rikkoa tiettyjä käytösmaalleja tuottavia assosiaatioita, esimerkiksi pääasiassa psykologisten addiktioiden rikkomisessa tai huonojen tapojen poisoppimisessa. Ihmisen minäkuva myös ohjaa hänen käytöstään, ja ihmiset jotka uskovat olevansa jossain asiassa huonoja suoriutuvat siinä huonommin, kuin vastaavat ihmiset jotka uskovat olevansa siinä hyviä. Mahdollisuus valikoivasti heikentää tai vahvistaa tietynlaisia muistoja voi auttaa ihmisiä uudelleenrakentamaan minäkuvansa sellaiseksi, kuin millaisen he sen haluavat olevan. Teoriassa ihminen, joka olisi lapsuudessaan kokenut joutuneensa muiden jalkoihin ja jonka minäkuvaan kuuluisi oleminen ”nökkimajärjestyksen pohjalla”, voisi purkaa itsevarmuuttaan heikentäviä assosiaatioita ja saada enemmän itseluottamusta.

Tämä olettaa, että muistia muokkaavat lääkkeet toimisivat kunnolla. Voi kuitenkin olla hankalaa varmistaa, että ne eivät vahingossa heikentäisi myös muita, samalla hetkellä mieleentulevia muistoja. Lääkkeiden vaikutusta ei tällä hetkellä saada valikoimaan vain tiettyjä muistoja, eikä myöskään ole täysin selvää, estävätkö ne muistojen tallentamista vai mieleenpalauttamista tallentamisen jälkeen. Joissain tapauksissa muistot ovat palanneet, vaikka ne olisikin pyyhitty pois.

Muistojen tarkoituksellinen muokkaaminen herättää myös kysymyksiä siitä, onko haluttavaa, että ihmiset saattavat luoda itselleen menneisyyden joka saattaa olla merkittävälläkin tavalla valheellinen. Mikäli aiemmissa kokemuksissa oli jotain, josta olisi voinut oppia tai kasvaa esim. antamalla itselleen anteeksi, pyyhkii niiden hävittäminen tämän mahdollisuuden pois.<sup>116</sup> Mikäli ihminen päättää korvata jonkin muiston liian epätotuudenmukaisella muistolla, saattaa hän jopa vetää siitä johtopäätöksiä, jotka ovat täysin vastakkaisia sille, millainen maailma todellisuudessa on. Pahin tapaus olisi sellainen, jossa laajat ihmisjoukot päättäisivät korvata epämukavia muistoja miellyttävämmillä. Mikäli tämä ei vaikuttaisi kehenkään muuhun, olisi se puhtaasti heidän oma asiansa. Ihmiset kuitenkin vaikuttavat ympärillään olevaan maailmaan. Jos he olisivat päättäneet hävittää mielestään epämiellyttäviä totuuksia ja korvata ne kokemuksilla vastakkaisesta, voisivat he esim. vaikuttaa poliittiseen päätöksentekoon ja vedota omasta mielestään täysin totuudenmukaisesti omiin (nyt paikkansapitämättömiin) kokemuksiinsa siitä, mikä toimii ja mikä ei. Tätä sivuava argumentti on ns. velvollisuus muistaa<sup>117</sup>. Tämän ajatuksen mukaan esim. Neil Armstrongin muisto laskeutumisesta

---

116 Ibid.

117 Ibid.

kuuhun, tai keskitysleirillä olleen ihmisen muisto kokemuksistaan, eivät ole tärkeitä vain kokijoilleen vaan koko ihmiskunnalle. Toisaalta lääkkeillä voi olla mahdollista säilyttää nämä muistot mutta heikentää niiden mahdollista emotionaalista latausta, tai ne voi olla mahdollista esim. kirjoittaa ylös ennen kuin yksilö pyyhkii ne omasta mielestään.

## 3.2. Todellisten itsejen maailma

Niin hyvässä kuin pahassakin, persoonallisuutta muokkaavat lääkkeet avaavat meille tien todella olla sitä, mitä haluamme olla. Monet herkästi ajattelevat tämänkaltaisten hoitojen heikentävän ”todellista minuuttamme”, mutta todellisuudessa ne auttavat vahvistamaan sitä. Sen sijaan että minuutemme olisi osittain satunnainen, kaikenlaisten satunnaisten elämäkokemuksen muokkaama, voimme pyrkiä tekemään siitä juuri tahtomme mukaisen.

### 3.2.1. Liiallinen helppous?

K: Miten paha sairautenne oli ennen leikkausta?

V: Olisin varmasti tappanut itseni ellei minua olisi leikattu.

K: Uskotteko leikkauksen muuttaneen mitään?

V: Elämässäni tapahtui valtaisa muutos leikkauksen jälkeen. Pystyn taas nauttimaan elämästä, mihin en aiemmin kyennyt. Pakkoneuroosini ja -mielteeni ovat vähentyneet voimakkaasti. Ne eivät enää häiritse minua yhtä paljoa ja pystyn elämään niiden kanssa. En ole enää masentunut enkä levoton.

K: Suosittelisitko leikkausta ihmiselle, joka on yhtä pahasti sairas kuin te olitte?

V (välittömästi, epäröimättä): Kyllä, ilman mitään epäilystä.

K: Ettekö pidä sitä eettisenä ongelmana, että keinotekoinen stimuloiva laite hallitsee elämääne ja saa teidät voimaan paremmin?

V (välittömästi): En näe eettistä ongelmaa. Se saa minut voimaan paremmin ja nautin siitä. Jos tämä on eettinen ongelma, niin mikä tahansa lääketieteellinen hoito joka parantaa potilaan tilaa on eettinen ongelma.

--- Haastattelu aivojen sähköstimulaatiolla hoidetun OCD-potilaan kanssa <sup>118</sup>

---

118 Merkel et al. 2007.

Sen sijaan, että käsittelisimme ongelmiamme itse ja kasvaisimme sen kautta, lakaisemme ne lääkkeillä maton alle. Tämänkaltaisilla sanoilla kritisoidaan usein modernia mielenterveyshoitoa. Ja onkin aivan paikkansapitävää, että liiallinen nojaaminen lääkkeisiin ei ole hyvä tapa antaa psykiatrasta hoitoa: monet lääkkeet toimivat parhaiten yhdistettynä terapiaan, ja välttävästi jos lainkaan yksinään. Nykyisen järjestelmän riittämättömät resurssit johtavat lääkkeiden ylikäyttöön – niiden määrääminen ei vie hoitohenkilökunnalta läheskään yhtä paljoa aikaa ja rahaa kuin varsinainen terapia. Seurauksena tämänlainen hoito ei läheskään aina auta niin hyvin, kuin voisi. Tämä tulisi ensisijaisesti korjata kohdentamalla mielenterveyshoitoon enemmän resursseja.

Siinä on kuitenkin kyse empiirisestä, mielenterveysongelmien hoidettavuuteen liittyvästä kysymyksestä – mikä tapa hoitaa ongelmia on tehokkain? – eikä niinkään siitä periaatteellisesta kysymyksestä, joka kuuluu kritiikistä lävitse. ”Se mikä ei tapa, vahvistaa – paitsi jos asia hoidetaan lääkitsemällä” on perimmäinen taka-ajatus, ajatus siitä että vastoinikäymiset kasvattavat meitä ihmisinä ja että niiden vaikutuksen vähentäminen lääkkeillä estää kasvun. Sen sijaan että tekisimme kiltisti harjoitustehtäviä ja oppisimme laskemaan paremmin, katsomme vain suoraan vastaukset kirjan takaa.

”Mikä ei tapa, vahvistaa” ei kuitenkaan aina pidä paikkaansa – vastoinikäymiset saattavat vahvistaa, mutta ne saattavat myös jättää pysyviä, koko elämän kestäviä rampauttavia arpia. Epäonnistuneet haasteet voivat jättää jälkeensä syyllisyyden, yksinäisyyden ja ahdistuksen, jotka voivat pahimmillaan ajaa yksilön itsemurhaan. Hyvin monesta asiasta riippuu, onko koitoksesta selvittyään voiton vai tappion puolella. On totta, ettei meidän ehkä ole viisasta käyttää lääkkeitä tukahduttamaan pienintäkin surun häivähdystä – mutta luontaista itsevarmuutta ja hyvää oloa vahvistavat lääkkeet parantavat mahdollisuuksiamme päästä voiton puolelle, kestää koitokset siten että kasvamme niistä. Kokemuksen ei tarvitse olla traaginen ja vaikea jotta siitä voisi kasvaa ihmisenä – voimme myös opetella ottamaan asioista enemmän vastuuta, kasvattaa lapsiamme tai auttaa muiden lasten kasvattamisessa, asettaa itsellemme tavoitteita ja suoriutua niistä. Mitä paremmassa kunnossa olemme henkisesti, sen paremmat mahdollisuudet meillä on onnistua kaikissa näissä tehtävissä.

Jokaisella ihmisellä on oma kestäkykynsä ja omat tapansa selvitä haasteista. Meiltä olisi ulkopuolisina julkeaa mennä sanomaan, että jonkun olisi tehtävä asiat tuskallisemmin ja vaikeamman kautta koska meidän mieles-tämme se kasvattaisi hänen luonnettaan. Kukin voi itse valita, mitä persoonallisuuttaan muokkaavia teknologioita haluaa käyttää, mutta kukin anta-koon myös muille mahdollisuuden itse valita, mihin omat rajansa vetää.

Tämä johtaa meidät *kognitiivisen vapauden* käsitteeseen.

### 3.2.2. Kognitiivinen vapaus

Yhdysvaltalainen Kognitiivisen vapauden & etiikan keskus (Center for Cognitive Liberty & Ethics, CCLE) määrittelee kolmeksi peruseriaatekseen yksityisyyden, autonomian ja valinnanvapauden<sup>119</sup>:

- **Yksityisyys:** Ajatustesi ja ajatustapojesi on oltava yksityisiä, ellet itse päättä niitä jakaa. Aivokuvantamisen kaltaisten teknologioiden tulee vaatia kuvannettavan suostumus, ja niistä saadun tiedon on pysyttävä luottamuksellisena. Oikeuden yksityisyyteen on katettava yksilön omat ajatukset.
- **Autonomia:** Itsemäärämisoikeus omasta mielestään on keskeistä vapaan tahdon kannalta. Yksilöillä, ei valtiolla tai teollisuudella, on oltava oikeus päättää miten muuttaa ajatusprosessejaan tai muuttaako niitä lainkaan.
- **Valinnanvapaus:** Ihmismielen potentiaalia ei tule rajoittaa. Niin pitkään kuin ihmiset eivät suoraan vahingoita muita, hallitusten ei tule rikoslain kautta rajoittaa kognitiivista tehostamista tai minkään mielentilan kokemista.

Kognitiivinen vapaus (engl. cognitive liberty) on yksilön itsemäärämisoikeuden luonnollinen jatke, mutta teknologia ei aiemmin ole ollut sillä tasolla, että käsite olisi ollut merkityksellinen. Pohjimmiltaan ajatuksessa ei ole mitään uutta: *yksilön keho on hänen omansa, ja vain hänellä tulisi olla oikeus päättää mitä sille tehdä*. Ihmisillä katsotaan olevan oikeus syödä epäterveellistäkin ruokaa ja viettää epäterveellisiä elämäntapoja jos he niin valitsevat, ja heitä voi korkeintaan vain rohkaista toimimaan toisin. Aivan vastaavasti kenelläkään ei tulisi olla oikeutta rajoittaa toisten mahdollisuuksia käyttää esim. onnellisuutta parantavia lääkkeitä, vain siksi että tämä *saattaa* tehdä asioista ”liian helppoja”. On jokaisen oma valinta, millaista elämää haluaa elää. Vapauden toimia miten haluaa tulisi aina olla perusoletus kaikessa, ellei voida perustella että sen sallimisesta olisi poikkeuksellisen painavaa vahinkoa muille. Kuten CCLE:n Wrye Sententia kirjoittaa<sup>120</sup>:

Kognitiivinen vapaus on käsite, joka päivittää ”ajatuksen vapauden” käsitteet 2000-luvulle, ottamalla huomioon sen voiman tarkkailla ja manipuloida kognitiivista toimintaa joka meillä on ja tulee yhä suuremmissa määrin olemaan. Kognitiivinen vapaus on jokaisen ihmisen perustavanlaatuisen oikeus itsenäiseen ajatteluun, koko mielen länsä kirjon hyödyntämiseen, ja aivokemiansa autonomiaan.

---

<sup>119</sup> Center for Cognitive Liberty & Ethics 2000.

<sup>120</sup> Sententia 2004.

Käsitteeseen kuuluu oikeus muuttaa mieltään halumallaan tavalla, mutta myös oikeus suojata mielensä muiden manipulaatiolta. Tähän asti suhteellisen suoraviivainen oikeus muuttuu vaikeammaksi tulkita, sillä muut ihmiset vaikuttavat jatkuvasti mieleemme ja ajatuksiimme. Vaikeita kysymyksiä löytyy mm. rikosoikeudenkäynneistä. On suhteellisen hyväksyttyä, että väkivaltaisiin rikoksiin syyllistynyt ihminen määrätään oikeudessa esim. vihanhallintaterapiaan. Mutta onko tilanne erilainen, jos tuomari määrääkin ottamaan väkivaltaista käytöstä tukahduttavaa lääkettä? Jossain määrin kyllä. Terapiassa opetetaan tekniikoita, joita voi vain kieltäytyä soveltamasta omaan elämäänsä, mutta ihmisellä joka on pakotettu ottamaan lääkkeitä on vähemmän valinnanvaraa<sup>121</sup>. Toisaalta rikoksen tehnyt yksilö voi olla yhteiskunnalle vaarallinen jatkossakin – mikäli on olemassa lääkkeitä joilla voidaan estää ihmisiä tekemästä rikoksia perinteisiä tapoja tehokkaammin, eikä niiden käyttö ole tällöin perusteltua? Ihmisten pakottaminen ottamaan tietynlaisia lääkkeitä rikkoo heidän kognitiivista vapauttaan vastaan, mutta vankilangaistuskin rikkoo heidän yleistä autonomiaansa. Miksi toinen vapaus olisi tärkeämpi kuin toinen, etenkin jos muuten vankilaan joutuvat rikoksensuorisijat voidaan saada elämään onnellista ja tuottavaa elämää sen avulla?

Vaikka oikeuden määräämissä lääkehoidoissa ei suoraan näkisikään periaatteellista vikaa, voi silti olla kannattavaa noudattaa varovaisuutta niiden sallimisen suhteen. On olemassa vaara, että lääkkeiden määrääminen rikoksista laajenisi vaivihkaa liikaakin. On jopa ehdotettu, että rasismi olisi psyykkinen sairaus, jota tulisi hoitaa terapialla<sup>122</sup>. Tämän näkemyksen hyväksyminen saattaisi tuoda meidät vaarallisen lähelle tilannetta, jossa ihminen pakotetaan lääkehoitoon pelkistä vääristä mielipiteistä. Lienee kaikille selvää, ettei tähän asti saada mennä. Vaikka raja luonnollisen vaikuttamisen ja lääkehoidon välillä olisikin ajoittain vaikea vetää, tulisi meidän noudattaa varovaisuusperiaatetta tahdonvastaisesta hoidosta puhuttaessa. Käytännössä tämä voi tarkoittaa esim. sitä, että tuomitut yksilöt saavat aina valita, haluavatko lääkehoidon sijaan perinteisemmän rangaistuksen. Toisaalta kognitiivisen vapauden periaatteen mukaan ihmisillä jotka *haluavat* muuttua lääkkeiden avulla on myös aina oltava se mahdollisuus.

Kognitiiviseen vapauteen liittyy myös oikeus ajatusten yksityisyyteen. Vaikka kirjaimellinen ajatusten lukeminen ei vielä ole aivokuvantamistekniikoilla mahdollista, voidaan niillä silti kartoittaa tiettyjä luonteenpiirteitä ja haluja. Kuvat huumeiden käyttöön liittyvistä välineistä voivat herättää käyttäjien aivokuvissa näkyviä haluja<sup>123</sup>, samoin kuin seksuaalisesti kiihottavat kuvat tuottavat aktiivaa-

---

121 Farah 2002.

122 Ibid.

123 Childress et al. 1999.

tiota omilla alueillaan<sup>124</sup>. Alitajuisia rotuasenteita on jossain määrin onnistuttu tunnistamaan aivokuvista<sup>125</sup>, ja petoksen havaitsemiseen tarkoitettuja tekniikoita ollaan kehittämässä nopeaan tahtiin. Myös koehenkilöiden luonteenpiirteitä on saatu analysoitua kuvantamismenetelmillä, tutkijoiden löytäessä korrelaatioita koehenkilöiden ekstroversion ja neuroottisuuden ja näiden kuvissa näkyvän aivotoiminnan välillä<sup>126</sup>.

Vaarana ei pelkästään ole se, että yksilöistä kerätään tietoja heidän haalumattaan. Vaarana on myös, että maallikot luottavat aivokuviin liikaa<sup>127</sup>. Aivokuvannus ei ole täysin objektiivinen totuuden mittari, vaan edelleen kehittyyvä ja nuori tutkimuksenala. On havaittu, että ihmiset tiedostamattaan pitävät uskottavampina tutkimuksia joiden ohessa on värikoodattu kuva aivojen aktivaatiosta, kuin jos tutkimuksessa olisi taulukoita tai ei kuvaa lainkaan<sup>128</sup>. Kuitenkaan aivokuvat eivät ole objektiivisen yksiselitteisiä, ja niissä näkyvät aktivaatioalueetkin ovat tyypillisesti usean eri koehenkilön tuloksista muodostettuja keskiarvoja, tarkkojen alueiden vaihdellessa eri yksilöillä. Aivoissa on jatkuvasti toimintaa – tiettyjen aivoalueiden ”aktivoituminen” tarkoittaa, että ne ovat käyneet ”aktiivisemmaksi kuin keskimäärin”, kriteeri joka periaatteessa saattaa olla sattuman tai jonkin täysin muun toiminnan tulosta. Edes kuvissa näkyvät aivot itsessään eivät aina vastaa todellisuutta. Eri ihmisten aivojen rakenteet ovat hieman erilaisia, ja aivokuvissa käytetään kuvaa ”keskimääräisistä” aivoista, joille eri aktivaatioalueet on sovitettu. Tällöin myös ”normaalin” toiminnan kriteeri voi vaihdella aivoista toiseen<sup>129</sup>.

Lisäksi *korrelaation* havaitseminen tietyn ärsykkeen tai luonteenpiirteen ja tietyn aktivaatiokuvion välillä tarkoittaa vain sitä, että ärsyke *keskimäärin* lisää aktivaatiokuvion todennäköisyyttä ilmaantua. Niin pitkään kun korrelaatio ei ole täydellinen, voi ärsyke ilmaantua tuottamatta kuviota – ja vaikka yhteys olisikin täydellinen, voi kuviolla olla muitakin aiheuttajia, jolloin se saattaa esiintyä ilman ärsykettäkin. Liika luottamus kuvantamismenetelmiin voi yksityisyyden rikkomisen lisäksi antaa yksilöistä virheellistä tietoa.

Aiemmin näimme joitakin ongelmia joita persoonallisuuden muokkaamisesta saattaa yhteiskunnalle koitua, jos esimerkiksi väärät muistot vaikuttavat poliittiseen päätöksentekoon. Myös esim. itsetuntoon vaikuttavat lääkkeet saattavat

---

124 Garavan et al. 2000.

125 Phelps et al. 2000.

126 Canli & Amin 2002.

127 Farah 2002.

128 McCabe & Castel 2007.

129 Ibid.

pakottaa meidät radikaaleihinkin yhteiskunnallisiin muutoksiin: mikäli ihmiset eivät enää koe samanlaista painetta todistaa itsensä ja ansaita muiden kunnioitus, voi se hidastaa yhteiskunnallista edistystä. Mutta yhteiskunta on jo vuosisatojen ajan joutunut mukautumaan suuremmasta yksilönvapaudesta seuraaviin muutoksiin. Sitä, että yhteisö joutuisi muuttumaan, ei voida käyttää argumenttina yksilönvapauden rajoittamiseksi. Ehkä itsevarmemmat ja paremmin sopeutuneet ihmiset saisivat aikaan yhteiskunnan, jonka talouskasvu olisi hitaampaa. Se ei silti anna yhteiskunnalle oikeutta viedä ihmisiltä mahdollisuutta siihen, että valitsevat olevansa onnellisempia ja paremmin sopeutuneita.

### 3.2.3. Yhteisöllinen paine

Kognitiivinen vapaus vaikuttaa hienolta periaatteelta, mutta siinä on muutamia ongelmia. Yksi on se, että *laillinen* vapaus tehdä jotakin ei tarkoita *sosiaalista* vapautta siihen: asiat voivat täysin laillisia, mutta silti karsastettuja. Nyky-yhteiskunnassakin on valitettavasti edelleen monia, jotka suhtautuvat karsastaen homoseksuaalisuuteen eivätkä epäröi tuoda paheksuntaansa ilmi. Persoonaa muokkaavien lääkkeiden vapauttaminen tuottaakin pelon siitä, että ihmiset joutuvat muokkaamaan olemustaan sopeutuakseen muiden vaatimuksiin. Nykyhetkelläkin osa ADHD-lääkitystä käyttävistä potilaista kokee ulkopuolisen paineen olevan merkittävä osa toimintaansa<sup>130</sup>:

”Ajattelen usein, että [lääkitys] ja parempi sopeutumiseni on enemmän ulkomaailman hyödyksi kuin omani. Mitenköhän on. Toisaalta kuitenkin huomaan toimivani paremmin.”

Monet kirjoittajat ovat myös ilmaisseet huolta siitä, että tavallisia luonteenpiirteitä saatetaan aletaan pitää yhä enemmän sairauksina<sup>131</sup>. Myös jotkin ryhmät, joiden tiloja on perinteisesti pidetty sairauksina tai kehityshäiriöinä ovat 1900-luvun alusta lähtien alkaneet luonnehtia itseään tasavertaisiksi vähemmistöiksi joita ei tarvitse ”parantaa”. Autistisiksi diagnosoidut ihmiset alkoivat 1980-luvulla luoda toisiinsa yhteyksiä ja muodostaa järjestöjä jotka auttoivat jäseniään ymmärtämään paremmin autistista identiteettiä<sup>132</sup>. Ne johtivat aktiiviseen (ja hyvin kiistanalaiseen) ns. autismioikeusliikkeen, joka katsoo, että autististen yksilöiden mielet ovat ”neurotyypillisiin” verrattuna erilaisia, mutta eivät huonompia. Liike puolustaa oikeutta neurodiversiteettiin, oikeutta omanlaisiinsa aivoihin vaikka ne sattuisivatkin

---

130 Bolt & Schermer 2009.

131 Mm. Elliott 2007.

132 Ward & Meyer 1999.

olemaan erilaisia kuin valtaväestöllä. Liikettä on toisaalta myös kritisoitu siitä, että se yliedustaa lievimpiä autismin muotoja eikä ota kunnolla huomioon vakavampien autistien todellisia ongelmia.<sup>133</sup>

Kiistämättömältä kuitenkin vaikuttaa, että autismin ajattelu yksinomaan sairautena jota pitää hoitaa – lääkkeillä tai terapialla – heikentäisi epäoikeudenmukaisesti lievempien autistien oloja. Mikäli omaa persoonallisuuttaan tulisi mahdolliseksi muokata lääkkeillä, ei ole mahdoton ajatus että ”hankalia” tai ”epäsosiaalisia” luonteenpiirteitä alettaisiin myös ajatella asioina, jotka sietäisi lääkittää pois.

Tämä on vakava ja olemassaoleva vaara, johon ei löydy helppoa ratkaisua. Pelkojamme saattaa kuitenkin jossain määrin lievittää se fakta, että elämme Internet-aikakaudella. Autistit eivät ole ainoa alakulttuuri jonka jäsenet ovat löytäneet toisensa ja vakiinnuttaneet omaa identiteettiään verkon välityksellä. Normista poikkeaville ihmisille – oli poikkeama sitten henkistä, seksuaalista tai vain kiinnostuksenkohteisiin ja harrastuksiin liittyvää – on nykyään hyvin helppo löytää verkosta samanmielistä tukea ja seuraa. Kun kuka tahansa voi tehdä verkkoon kotisivuja, ei tulos ole ollut, että kaikki pyrkisivät tekemään tietynformaattista sivustoa. Sen sijaan vain mielikuvitus ja tekniset rajoitteet ovat rajana sille, minkälaisia sivuja ihmiset ovat tehneet edustamaan itseään. Koska osaa persoonaa muokkaavista aineista voi myös käyttää tehostamaan itsetuntoaan, voi niiden vaikutus myös olla päinvastainen. Luonteenpiirteiden diversiteetti *lisääntyy*, kun ihmiset uskaltauvat olla itsensä yhä suuremmissa määrin.

Vertauskohdaksi voidaan myös ottaa ammatinvalinta. Nykyisessä mallissa, jossa kukin valitsee itse oman ammattinsa, on kieltämättä joitakin nurjia puolia. Oikean työn valitseminen on vaikeaa, ja joidenkin töiden vähäinen arvostus tai pieni palkka saa ihmiset välttämään niitä, vaikka tahtoisivatkin pohjimmiltaan tehdä niitä töitä. Mutta asia koetaan silti hyväksyttäväksi kaupaksi – juuri kukaan ei vakavissaan ehdota paluuta aiempaan järjestelmään, jossa vanhempien ammatti pitkälti määräsi lastenkin tulevan työnkuvan. Vallinnanvapaus on positiivinen asia, vaikka sen mukana tulisikin nurjia puolia.

---

133 Solomon 2008.



## Evoluutioheuristiikka

Kuten suorituskyvyn nostamisen yhteydessä, persoonallisuutta muokattessamme joudumme kysymään, miksi se ole jo haluamamme kaltaisen. Miksi meidän tarvitsee muokata sitä, sen sijaan että se olisi luonnostaan kehittynyt haluttavaksi?

*Ympäristö on muuttunut.* Koko elintapamme on aivan erilainen kuin metsästäjä-keräilijöillä aikoinaan, ja monet etenkin onnellisuuteen liittyvät ongelmat johtuvat hyvin todennäköisesti huonosta sopeutumisesta uuteen ympäristöömme.

*Arvomme ovat poikkeavia.* Eliöiden onnellisuus tai sopeutuneisuus ei ole evoluutiolle mikään itseisarvo, kunhan nämä edelleen levittävät geenejään eteenpäin. Pääosin onnettomassa tilassakin elävä olento saattaisi ihan hyvin olla tehokas lisääntyjä, ja jatkuvasti nousevat kriteerit tyytyväisyydelle pitävät eliöt tavoittelemassa aina vain suurempaa menestystä paikoilleen asettumisen ja rauhoittumisen sijaan.

*Evoluutiiviset rajoitukset tuskin vaikuttavat.* Persoonallisuutta muokkaavat hoidot eivät juurikaan aikaansaa mitään, mikä ei olisi voinut kehittyä biologisesti.

### 3.3.4. Persoonanmuokkaus ja alaikäiset

Vanhemmat haluavat enemmän tai vähemmän muokata lapsiaan, usein ainakin osittain omaksi kuvakseen. Usein lapsista halutaan ahkeria, rehellisiä ja ystävällisiä, jakaen vanhempiensa ajatusmaailman ja uskomukset. Toiset vanhemmat haluavat lapsistaan itsenäisiä, ja toivovatkin näiden ohittavan ja jättävän heidät jälkeensä, omat ajatuksensa löytäen – toiset taas saattavat haluta tarkasti tietynlaisia lapsia, jotka ajattelevat juuri niitä ajatuksia, mitä heidät on opetettu ajattelemaan. He saattavat haluta tehdä jälkikasvustaan sellaista joka ei kyseenalaista auktoriteetteja, omaksuu tiukasti sen alakulttuurien ideaalit ja normit jonka kasvattamaksi on päätyntä, eikä harkitsekaan vastakkaisten mielipiteiden tai ajatustapojen omaksumista.

Tilanne on ongelmallinen. Yhteiskunnassamme on ajateltu, että vanhemmilla on oikeus vapaasti koettaa muovata lapsiaan sellaisiksi kuin haluavat. Toisaalta ajatellaan myös, että vanhemmat pystyvät tekemään näin vain tiettyyn rajaan asti, ja että näiden on aina silti kunnioitettava lapsen itsenäisyyttä – jos lapsi vain vakaasti kieltäytyy omaksumasta vanhempiensa ideologiaa, eivät nämä loppujen lopuksi voi asialle mitään. Mutta miten

meidän pitäisi suhtautua asiaan, jos yhtäkkiä saataville tulee teknologiaa, jonka avulla lastensa persoonallisuuteen ja ajatuksiin voi vaikuttaa hyvinkin radikaalisti? Mikäli hylkäämme ajatuksen ihmisten todellisesta, perimmäisestä identiteetistä ja hyväksymme sen, että jokaisella on vain syntymässä tietyt alttiudet jotka saattavat lapsuuden aikana muovautua joukoksi hyvin-kin erilaisia identiteettejä, ei meillä tunnu olevan perustetta rajoittaa lapsiin kohdistuvaa persoonanmuokkausta. Luonnollisesti mikäli persoonanmuokkausta harrastetaan siten, että lasta on helpompi pitää pelossa tai jos asiaan muuten kohdistuu selkeästi tuskallisia piirteitä, on siihen aiheellista tarttua. Mutta mitä jos lapsista tehdään onnellisia ja tyytyväisiä tapauksia, joilla ei ole juurikaan omia mielipiteitä?

Ensimmäinen mieleentuleva ratkaisu olisi yksinkertaisesti kieltää kaikkien liian tehokkaiden persoonanmuokkausteknologioiden käyttäminen lapsiin – mutta se jättää kovin avoimeksi sen, mitä pidetään liian tehokkaana. Tuntuisi oudolta ajatella, että vanhemmilla on oikeus koettaa tehdä lapsistaan mahdollisimman paljon sellaisia kuin haluavat, mutta heitä pitää kuitenkin estää onnistumasta siinä. Lisäksi tuntuisi myös siltä, että haluaisimme yhteiskuntana antaa lapsille mahdollisimman hyvät mahdollisuudet – haluaisimme tehdä heistä itsevarmoja ja henkisesti vakaita. Näin ainakin väitämme haluavamme tehdä jo nykypäivänä, ja olisi varmasti sekä lapsille että koko yhteiskunnalle hyväksi, jos tässä onnistuisimme. Ei myöskään ole selvää, miten tämän kiellon ylläpitäminen onnistuisi, mikäli persoonallisuuden muokkaamiseen käytettävät lääkkeet ovat aikuisten vapaasti hankittavissa.

Seuraava mieleentuleva vaihtoehto olisi siis sallia – ehkä tukeakin – lasten muokkaaminen mielestämme positiiviseen suuntaan, mutta kieltää – tai ainakin olla tukematta – heidän vapauttaan rajoittavat muutokset, jättäen neutraaleina pidettävät vanhempien omaan harkintaan. Tämä vaikuttaisi luonnolliselta jatkolta sille, miten haluamme lapsia nykypäivänäkin kohdeltavan.

Tässä tilanteessa saattaa kuitenkin monimuotoisuuden heikkeneminen käydä ongelmaksi, vanhempien suosiessa vain tietynlaisia lapsia. Esimerkiksi seksuaaliset vähemmistöt saattavat käydä uhatuiksi – jos vanhemmille tulee mahdolliseksi valita lapsensa seksuaalisuus, saattavat monet herkästi suosia heteroseksuaalisuutta. Näin voi käydä vaikkei vanhemmilla olisikaan mitään homoseksuaalisuutta vastaan, jos vanhemmat kuitenkin kokevat toisenlaisen suuntautumisen tekevän elämän lapselle vaikeammaksi kuin muuten kävisi. Toisaalta mahdollisuus valita lapsen suuntautuminen voi myös lisätä vähemmistöjen edustajien määrää, mikäli esimerkiksi liberaalit

vanhemmat haluavat parantaa vähemmistöjen asemaa hankkimalla enemmän niitä edustavia lapsia kuin mitä muuten syntyisi.

Mikäli näin ei vaikuta olevan käymässä, ja vähemmistöjen edustajien määrät ovat selkeässä laskussa, on tilanne hankala. Jos vanhemmat voivat vain valita lapsen suuntautumisen ilman, että tämä itse huomaa mitä tapahtuu, ei ketään vähemmistön edustajaa suoranaisesti vahingoiteta – ja asiaa voisi ajatella menevän vanhempien oikeuksien alle. Toisaalta yhteiskunnalle voi olla hyötyä monien eri ajattelutapojen tuottamasta monimuotoisuudesta, ja vähemmistöt saattavat silti tuntea itsensä uhatuiksi tilanteessa, jossa heidän määräänsä systemaattisesti pienennetään. Seksuaaliseen suuntautumisen (ja mahdollisesti muiden vastaavien luonteenpiirteiden) muokkaus voitaisiin sekin vain kieltää, mutta miten pitkälle on vanhempien oikeuksia perusteltua rajoittaa?

Kun otetaan huomioon hankaluudet lapsiin kohdistuvien hoitomuotojen rajoittamisessa, joudutaan päätymään pitkälti samanlaiseen lopputulokseen kuin edellisessä luvussa päädyttiin tehosteiden käytön suhteen. Mikäli persoonaa muokkaavia lääkkeitä ylipäättään on saatavilla, tulee osa vanhemmista joka tapauksessa käyttämään niitä lapsiinsa. Tietentyypipisten hoitojen rajoittamista olisi syytä harkita, mutta ei vaikuta todennäköiseltä, että niitä voitaisiin kokonaan estää. Tämä on asia joka on vain hyväksyttävä, mikäli aikuisille halutaan mahdollisuus oman itsensä muokkaamiseen. Ei ole ratkaisuja, joilla ei olisi mitään varjopuolia.



Keho rappeutuu ikääntyessä. Tämän estämiseksi tehdään aktiivista tutkimustyötä, joka saattaa kantaa hedelmää jo lähitulevaisuudessa. Tutkimus on perusteltavissa joko argumentilla henkien pelastamisesta tai argumentilla elintason parantamisesta, joskin näihin molempiin on olemassa vastalauseita. Ihminen joka tietää ettei kuole vanhuuteen elää eri tavalla, kuin nyky-yhteiskunnan ihminen. Ylikansoituksen riskiä vähentää ihmisyhteiskuntien taipumus sopeutua muutuneeseen kuolleisuuteen ja syntyvyyteen. Innovaatio ja moraalinen kehitys saattaisivat jossain määrin hidastua, mutta eivät ehkä niin paljoa, kuin herkästi saatetaan ajatella.



## 4. Ikärappeutumisen parantaminen

Lääketiede ymmärtää pääasialliset syyt iän mukanaan tuomille vaivoille. Toisin kuin joskus luultiin, ihmisillä ei ole mitään tietystä iässä käynnistävää ”itsetuhogeeniä”, vaan kyse on pelkästä asteittaisesta rappeutumisesta. Iän myötä kerääntyvä vahinko johtuu elimistön normaalin toiminnan tuottamisesta kuona-aineista, jotka ajan kuluessa alkavat tuottaa hallaa<sup>134</sup>. Ihmiskeho on monimutkainen järjestelmä jossa kaikki vaikuttaa kaikkeen, ja kun yksi osa elimistöä alkaa hajota, vahingoittaa se myös kaikkien siihen liittyvien elinten toimintaa. Verenkierron heikentyessä heikentyvät myös verta tarvitsevat solut. Immuunijärjestelmän kärsiessä tulee koko keho alttiimmaksi sairauksille. Kuona-aineet ja muu vahinko kerääntyvät eri puolille kehoa, ja kun niiden määrä ylittää turvallisen tason, tuottavat ne yhä enemmän ongelmia yhä laajemmilla alueilla. Keholla on paljon järjestelmiä itsensä korjaamiseen, mutta yhä enemmän työtä vaativat korjaustoimeenpiteet alkavat olla niille liikaa, etenkin kun ne itsekin vahingoittuvat ja pystyvät korjaamaan aina vain vähemmän vaurioita. Yksi toisensa jälkeen kehon järjestelmät luhistuvat.

Olisi äärimmäisen vaikea yrittää estää kehoa tuottamasta kuona-aineita – se vaatisi puuttumista toimintoihin joita evoluutio on jo vuosimiljoonien ajan hionut, ja niiden muuttaminen saattaisi vahingoittaa kaikkia niiden normaalista toiminnasta riippuvia muita järjestelmiä. Osa solujen perusaineenvaihdunnasta on pysynyt käytännössä muuttumattomana aina bakteereista ihmisiin saakka, koska mitkä tahansa muutokset olisivat rikkoneet kaiken niiden päälle rakentuneen.

Tämä ei kuitenkaan tee asiasta toivotonta. Ajan kuluessa kerääntyvät kuona-aineet ja vahinko ovat, muutamin poikkeuksin, juuri sitä – vahinkoa jota keho ei tarvitse mihinkään, ja josta on sille lähinnä haittaa. Nämä voitaisiin poistaa kehosta ennen kuin niiden pitoisuudet ehtisivät nousta vaarallisille tasoille. Tällöin ne eivät koskaan ehtisi tuottamaan sellaista vahinkoa, jota kehon omat korjausmekanismit eivät pystyisi korjaamaan. Ihmiset voisivat käydä muutaman vuosikymmenen välein lääkärissä poistattamassa viime käynnin jälkeen kerääntyneen vahingon, pysyen ikuisesti fyysisesti nuorina, terveinä ja tarmokkaina.

Mahdotonta? Ei välttämättä. Yhä kasvava määrä ikääntymistutkijoita alkaa pitää elämänpidentämistä mahdollisena. Tunnetuin heistä on Aub-

---

134 de Grey & Rae 2007.

rey de Grey, joka väitteli tohtoriksi Cambridgen yliopistosta aiheenaan ikääntymisen biologia. Hän havahtui kahdeksan vuotta sitten tajuamaan kerääntyvän vahingon poistamisen mahdollisuuden, ja julkisti vuonna 2002 SENS (Strategies for Engineered Negligible Senescence)-ehdotuksensa<sup>135</sup>, yksityiskohtaisen tutkimussuunnitelman ikääntymisen päihittämiseksi. Vaikutusvaltaisen Massachusetts Institute of Technology (MIT)-yliopiston julkaisema Technology Review-lehti haastoi johtavat ikääntymistutkijat osoittamaan SENS-suunnitelma tyhjänpäiväiseksi<sup>136</sup>. Tutkijoiden lähettämiä vastalauseita oli arvioimassa puolueeton viisihenkinen raati, mukana mm. Human Genome Project -hankkeen kanssa menestyksekkäästi kilpailleen Celera Genomics -yhtiön perustaja Craig Venter. Luvatusista 20 000 dollarin palkkiosta huolimatta kukaan yrittäjistä ei onnistunut osoittamaan, että SENS selkeästi ei olisi keskustelun arvoinen. Osa yrittäjistä tosin jätti vahvan vastalauseensa ja katsoi, etteivät tuomarit olleet käsitelleet yhteenvedossaan heidän oleellista kritiikkiään<sup>137</sup>. Kuitenkin jopa SENSiä avoimesti kritisoinut tutkijat katsovat, että ikääntymisen pitkittäminen useammalla vuodella tulee olemaan pian mahdollista<sup>138</sup>, vaikka he eivät pidäkään ikuista nuoruutta uskottavana lähitulevaisuuden vaihtoehtona.

De Grey perustama Methuselah-säätiö on nyt ehtinyt kerätä yksityisiltä lahjoittajilta useamman miljoonan dollarin verran rahoitusta. Se rahoittaa tutkimusta ikääntymisen pysäyttämiseen ja julkaisee omaa Rejuvenation Research-lehteä, jossa julkaistaan tutkimusta aiheen ympäriltä. De Grey itse uskoo, että riittävällä rahoituksella ja julkisella huomiolla olisi mahdollista saada ikääntyminen kokonaan pysäytettyä 20 vuoden sisällä – että ensimmäinen tuhatvuotiaaksi elävä ihminen saattaisi jo olla kuudenkymmenen tänään.

## 4.1. Mikä on ikärappeutuminen, ja miksi se pitäisi estää?

”Ikääntyminen” on termi, jolla on useita merkityksiä. Olisi harhaanjohtavaa puhua tässä yhteydessä ”ikääntymisen estämisestä”, koska ikääntymiseen kuuluu paljon muutakin kuin pelkkä heikkenevä terveys. De Greyn ehdot-

---

<sup>135</sup> de Grey et al. 2002.

<sup>136</sup> Pontin 2006.

<sup>137</sup> Estep et al. 2006b.

<sup>138</sup> Olshansky et al. 2006.



tamia hoitoja saava ihminen saattaa pysyä ruumiillisesti nuorena, mutta hän ei silti jämähdä nuoren tasolle, vaan jatkaa kokemuksien ja viisauden keräämistä aivan kuin tavallisestikin vanheneva. Hän ei myöskään lakkaa saamasta lisää ikää, ikääntymistä. Vastaavasti termit ”kuolematon” ja ”ikuisesti nuori” ovat myöskin epätarkkoja, koska tämänlainen ihminen voi yhä edelleen menehtyä tapaturmaisesti.

En siis puhu ikääntymisen estämisestä tai kuolemattomuuden saavut-  
telusta, vaan *ikärappeuman parantamisesta*. Tavoite ei ole kaikkien jämäh-  
dyttäminen 20-vuotiaiden tasolle, tai eliniän venyttämisen terveyden  
kustannuksella, vaan iän mukanaan tuoman vahingon ja heikkenemisen  
kumoaminen. Vastaavasti en puhu ikuisesta elämästä, vaan *määräämättö-  
mästä* eliniästä (indefinite lifespan). Kuolema saattaa edelleen korjata men-  
nessään, mutta ei ole mitään ennaltamäärättyä ajanhetkeä, jolloin sen on  
viimeistään pakko tapahtua.

En kuitenkaan ole vielä perustellut, miksi ikärappeuma pitäisi parantaa.  
Asiaa voidaan perustella kahdella eri argumentilla, joista toinen kumpuaa  
kuoleman estämisen etiikasta ja toinen paranevista elinolosuhteista.

#### 4.1.1. Puolesta – argumentti kuoleman estämisen etiikasta

Ikääntyminen tappaa. de Grey kirjoittaa seuraavasti<sup>139</sup>:

Aloitan muutamilla luvuilla. Maailmassa kuolee päivittäin 150 000  
ihmistä – lähes kaksi henkeä joka sekunti – ja heistä kaksi kolman-  
nesta kuolee vanhuuteen. Aivan oikein: 100 000 ihmistä. Se on kol-  
menkymmenen World Trade Centerin, kuuden Katrina-hurrikaa-  
nin verran, joka päivä. Teollistuneen maailman kuolemista noin 90  
prosenttia johtuu ikääntymiseen liittyvistä syistä – kyllä, tämä tar-  
koittaa että jokaista ikääntymiseen liittymätöntä kuolemaa kohden,  
oli kyseessä tappo, liikenneonnettomuus, AIDS tai mikä hyvänsä,  
noin *kymmenen* ihmistä kuolee vanhuuteen.

Tämän argumentin mukaan yksi yhteiskuntamme perusperiaatteista on,  
että kuolemanvaarassa olevien ihmisten elämä tulee pelastaa mikäli mah-  
dollista. Meillä ei ole minkäänlaista periaatetta, jonka mukaan tiettyä ikää  
vanhempien ihmisten elämä ei olisi arvokas: sairaaloiden henkilökunta te-  
kee parhaansa parantaakseen kaikki heille tuodut potilaat, oli näillä sitten  
10 tai 100 elinvuotta takanaan. Ikääntymisen aiheuttama kuolema on tällä  
hetkellä ehkä väistämätön ja ”luonnollinen”, mutta aikoinaan oli myös väis-

---

139 de Grey & Rae 2007, s. 8.

tämätöntä ja luonnollista kuolla nykyään hoidettavissa oleviin tulehduksiin. Meidän tulisi siis pyrkiä tilanteeseen, jossa kuoleminen vanhuuteen on samanlainen menneisyyden jäännös kuin kuoleminen vaarattomiin tulehduksiin. Tämä on vain kaikkien eettisten periaatteidemme luonnollinen jatke.

#### 4.1.2. Vastaa – oikeus elämään suhteellisen arvona

Tätä argumenttia on mahdollista horjuttaa. Elämän pelastaminen on tärkeä arvo, mutta harvat arvot ovat absoluuttisia. Jotkut maat sallivat tiettyissä olosuhteissa eutanasian, ja sodan aikaan katsotaan, että vihollispuolen sotilaiden surmaaminen (tai omien uhraaminen) on hyväksyttävää oman maan kansalaisten suojelemiseksi. Itsestäänselvyyksinä pidettyjä moraalisia periaatteita on ennenkin jouduttu arvioimaan uudelleen teknologian edistyessä, joko tietämyksen parantuessa tai yhteiskunnan edun vaatiessa sitä. Yhdysvaltojen laissa sanottiin alunperin, että maanomistaja ei omistanut vain maan pintaa, mutta myös kaiken sen alla olevan maan maapallon ytimeen asti. Tämän lisäksi hän omisti kaiken maansa yllä olevan tilan ”määräämättömän matkan ylöspäin”. Säännös ei kuitenkaan kestänyt ikuisesti. Lentokoneiden keksimisen jälkeen Yhdysvaltojen korkein oikeus hylkäsi muinaisen periaatteen, julistaen ”maalaisjärjen nousevan kapinaan ajatusta vastaan”<sup>140</sup>. Yksittäiset tahot eivät voineet omistaa maidensa yllä olevaa tilaa, koska se olisi pakottanut lentoyhtiöt pyytämään lupaa jokaiselta, jonka tilusten yli lensivät. Yhteiskunnan etu vaati vanhojen periaatteiden korjaamista.

Ajatus jostakin uudesta tai muuttuneesta moraalisesta periaatteesta, sellaisesta joka tekisi ikääntymisen aiheuttamasta kuolemasta hyväksyttävää, ei kieltämättä ole mahdoton. Sen tarvitsisi kuitenkin olla äärimmäisen painava. Elämänlaadun heikkenemistä on esitetty sellaiseksi syyksi, mutta nyky-yhteiskunta pyrkii pitämään elossa sellaisetkin ihmiset, jotka ovat pahasti dementoituneita ja joiden elämänlaatu on selkeästi heikentynyt. Ihmisten tarkoituksellista tappamista muiden ihmisten elämänlaadun parantamiseksi ei yleisesti ottaen pidetä hyväksyttävänä toimintana. Ikärappeuman parantamisen kielteisten seurausten olisi oltava massiivisia, etenkin ottaen huomioon siitä suoraan seuraavan elintason *nousun* vanhuuden vaivojen parantuessa.

Kontrasti tulee erityisen voimakkaasti esille Tom McCaben esittämässä satiirissa<sup>141</sup>. Oletetaan, että ylikansoitus on vanhuuden parantamisen väistä-

---

<sup>140</sup> Lessig 2004, s. 1–2.

<sup>141</sup> McCabe 2007.

mätön seuraus. Toisaalta ei myöskään voida sivuuttaa vanhuuden vaivojen aiheuttamaa valtaisa kustannusta, niin rahallista kuin henkistäkään. Ratkaisu molempiin ongelmiin on kuitenkin yksinkertainen. Kaikille kansalaisille annetaan rappeutumista estäviä hoitoja. Tämän jälkeen odotetaan, että kyseiset kansalaiset ovat jonkin tietyn ikäisiä, jossa vaiheessa heidät viedään teloitusjoukkueen eteen. Huolet ylikansoituksesta poistuvat, kuten myös kaikki vanhuudesta aiheutuva kärsimys.

Teoreettisista hyvistä puolistaan huolimatta ehdotus kuulostaa kestävämmältä. Ihmisiä ei voida määrätä kuolemaan vain siksi, että he sattuvat olemaan tietyn ikäisiä. Kuitenkin se, että ikärappeumaa ei paranneta, tuomitsee jokaisen ihmiskunnan jäsenen tähän kohtaloon. Lopputulos on vielä varmempi, kuin jos kaikki suoraan määrittäisiin kiväärikomppanian eteen. Teloitettavat saattaisivat voida paeta tai piiloutua myötämielisten luokse, mutta kehon biologista rappeumaa ei voi paeta eikä siltä voi piiloutua.

#### 4.1.2.1. Vastaan – ikääntyminen poikkeustapauksena

Olisi mahdollista esittää, että ikääntymisestä johtuva kuolema eroaa kaikista muista kuolontyypeistä. Nykyään harmittomat tulehdukset saattoivat olla aikanaan tappavia, mutta tappavan tulehduksen saaminen ei koskaan ole ollut *väistämätöntä*. Ikääntyminen sen sijaan on ollut. Ihminen, joka on välttänyt kaikki muut kuolonsyyt, on kuitenkin välttämättä kuollut jossain välissä vanhuuteen.

Vaikka tämä pitääkin kieltämättä paikkansa, ei siltikään ole selvää, miksi ikääntymiskuoleman aiemmalla välttämättömyydellä pitäisi olla minkäänlaista eettistä merkitystä. Etenkään, kun sitä ei nytkään tunnuta pitävän riittävänä syynä vanhojen ihmisten sairaalahoidon lopettamiseen.

Argumentti käy hivenen voimakkaammaksi, jos siihen lisää ajatuksen ikääntymisen parantamisesta Pandoran lippaana, jota ei tule avata. Tämän ajattelutavan mukaan meillä todellakin on eettinen velvollisuus pitää iästä riippumatta hengissä kaikki, jotka sitä vain haluavat. Ihmisluonteen tuntien yritykset valikoida sitä, ketkä saavat elää mitenkään pitkään, johtaisivat vain katastrofiin. Syrjinnän ja tragedioiden välttämiseksi kaikkia on kohdeltava tasavertaisesti, iästä huolimatta. Tämä ajatus ei kuitenkaan hyväksy sitä, että kehitettäisiin teknologiaa joka todella radikaalisti pidentäisi elinikää. Se pitää periaatetta kaikkien pelastamisesta lähinnä vain nykyhetken teknologiaan soveltuvana periaatteena. Periaate toimii juuri siksi, että ikääntymisen aiheuttamia kuolemia ei kuitenkaan voi lopulta pysäyttää, vain hidastaa. Sen sijaan tapa *todellisuudessa* estää kuoleminen vanhuuteen on jotain, mitä kohti ei tulisi pyrkiä.

Ajatuksessa on ongelmansa. Se ei anna meille mitään selkeää kriteeriä siitä, mitkä teknologiat ovat ”liian pitkälle menemistä”, tai miten näiden kehittymistä voisi hidastaa. Eettisesti kyseenalaisena voi pitää myös sitä, että se pohjimmiltaan pitää vanhempien ihmisten elämiä vähemmän arvokkaina ja vähemmän pelastamisen arvoisina kuin nuorten. Sen mukaan on kyllä hyväksyttävää pitkittää vanhuksen elämää, mutta vain, mikäli pitkittäminen ei estä sitä, että jossain vaiheessa kuollaankin, joka tapauksessa vanhuuteen. Yritykset pelastaa vanhusten elämiä ovat hyväksyttäviä vain silloin, jos kyseiset vanhukset kuolisivat lopulta kuitenkin. Suurin ongelma siinä on kuitenkin edelleen sama kuin aiemmin – se ei vielä esitä vakuuttavaa syytä sille, *miksi* ikääntymisen poistuminen kuolinsyiden listasta olisi itsessään paha asia.

#### 4.1.2.2. Vastaan – oikeus lisääntyä

Yksi tämänlainen ongelma on mahdollista löytää oikeudesta lisääntyä. Kuten oikeus elää, on myös oikeus jälkikasvun hankkimiseen yleisesti hyväksytty periaate. Pahimmiltakin ongelmavanhemmilta saatetaan ääritapauksessa ottaa lapset huostaan, mutta näiden oikeus hankkia lisää lapsia on silti vankkumaton. Lapsiin kohdistuneita seksuaalirikoksia tehneiltä evätään mahdollisuus tehdä työtä lasten kanssa, mutta ei oikeutta hankkia omia. Hedelmöityshoidot koetaan normaaliksi ja tarpeelliseksi osaksi yhteiskuntaa niille, jotka eivät syystä tai toisesta pystyisi muuten lisääntymään. Oikeutta hedelmöityshoitoihin ajetaan myös voimakkaasti samaa sukupuolta oleville pariskunnille, joilla ei luonnollisissa olosuhteissa olisi mahdollisuutta hankkia biologisia lapsia.

Vaikuttaisikin siltä, että oikeutta lastenhankintaan pidetään yleisesti lähes yhtä voimakkaana oikeutena, kuin oikeutta elämään. Mikäli nämä kaksi oikeutta joutuisivat ristiriitaan, emme pystyisi suoraan sanomaan, kumpi niistä olisi tärkeämpi ja kumman suhteen olisi tehtävä kompromisseja. Luontainen vasta-argumentti ikärappeuman parantamiselle on ylikansoitus. Jos kukaan ei kuolisi vanhuuteen, olisiko lastenhankintaa tällöin pakko rajoittaa? Jos näin on, heikentäisikö se oikeutta hankkia lapsia? Jos heikentäisi, eikö se olisi syy olla parantamatta ikärappeutumista?

Oikeus elämään saattaa myös joutua ristiriitaan jonkin muun perustavanlaatuisen oikeuden kanssa. Kenties demokratia vaarantuisi, kun nuorempien ikäpolvien vaikutusmahdollisuudet kävisivät aina vain niukemmiksi. Vaikka onkin kyseenalaista, onko demokratia todella tärkeämpää kuin elossa olo ylipäätään, voisi se yhdessä muiden perusoikeuksien rikkomusten kanssa horjuttaa argumenttia ikärappeuman parantamisesta. Yhteiskunta joutuu aina tekemään kompromisseja eri arvojen välillä.

Voidaksemme arvioida tämänlaisia väitteitä, on meillä oltava jonkinlainen arvio ikärappeuman poistamisen seurauksista yhteiskuntaan. Tarkastelomme näitä tekijöitä alempana. Kuitenkin välissä on syytä mainita myös toinen argumentti ikärappeuman parantamisen puolesta. Argumentti *paranevista* elinolosuhteista ottaa lähtöoletukseksi, että ikärappeuma on parannettava koska näin tekeminen *lisäisi* elämänlaatua merkittävästi. Samalla se vahvistaisi muita perusoikeuksina pitämiämme periaatteita.

#### 4.1.3. Puolesta – argumentti paranevista elinolosuhteista:

Ikä ei kohtele kaikkia ihmisiä samalla lailla. Jotkut elävät pitkäänkin ikään saakka suhteellisen hyväkuntoisina, energisinä ja sosiaalisina. Kun heidän aikansa tulee, nukkuvat he pois kivutta ja sitä itse tiedostamatta.

He ovat onnekkaita.

Vähemmän onnekkaita ovat he, joiden keho alkaa vähitellen pettää. Vuosien varrella alkaa tulla yhä enemmän vaivoja, kivuista ja särystä kaatumiisiin, kunnes he eivät enää pärjää ilman apua. Arkipäiväisestäkin elämästä tulee ajoittain nöyryyttävääkin muiden ihmisten varassa elämistä. Kaatumisen pelossa ei uskalla edes vessaan ilman auttajaa, jos on mahdollisuutta käydä vessassa ylipäättään. Osalla heistä ovat sukulaiset tai omat hoitajat auttamassa, muut siirtyvät vanhainkoteihin. Niistä saa itselleen samanikäistä seuraa, mutta yhä iäkkäämmäksi käyvä väestö kuormittaa vanhainkoteja yhä enemmän. Vanhustenhoito ei ole hoitajien keskuudessa suosittu ala, ja moni vanhus joutuu odottamaan pitkiäkin aikoja ennen kuin joku ehtii paikalle auttamaan häntä.

Toisilla terveys on kestänyt kohtuullisen hyvin, mutta vuosien varrella kaikki ystävät ja ne, joiden kanssa on vanhaksi kasvanut, ovat ehtineet menehtyä. Eläkkeelle siirtyminen on vienyt mukanaan töiden sosiaalisen ympäristön ja rikkonut vuosikymmenten aikana syntyneen rutiinin päivälle. Lapset ja lapsenlapset ovat liian kiireisiä nähdäkseen tai asuvat kokonaan toisilla paikkakunnilla.

Sitten on ehkä huono-onnisiin ryhmä. Heidän tapauksessaan uhreina ovat heidän omat mielensä, jotka omaksi ja läheisten kauhuksi alkavat päivä päivältä rapautua. Ajoittaiset paremmat päivät tuovat valheellista toivoa asioiden korjaantumisesta, mutta huonompana aikana he eivät välttämättä edes muista omia lapsiaan. Muistin ja ajattelun käydessä yhä hatarammaksi vajoavat jotkut tilaan jossa eivät ymmärrä omaa ahdinkoaan. Toiset päätyvät elämään jatkuvassa kärsimyksessä – kuviteltuihin kipuihin eivät mitkään särkylääkkeet, ja jokainen yksinäisyyden hetki tuo mukanaan jostain syvältä kumpuavat kauhut, joita ei enää hahmota tarpeeksi hyvin voidaak-

seen niitä käsitellä. Keskellä yötä omiin huutoihinsa heränneen vanhuksen luo saattaa tulla auttajia, mutta ei ole sanottua että hekään voisivat tehdä mitään potilaan oman mielen sisäisille kauhuille, kauhuille joita tämä ei ole enää moneen vuoteen kyennyt selittämään. Jos heiltä riittää siihen aikaa, sukulaiset voivat vain istua vieressä ja kuunnella huutavaa vanhusta, toivoen turhaan että heidän läsnäolonsa auttaisi edes vähän.

Tämän argumentin mukaan ikääntymisen mukanaan tuoma rappio on ehkä hirveimpiä kohtaloita jotka ihminen saattaa kohdata – varmuus siitä, että kunto tulee hiljalleen vain huononemaan ja huononemaan, tieto siitä että onnistuneetkin lääkehoidot vain viivyttävät väijäämätöntä.

## 4.2. Määräämättömän eliniän seuraukset

Määräämättömän eliniän 80-vuotiaat eivät ole vain meidän maailmamme 80-vuotiaita nuoren ihmisen vartalossa. Mitä vanhemmaksi ihminen nyky-maailmassa käy, sen tietoisemmaksi hän tulee iästään ja väijäämättömästä kuolemasta. Tällä on massiivinen vaikutus hänen päivittäiseen käyttäytymiseensä ja pidemmän tähtäimen toimintaansa. He tekevät suunnitelmiaan sillä oletuksella, että tulevat pian heikkenemään ja kuolemaan. Emme voi suoraan soveltaa tietouttamme nykypäivän vanhuksista samanikäisiin ihmisiin, jotka tietävät etteivät ole kuolemassa pelkkään ikääntymiseen. Heidän koko psykologiansa on erilainen kuin meidän tuntemillamme vanhuksilla.

Otetaan yksinkertainen esimerkki<sup>142</sup>. Jos ihminen tietää todennäköisesti kuolevansa kymmenen vuoden päästä, ei hän hanki lisäkoulutusta jonka uskoo maksavan itsensä takaisin kahdenkymmenen vuoden päästä. Tämä siitä huolimatta, että hänen työtehonsa alkaisi hiljalleen heiketä hänen taitojensa alkaessa vanhentua. Niiden päivittäminen ajan tasalle ei maksa vaivaa, etenkin jos sen vuoksi pitäisi olla poissa töistä ja saada siltä ajalta vähemmän palkkaa. Niin pitkään kun yksilö tietää tai epäilee vahvasti kuolinvuotensa olevan jonkun tietyn ajan päässä, alkaa lisäopin arvo yksilölle väistämättä vähentyä jossakin vaiheessa. Efekti ei rajoitu vain vanhuksiin. HIV-potilaat, joiden eliniänodote on ollut sama kuin 65-vuotiailla, ovat alkaneet tässä suhteessa käyttäytyä kuin olisivat 65-vuotiaita.

Jotkut ihmiset saattavat ajatella, että iättömien täyttämä maailma olisi si herkästi myös taantuneempi, vanhojen ihmisten pinttyessä vanhoihin tapoihinsa tehdä asiat. Kuten yllä olevasta esimerkistä näemme, tämän ei

---

142 Posner 1995, s. 51-57.

välttämättä tarvitse pitää paikkaansa. On toki myös totta, ettei sillä voi se-  
littää kaikkea: ihmisen ikääntyessä kerääntyy tämän mieleen yhä enemmän  
tietämystä, ja kokonaan uusien asioiden oppiminen ja liittäminen vanhojen  
asioiden sekaan käy hitaammaksi kuin nuorena. Mutta siltikään ei kannata  
vähätellä motivaation ja sosiaalisen ympäristön roolia. Jos ympäristö ja  
yhteiskunta *odottavat*, ettei tietty väestönosa käytä vaivaa ja energiaa uu-  
sien asioiden opetteluun, on se itseäntoteuttava ennustus. Ikärappeuman  
parantamisen ohessa korjataan myös aivojen rappeutuminen, ja niiden op-  
pimiskykyä on mahdollista tehostaa ja ylläpitää kakkosluvussa esitellyil-  
lä hoidoilla. Mikään ei sano, etteivätkö 80-vuotiaat voisi olla aivan yhtä  
energisiä ja valmiita oppimaan uutta kuin 30-vuotiaatkin – tai 800-vuotiaat  
yhtä oppimishalukkaita kuin 80-vuotiaatkin.

Vastaavasti määräämättömän pitkä elämä voi kuulostaa pitkäväteiseltä,  
jos sen ajattelee olevan samanlainen kuin nykyelämä, mutta eläkeikä tai  
työelämän loppuosa lukemattoman pitkälle venytettynä. Tämänlainen ei  
elämän kuitenkaan tarvitse olla – eikä olekaan kovin todennäköistä, että se  
edes voisi olla sellaista. Jo nykyään monet ihmiset vaihtavat yhdeltä uralta  
toiselle elämänsä aikana, ja määräämättömän eliniän maailmassa se olisi  
entistä helpompaa. Yllä esitettiin analyysi kuoleman läheisyyden vaikutuk-  
sesta yksilön toimintaan, mutta sama periaate pätee vastaavasti työnantajan  
perspektiivistä katsottuna. Mitä vanhemmaksi ja eläkeikää lähempänä ole-  
vaksi työntekijä käy, sen vähemmän tähän kannattaa investoida<sup>143</sup>. Nyt jos  
ihmiset eivät enää kuolekaan jossakin tiettyssä iässä, eivätkä ihmisten sair-  
aspäivien määrätkään kasva näiden vanhetessa, katoaa osa työnantajienkin  
ikäsyrynnän syistä. Mikäli kasvava osa väestöstä on vanhoja, ei ikäsyryntään  
jää kunnon mahdollisuuksiakaan. Työntekijöiden on siis helpompi vaihtaa  
ammattia vanhallakin iällä. Mikäli pitkän uran tehnyt ihminen alkaa pit-  
kästyä työhönsä, on hänen suhteellisen helppo vaihtaa kokonaan uuteen  
uraan ja työhön. Tämänlaiset pitkästymisen aiheuttamat uranvaihdokset  
auttavat myös avaamaan nuoremmille ihmisille esimiesasemia, luoden näil-  
le etenemismahdollisuuden joka meidän yhteiskunnassamme syntyy van-  
hojen ihmisten siirtymisestä eläkkeelle<sup>144</sup>.

Sosiologi Michael Zey on tarkastellut mahdollisia tulevaisuudenske-  
naarioita, ja kirjoittaa kirjassaan *Ageless Nation* siitä, miten uskoo ikärap-  
peuman parantamisen tekevän jokaisen elämän monipuolisemmaksi ja  
rikkaammaksi. Jo nyt eri yritykset tarjoavat työntekijöilleen mahdollisuuden

---

143 Ibid.

144 Posner 1995, s. 56.

ottaa sapattivapaata: mm. Yhdysvalloissa Newsweek tarjoaa 15 vuotta töitä tehneille kuuden kuukauden vapaata puolella palkalla, Procter & Gamble kahdentoista viikon palkatonta vapaata ensimmäisen työvuoden jälkeen sekä jokaista sen jälkeen tulevaa seitsemää vuotta kohden, ja Intel tarjoaa kahdeksan viikon palkallista vapaata jokaista seitsemää työvuotta vastaan. Otettuaan pidempää vapaata ihmiset palaavat töihinsä vapautuneina ja energisiä, jatkaen uraansa uudella innolla. Mitä pidemmäksi ihmisen odotettu elinikä kasvaa, sen vähemmän todennäköiseksi käy, että hän pystyisi tekemään koko uraansa samassa firmassa. Tämä kannustaa yrityksiä tarjoamaan enemmän maksettuja vapaita, jotta työntekijät eivät kokisi ainoiksi vaihtoehtoiksi monotonialle työnantajan tai jopa uran vaihdosta. Zey uskookin, että vanhan ”lapsuus – koulutus – ura – eläke” -mallin korvaa uusi, jossa uran keskivaiheilla jäädään vapaalle, kehitetään itseään ja vietetään aikaa perheen kanssa ennen kuin jatketaan uraa, kunnes jossain vaiheessa jäädään taas vapaalle, uudelleenkouluttautumaan toiselle uralle tai aloittamaan yrittäjyyttä.<sup>145</sup>

Ajatus ikuisesta elämästä saattaa myös pelottaa niitä, jotka kaipaisivat jossain välissä eläkkeelle. Mutta Zey antaa heillekin toivoa. Tehdessään kirjaansa varten taustatyötä, törmäsi hän useaan otteeseen ihmisiin jotka olivat saaneet yhden uran valmiiksi ja vetäytyneet eläkkeelle, mutta uudesta vapaudestaan virkistyneinä ruvenneet tekemään jotakin aivan uutta työtä. Eräs mies lähti Yhdysvaltojen ilmavoimista 20 vuoden uran jälkeen, saaden tarpeeksi hyvät edut voidakseen elää niillä loppuikänsä, mutta muutti postimerkkikeräilyharrastuksensa työksi ja perusti firman sen ympärille. Toinen toteutti eläkkeelle siirtymisen jälkeen unelmansa golfkentällä työksentelystä ja palasi sen jälkeen takaisin liike-elämään. Kolmas vetäytyi 55 vuoden iässä esimiestehtävistä teleliikenneyhtiöstä ja onnistui saamaan yliopistolta vakinaisen viran liiketalouden professorina.<sup>146</sup> Nämä tapaukset ehdottavat, että vaikka intuitiivisesti voisikin ajatella pidemmän eliniän tarkoittavan myös myöhempää eläkkeelle siirtymistä, saattaakin olla kansantaloudellisesti tuottavampaa pitää eläkeikä samana, jolloin väsyvillä yksilöillä on aiemmin mahdollisuus siirtyä väliaikaisesti lepäämään kunnes jatkavat taas uudella uralla. Varoja tähän voidaan saada esimerkiksi niistä säästöistä, joita saadaan kun ihmisten parempi kunto laskee terveydenhuollon kustannuksia. Pysyvä eläke voidaan muuntaa valtion maksamaksi väliaikaiseksi lomaksi, jota keraantyy tietty määrä jokaisen työvuoden jälkeen, ja jolle

---

<sup>145</sup> Zey 2007, s. 47-74.

<sup>146</sup> Ibid.



voidaan jäädä milloin vain siitä on tarpeeksi kasassa. Kehittyvän tietotekniikan korvatessa yhä enemmän ihmisten töitä (ks. seuraava luku), voi tulla mahdolliseksi siirtyä täysimittaiseen kansalaispalkkaan joka tekee taukojen ottamisen entistä helpommaksi.

Taloudelliset investoinnit eivät myöskään ole ainoita, joihin kuoleman läheisyys vaikuttaa. Ystävyyss- ja sukulaissuhteet muihin ihmisiin vaativat kaikki ajallista investointia ennen kuin käyvät kaikkein hedelmällisimmiksi. Uusien ystävyyssuhteiden solmimisessa myös toisen osapuolen ikä vaikuttaa odotettuun hyötyyn. Sen lisäksi että itse saattaa milloin tahansa kuolla, niin saattaa myös uusi ystävä. Kun vielä samaan aikaan aiemmin hankitut ystävät kuolevat hiljalleen pois, voi tämä herkästi johtaa nykymaailman vanhusten yksinäisyyteen ja sosiaaliseen eristäytymiseen.<sup>147</sup> Ilman kulman takana odottavaa kuolemaa ei tämäkään olisi yhtäläinen ongelma. Tylsän ja yksitoikkoisen elämän sijaan määräämättömän eliniän maailma olisi poikkeuksellisen rikas ja vivahteikas, koska ihmisillä olisi aina mahdollisuus kasvuun ja uuden kokemiseen – iästä riippumatta.

#### 4.2.1. Ylikansoitus ja oikeus hankkia lapsia

Ylikansoitus on yksi niistä asioista, jotka tulevat herkimmiten mieleen elämänpidennyksestä puhuttaessa. Jos ihmisiä syntyy mutta kukaan ei kuole, miten tila saadaan riittämään?

Elämänpidennys ei tarkoita kuolemattomuutta – taudit ja tapaturmat tulevat edelleen tappamaan ihmisiä. Tilastokeskuksen<sup>148</sup> vuoden 2006 tilaston mukaan 100 000 elävänä syntyneestä 90 014 oli selvinnyt hengissä 60-vuotiaaksi asti. Jos tehdään karkea oletus, että kaikki 60-vuotiaiden tai vanhempien kuolemat johtuivat suoraan tai välillisesti ikääntymisestä, ja alle 60-vuotiaiden ikään liittymättömistä tekijöistä, niin – kuten de Grey meille jo kertoikin – noin kymmenesosa kaikista kuolemista oli ikääntymiseen liittymättömiä. Väestömäärän pysymiseksi vakaana tulisi syntyvyyden siis pudota kymmenesosaan nykyisestä. On avoin kysymys, miten mahdollista tämä on. Kannattaa kuitenkin muistaa, etteivät rajut pudotukset syntyvyyteen ole ennenkuulumattomia: nykyajan teollistuneissa yhteiskunnissa väestömäärä enimmäkseen joko pysyy vakaana tai on laskussa, siitä huolimatta että keskimääräinen elinikä keskiajalla oli 20–30 vuoden ympäristössä. Yhteiskunta on sopeutunut kompensoimaan kasvaneen eliniän pienemällä syntyvyydellä.

---

<sup>147</sup> Posner 1995, s. 61–63.

<sup>148</sup> Tilastokeskus, 2007b.

Huomionarvoinen asia on, että elämänpidennys ei tule johtamaan välitömään väestöräjähdykseen. Ottaa aikansa että elämänpidennys kehitetään, jonka jälkeen kuluu myös aikaa siihen, että se muuttuu tarpeeksi halvaksi ja luotettavaksi jotta valtaosalla kansasta – tai maista – olisi siihen pääsy. Ikärakenteen muutos vanhempaan päin ei olisi mikään uusi asia: vuosien 1950 ja 1990 välillä 65-vuotiaiden tai sitä vanhempien osuus väestöstä kasvoi teollisissa maissa noin puolitoistakertaiseksi (lähes tuplaantuen Ruotsissa, jossa se kasvoi 10,3:sta 18,1:een prosenttiyksikköön)<sup>149</sup>, mihin maat ovat pikkuhiljaa enemmän tai vähemmän sopeutuneet. Samaan aikaan on syntyvyys ollut laskussa: syntyvyys Suomessa on 1,73 lasta naista kohden, siinä missä sen tarvitsisi olla noin 2,1 jotta väestön määrä pysyisi samana. Trendi ei rajoitu pelkästään Suomeen: YK:n vuonna 2002 laatiman ennusteen<sup>150</sup> mukaan 30 teollisuusmaan väestöluvut tulevat olemaan nykyistä pienempiä vuoteen 2050 mennessä: mm. Italian viidenneksen pienempi, useassa itä-Euroopan maassa 30–50 prosenttia pienempiä ja Japanissa 14 prosenttia pienempi (vuoden 2002 väestöön nähden). Kehitysmaissa syntyvyys on toistaiseksi reilusti korkeampi, mutta sekin tulee laskemaan noin 2 lapsen tasolle.

Väestön ikääntymisen seurauksista on keskusteltu paljon: se pakottaa yhteiskunnan käyttämään yhä suuremman osan resursseistaan vanhenevan väestön terveydenhuoltoon ja ylläpitoon. Se saattaa hyvinkin tehdä vanhuuden vaivoista vielä entistäkin ikävämpiä: nykytilanteessakaan vanhainkotien pyörittämiseen ei tahdo riittää tarpeeksi henkilökuntaa, puhumattakaan sellaisesta ajasta jolloin hoitoa tarvitsevien osuus on huomattavasti suurempi. Neljän ikääntymistutkijan The Scientist-lehdessä 2006 julkaistun artikkelin<sup>151</sup> kiinnittää erityistä huomiota elämänpidennystutkimuksen taloudellisiin hyötyihin väestön ikääntyessä. Jo ikääntymisen hidastaminen pelkästään seitsemällä vuodella lisäisi terveen ja työkykyisen väestön osuutta ja tuottaisi kansantaloudelle tarpeeksi suuret säästöt, jotta Yhdysvaltojen hallituksen olisi perusteltua nostaa ikääntymistutkimuksen määrärahat senhetkisestä alle 0,03 miljardista kolmeen miljardiin dollariin vuosittain.

Elämänpidennys ei siis niinkään tuottaisi välitöntä hallitsematonta väestöräjähdyistä. Se kääntäisi aluksi väestöromahdukseen johtavat trendit takaisin tasolle, jossa maiden väestö pysyisi suunnilleen samana, ja alkaisi vasta sitten *lisätä* väestön määrää. Ikääntymistutkija Jay Olshansky on huo-

149 Posner 1995, s. 35.

150 Yhdistyneet kansakunnat 2002.

151 Olshansky et al. 2006.

mioinut<sup>152</sup>, että syntyvyys Yhdysvalloissa oli vuonna 2000 noin 15 syntymää jokaista tuhatta ihmistä kohden, kuolleisuuden ollessa noin 10 kuolemaa tuhatta ihmistä kohden, jolloin nettokasvuksi saatiin noin puoli prosenttiyksikköä. Syntyvyys toisen maailmansodan jälkeen, suurten ikäluokkien syntymän aikaan, oli parhaimmillaan noin 3 prosenttiyksikköä. Mikäli tutkijat kehittäisivät *kirjaimellisen* kuolemattomuuden, ja kuolonluvut putoaisivat välittömästi nolleen ilman mitään muutosta syntyvyydessä, väestönkasvu olisi siltikin vain puolitoista prosenttiyksikköä, puolet vähemmän kuin suurten ikäluokkien aikaan! Suomessa, jossa syntyvyys Yhdysvaltoja pienempi (noin 10 syntymää tuhatta ihmistä kohden<sup>153</sup>), väestönkasvu olisi tätäkin hitaampaa, noin prosentti. Tällä tahdilla Suomen väestön kaksinkertaistumiseen menisi noin 69 vuotta. Todellisuudessa onnettomuuksien aiheuttamat kuolemat, elämänpidennyksen hidas kehittyminen sille tasolle jossa siitä on hyötyä kaikenikäisille eikä vain valmiiksi nuorille, ja sen aiheuttamat muutokset syntyvyydessä, tarkoittaisivat että väestönkasvu olisi vielä paljon tätäkin hitaampaa.

Pidempien elinikien vähittäinen vaikutus mahdollistaa asteittaisen sopeutumisen: mikäli kasvava väestö todella alkaa verottaa planeetan resursseja niin paljon, että niistä alkaa tulla pulaa, johtaa tämä yleiseen hintojen nousuun. Tätä kirjoitettaessa raakaöljyn hinnat ovat käyneet korkeammalla kuin koskaan aiemmin, mikä on myös nostanut yleistä hintatasoa, mm. kasvattaen ruuan hintaa ja kiihdyttäen inflaatiota. Yksi syistä teollisuusmaiden syntyvyyden laskuun on, että lasten kasvattaminen on nykyään kalliimpaa kuin ennen. Perheillä ei ole samalla tapaa varaa hankkia montaa lasta, ja toisaalta harvemman lapsen hankkiminen mahdollistaa sen, että näille kustannetaan parempi elintaso kuin mitä voitaisiin jos varat jouduttaisiin jakamaan useamman lapsen kesken. Jokainen hankittu lapsi pakottaa toisen vanhemmista olemaan pidempään poissa työelämästä, ja taloudellisen turvan tavoittelun vuoksi lastenhankintaa myös pitkitetään kauemmaksi. Suomessa ensisynnyttäjien keski-ikä on noussut noin 25,5 vuodesta vuonna 1982, 28 vuoteen vuonna 2006, ja trendi näyttää olevan yhä kasvava<sup>154</sup>.

Länsimainen väestönkasvu tuntuu siis olevan itseään säätelevä mekanismi: mikäli kysyntä nostaa resurssien hinnan liian korkeaksi, yleinen hintataso nousee ja syntyvyys pienenee kunnes tilanne korjaantuu. Pitää myös huomata, että vaikka Kiinan yhden lapsen mallista puhutaan paljon,

---

<sup>152</sup> Olshansky 2002.

<sup>153</sup> CIA 2008.

<sup>154</sup> Tilastokeskus 2007a.

on maita joissa syntyvyys on tippunut Kiinaakin alemmas ilman tarvetta pakkokeinoihin perustuville järjestelmille. Kiinan nykyinen syntyvyys on 1,77 lasta naista kohden – tämä on suurempi lukema kuin Suomen 1,73 lasta naista kohden, tai Saksan 1,41<sup>155</sup>!

Kehitysmaissa asia ei ole aivan yhtä selkeä, sillä monessa maassa talousmalli on yhä lasten hankintaan kannustava, lasten auttaessa perheen töissä. Myös kehitysmaidenkin vähitellen laskuun päin kääntymässä olevat syntyvyyslukemat antavat kuitenkin toivoa. On kuitenkin oletettavaa, että resurssien mahdollisesti alkaessa hiipua, kärsivät kehitysmaat siitä pahiten. Tämä on ollut jo nähtävissä ilmastonmuutoksen sekä öljyn hinnannousun yhteydessä: köyhimmillä talouksilla on vähiten varaa lisäkuluihin. Väestönkasvusta riippumatta tämä tulee olemaan jossain vaiheessa ongelma, sillä uusiutumattomien resurssien varannot tulevat ennemmin tai myöhemmin ehtymään. Nopeampi väestönkasvu tarkoittaa kuitenkin, että resurssit kulutetaan loppuun nopeammin. Mikäli ehtyminen olisi hitaampaa, olisi kehitysmaiden talouksilla enemmän aikaa kasvaa teollisuusmaiden tasolle. Suurempi väestö voi myös kuluttaa esim. viljeltävän maan ravinteet loppuun nopeammin kuin ne ehtivät uusiutua, mitä pienempi väestö ei välttämättä tekisi. Toisaalta elämänpidennys saattaa myös auttaa: se säästää kehitysmaiden terveydenhuoltoon meneviä resursseja ja vähentää painetta hankkia paljon lapsia vanhuuspäivien turvaksi. Vähentäessään teollisuusmaiden terveydenhuoltoon meneviä kuluja antaa se myös niille mahdollisuuden paremmin auttaa kehitysmaita näiden kriiseissä.

Lastenhankintaa pidetään nykyisessä yhteiskunnassa melko pitkälti oletusarvona – oletetaan, että ihmiset menevät naimisiin ja hankkivat sitten lapsia. Eliniän kasvettua näin radikaalisti, tätä ei todennäköisesti enää samalla tapaa oletettaisi, vaan lastenhankinta nähtäisiin erillisenä valintana, itsestäänselvyyden sijaan. Tämä ei välttämättä olisi mitenkään huono asia. Lienee parempi, että lapsia hankkivat pääasiassa vain ne, jotka todella haluavat niitä, ja ovat motivoituneimpia tarjoamaan mahdollisimman hyvän lapsuuden – ja ne, jotka hankkivat lapsia vain ”tavan vuoksi”, jättävät sen tekemättä.

Lastenkasvatus saattaisi myöskin käydä taas yhteisömmälliseksi, palaten kahden vanhemman mallista takaisin kohti aiemmin vallalla ollutta tilannetta, jossa kasvatus oli voimakkaammin koko suvun ja naapurien tehtävänä. Kun harvemmallalla ihmisellä on omia lapsia, useammalla on halua ja aikaa auttaa tuttuja lasten kanssa. Tämän voisi nähdä varsin

---

155 CIA 2008.

positiivisena kehityksenä, sillä se antaisi lapsille laajemman tukiverkoston johon turvautua, mikäli omilla vanhemmilla ei olisi aikaa tai kykyä auttaa jonkin lapsen oman ongelman kanssa. Ehkä yhtenä spekulatiivisimmista vaihtoehtoista on tekoälytutkija Marvin Minskyn ehdottama malli, jossa geenitekniikkaa hyödyntämällä luotaisiin lapsia yhdistämällä perinnöllistä ainesta useammasta kuin kahdesta ihmisestä – jolloin yhdellä lapsella voisi kirjaimellisesti olla vaikka neljä vanhempaa<sup>156</sup>. Vaikka mikään tämänkaltaisen ei toteutuisikaan, jo pelkkä pidempi elinikä itsessään voisi lisätä sitä elossaolevien sukulaisten määrää, jota kullakin lapsella olisi. ”150 vuoden eliniällä voisimme kohtuullisesti odottaa näkevämmme lapsen-lapsen-lapsen-lapsen-lapsen-lapsenlapsemme. Mutta tällä lapsella olisi enimillään 63 muuta iso-iso-iso-iso-isovanhempaa, samoin kuin 32 iso-iso-iso-isovanhempaa, 16 iso-iso-isovanhempaa, kahdeksan iso-isovanhempaa, neljä isovanhempaa ja kaksi vanhempaa<sup>157</sup>” Vaikka näistä vain pieni osa ehtisi olla yhteydessä nuorimpaan sukupolveen, olisi tämänlainen lukemattoman monen sukupolven tietämyksen saatavuus silti selkeä rikkaus.

Syntyvyyden vähentäminen ei myöskään ole *ainoa* tapa hidastaa väestöräjähdystä: lapsia voi myös yksinkertaisesti hankkia myöhemmin. Syntyvyys tarvitsee pudottaa kymmenesosaan nykyisestä vain, jos ihmiset jatkavat nykyistä normia lasten hankkimisesta noin 20–30 vuoden iässä. Teoriassa mahdollinen olisi tilanne, jossa syntyvyyttä ei tarvitsisi pudottaa lainkaan – se tarkoittaisi vain sitä, että jos keskimääräinen elinikä kasvaisi esim. 900 vuodella, niin lapset hankittaisiinkin 920–930 vuoden iässä. Tämä tuskin toteutuu käytännössä, mutta voi yhdistettynä pienempään määrään lapsia auttaa merkittävästi mahdollisten ongelmien hallitsemisessa.

Tällä hetkellä naisia suositellaan hankkimaan lapsia ennen 30 vuoden ikää, koska sen jälkeen kehityshäiriöiden riski alkaa kasvaa kohtuuttomasti. Tämä johtuu osittain merkittävilta osin munasolujen laadun heikkenemisestä ajan kuluessa, mutta tämän kiertämiseen ollaan vähitellen kehittämässä tapoja. Lastenhankinta oli aiemmin käytännössä mahdotonta yli 50-vuotiaille naisille, mutta nykyaikaiset hedelmöityshoidot ovat mahdollistaneet sen, vaikka riskit ovatkin suurempia. Pelkästään Yhdysvalloissa syntyi vuosien 1997–1999 aikana 539 lasta yli 50-vuotiaille äideille.<sup>158</sup> Vanhin synnyttänyt nainen on ollut 70-vuotias<sup>159</sup>.

---

156 Minsky, 2003.

157 President’s Council on Bioethics, 2003.

158 Salihu et al. 2003.

159 Daily Mail 2008.

Monet tällaiset tapaukset luottavat lahjoitettuihin munasoluihin, mikä voi ongelma niille ihmisille, jotka haluavat puhtaasti omaa perimäänsä olevan lapsen. Munasoluja on jo nyt mahdollista säilöä tulevaa käyttöä varten, joskin prosessi on sen verran epämiellyttävä, ettei se tällä hetkellä ole kovin suositua. Kantasoluteknologia kehittyy kuitenkin kohtalaista vauhtia. Munasolujen kaltaisia soluja on hiirillä jo tuotettu kantasoluista, ja tuloksia on alettu laajentamaan myös ihmisten siittiö- ja munasolujen tuottamiseen.<sup>160</sup> Kantasolututkimuksen tilannetta ja etiikkaa tarkasteleva kansainvälinen tutkijaryhmä The Hinxton Group julkaisi vuonna 2008 arvion, jonka mukaan ihmisten siittiö- ja munasoluja voitaisiin tuottaa keinotekoisesti 5-15 vuoden sisään.<sup>161</sup>

Vähittäisessä väestönkasvussa on myös huomioitava teknologian kehitys: Maapallon nykyinen väestömäärä olisi ollut hyvin vaikea – jos ei mahdoton – saavuttaa keskiaikaisilla maanviljelytekniikoilla, puhumattakaan siitä että valtaosa väestöstä voisi saada elantonsa jostain muusta kuin maanviljelystä. Tuotanto- ja kierrätystekniikat kehittyvät jatkuvasti tehokkaammiksi, lisäten ihmiskunnan hyödynnettävissä olevia resursseja. Kalliimmiksi käyvät raaka-aineet lisäävät investointeja vaihtoehtoisin raaka-aineisiin ja tuotantotapoihin. Tämä on viime aikoina näkynyt hyvin: öljyn ja ruuan hinnannousu yhdessä ilmastomuutoksen uhan kanssa on merkittävästi lisännyt mm. biopolttoaineisiin suuntautuvaa tutkimusta. On kuitenkin totta, että nämä mekanismit ovat tuskallisen lyhytnäköisiä. Öljyn hinnannousun syinä on pidetty toisaalta Intian ja Kiinan kaltaisten maiden nopeaa talouskasvua, toisaalta kiihtyvän ilmastomuutoksen aiheuttamaa biopolttoaineiden kysyntää, ja toisaalta olemassaolevien öljyvarantojen ehtymistä. Kaikki nämä ovat tekijöitä, jotka olivat ennustettavissa vuosia (joissakin tapauksissa vuosikymmeniä) etukäteen, mutta tästä huolimatta vaihtoehtoisin energianmuotoihin ei alettu kunnolla panostaa kuin vasta öljyn hinnan lähdettyä kasvuunsa. Panostus tehokkaampiin ja uudistuvampiin tuotanto- ja kierrätysmenetelmiin onkin ensiarvoista, parannettiin ikärappeumaa tai ei.

Miten nämä tekijät suhtautuvat luvun alussa esiteltyyn mahdolliseen konfliktiin, jossa asetettiin vastakkain oikeus elämään ja oikeus hankkia lapsia? Onneksenne vaikuttaa siltä, että vaikka kompromisseja joudutaankin tekemään, on konflikti paljon pienempi kuin miltä se ehkä aluksi vaikutti. Kysymys ei ole siitä, että oikeus hankkia lapsia katoaisi minnekään. Sen sijaan mahdollisuus hankkia lapsia *nuorena* saattaisi kylläkin olla nykyistä huonompi, samoin kuin ehkä (Minskyn spekulatiivisessa skenaariossa) mahdollisuus hankkia lapsia jotka ovat kokonaan omia. Koska useimmat lapset eivät nykyäänkään ole *kokonaan* omia

---

160 Medical News Today 2005, Mason 2005.

161 The Hinxton Group 2008.

(vaan jaettuja vähintään yhden muun ihmisen kanssa), ei tämä vaikuta ylipääsemättömältä ongelmalta. Mahdollisuudet lastenhankintaan saattavat jossain määrin muuttua, mutta nykyistenkin synnyttäjien keski-ikä ovat nousseet, eikä tätä pidetä minkäänlaisena loukkauksena ihmisarvoa kohtaan. Vaikuttaakin vaikealta perustella, miksi oikeus lastenhankintaan kärsisi niin pahaa vahinkoa, että olisi perusteltua olla välittämättä oikeudesta elämään. Argumentti kuoleman esittämisen etiikasta pysyykin siis painavana.

#### 4.2.2. Vakaus, innovatiivisuus ja luovuus

Vanhempi yhteiskunta saattaisi käydä rauhallisemmaksi – aggressiivisuus on suurinta 18–30-vuotiaiden miesten keskuudessa, ja tämä ikäluokka tekee suhteessa eniten rikoksia.

Oikeudessa tuomitut v. 2007			
Ikä	Asukkaita <sup>1</sup>	Tuomioita <sup>2</sup>	Tuomioita/1000 asukasta
15–17	201 435	3 707	18,4
18–20	192 442	8 301	43,1
21–24	265 309	9 576	36,1
25–29	334 682	9 089	27,2
30–39	648 033	13 515	20,9
40–49	747 963	11 389	15,2
50–59	790 929	7 450	9,4
60–69	603 095	2 300	3,8
70–79	393 006	450	1,1
80-	229 000	52	0,2

1 Tilastokeskus 2008a    2 Tilastokeskus 2008b

Nuorison levottomuus saattaa myös johtaa laajempiin levottomuuksiin. Sekä sisällis- että muiden sotien kuolonluvut ovat keskimäärin korkeimmillaan (suhteessa valtion kokoon) niissä maissa, joissa on eniten 15–29 -vuotiaita suhteessa 30-vuotiaisiin tai vanhempiin, joskin ikärakenteen vaikutus vähentee valtion käydessä vauraammaksi<sup>162</sup>. Toisaalta saman levottomuuden voi myös kanavoida positiivisiin tarkoituksiin, ja laajat sosiaaliset uudistukset ovat olleet pitkälti sukupolvikysymyksiä – esimerkiksi tätä kirjoitettaessa yhteiskunnan koko viestintäkuulttuuri on hyvää vauhtia siirtymässä pääasiassa Internetin välityksellä toimivaksi, mikä muutos joka on lähtenyt nuoremmista sukupolvista.

162 Mesquida & Weiner, 1999.

Painava kysymys on myös vanhenevan väestörakenteen vaikutus tekniikkaan ja tieteelliseen kehitykseen. Kvanttifysiikan isän Max Planck totesi tieteiden etenevän yhden hautajaisesta kerrallaan – vanhojen teorioiden kannattajien vähitellen kuollessa pois ja antaen tilaa seuraavalle sukupolvelle. Tämänlainen käsitys ei välttämättä kuitenkaan ole niin paikkansapitävä, kuin mitä yleisesti ajatellaan. Tutkija Peter Messeri on tarkastellut saatavilla olevaa aineistoa uusien teorioiden omaksumisesta ikäpolvittain<sup>163</sup>. Hän on todennut, että vaikka vakiintuneen teorian viimeiset jäljellejäävät vastustajat tuppaavatkin perinteisesti olemaan vanhimpia, kokonaisuudessaan tiedemiehet hyväksyvät uudet teoriat suhteellisen nopeasti ja huomattavasti lyhyemmässä ajassa kuin sukupolvessa. Nuoret tiedemiehet ovat vanhoja paremmin perillä alan uusimmista kehityksistä ja vapaampia ennakkoluuloista. Kuitenkin vanhemmilla tiedemiehillä on takanaan pidempi ura ja enemmän saavutuksia, joten heidän asemansa ja maineensa on vakaampi. Tämä tekee heille sosiaalisesti helpommaksi omaksua uusia, kiisteltäviä teorioita.

Messeri ottaa erityisesimerkiksi laattatektoniikkateorian, joka selittää mannerlaattojen liikkeen ja joka omaksuttiin yleisesti 1960- ja 1970-lukujen välissä. Alfred Wegenerin mannerliikuntateoria, laattatektoniikkateorian edeltäjä, joutui 1920-luvulla kovan kritiikin kohteeksi ja hylättiin lähes täysin. 30 vuotta myöhemmin uudet löydöt saivat aikaan kiinnostusta sen hiomiseen, ja 1960-luvun alussa julkaistiin ensimmäiset artikkelit jotka esittivät vanhan teorian uudessa valossa. Teoria pysyi kuitenkin epäsuosittuna monen vuoden ajan, kunnes 1966–1968 julkaistut löydöt tekivät sen kiistämättömäksi, ja 1970-luvun alkuun mennessä valtaosa tutkijoista oli omaksunut sen mikä tulitaisiin myöhemmin tuntemaan laattatektoniikkateoriaksi. Näinä vuosina julkaistujen artikkeleiden analyysi osoittaa, että suurin suosio laattatektoniikalle ennen vuotta 1966 tuli tutkijoilta, jotka olivat jo tehneet pisimmän uran. Tiedemiehet jotka omaksuivat sen vuonna 1963 olivat tehneet keskimäärin 19 vuotta pidemmän uran kun ne tarkastellut tutkijat, jotka eivät olleet sitä omaksuneet. Omaksijat vuonna 1964 olivat keskimäärin 23 vuotta ”vanhempia” kuin epäomaksijat. Trendi kääntyi lopulta ympäri, niin että nuoremmat tutkijat alkoivat omaksua teorian vanhoja suuremmissa joukoissa. Tämä tapahtui kuitenkin vasta vuoden 1966 jälkeen, kun teoria kävi kokonaisuudessaan yleisesti hyväksytyksi.

Muut ovat päätyneet samanlaisiin lopputuloksiin kuin Messeri. Darwinin evoluutioteoria oli tiedemiesten keskuudessa yleisesti hyväksytty 10 vuotta

---

<sup>163</sup> Messeri 1988.



*Lajien synnyn* julkaisun jälkeen. Tutkimuksesta riippuen iällä oli tähän joko vähäinen tai olematon vaikutus. Yhden tutkimuksen mukaan vanhemmat tiedemiehet hyväksyivät evoluutioteorian hitaammin, mutta ikä selitti alle 10 prosenttia mielipiteissä ilmenevästä vaihtelusta<sup>164</sup>, toisen mukaan ikä ei vaikuttanut omaksumisnopeuteen mitenkään<sup>165</sup>.

Uuden teorian omaksumisen ja uuden teorian kehittämisen välillä on ero. 28 tieteellistä vallankumousta historian saatossa aloittanutta tiedemiestä tarkastellessa voidaan nähdä, että yliedustettuina ovat keski-ikäiset, eivät nuoret tutkijat<sup>166</sup>. Illuusio nuoruuden tärkeydestä tieteelle syntyy osittain siitä, että tiedemiesten määrä on jatkuvasti kasvanut historian varrella, ja nuoria tutkijoita on valtaosan ajasta ollut enemmän kuin vanhoja. Siksi nuoret ovat luonnollisestikin myös tehneet enemmän merkittäviä keksintöjä.<sup>167</sup> Kemian, geologian, matematiikan, fysiikan, psykologian ja sosiologian tutkijoilla julkaisujen määrä kasvaa vähitellen iän myötä, saavuttaen huipunsa 40 ikävuoden tienoilla ja laskien sen jälkeen. Vastaava tulos saadaan jos julkaisujen määrän sijaan tarkastellaan niiden merkittävyyttä, mitattuna sillä, miten usein muut viittaavat niihin. Pelkästään matemaatikkoja tarkastellessa voidaan lisäksi huomata, että ne jotka aloittavat uransa tuotteliana todennäköisesti myös pysyvät tuotteliana koko uransa ajan, vähemmän tuottavien pysyessä vähemmän tuottavina.<sup>168</sup> On hyvä myös huomata, että kun uusi tutkimuksenala on alkanut vakiintua, valtaosa siihen suuntautuvista uusista tutkijoista on nuoria, ei vanhoja<sup>169</sup>. Kokonaisuudessaan tutkimukset tuntuvat olevan yhtä mieltä siitä, että tutkijoiden tuottavuus saavuttaa huipun jossakin keski-iän tienoilla ja laskee hiljalleen sen jälkeen<sup>170</sup>. Lasku ei usein kuitenkaan ole kovinkaan merkittävä, ja sitä saattaa seurata toinen tuottavuuspiikki myöhemmällä iällä.

Laskun syyllä on esitetty useita erilaisia hypoteeseja. Ilmeisin, ja elämänpidennöksen kannalta huolestuttavin, olisi g:n vähittäinen heikkeneminen ajan myötä. Korkeakompleksisilla aloilla g:n heikentyminen, vaikkakin sitä paikaksi laajentunut kokemuspiiri, vaikeuttaisi kykyä kehittää uusia teorioita<sup>171</sup>. Ei

---

164 Hull et al. 1978.

165 Levin et al. 1995.

166 Wray 2003.

167 Wray 2003, Cole 1979.

168 Cole 1979.

169 Rappa & Debackere 1993.

170 Carayol & Matt 2005.

171 Posner 1995, s. 156-179. Käyttää termiä ”joustava älykkyys” g-termin sijaan.

ole täysin varmaa, missä määrin tämänlainen efekti johtuisi aivojen rappeutumisesta iän myötä, ja miten paljon pelkästä uuden informaation kasautumisesta. Esimerkiksi vauvan kyky erottaa muita kuin oman kielensä äänteitä katoaa ensimmäisen elinvuoden aikana. Tämä efekti ei johdu minkäänlaisesta aivojen rappeutumisesta vaan yksinkertaisesti siitä, että aivot oppivat jättämään ”väärennaiset” äänteet huomiotta. Efekti on myös saatu kokeellisesti toisinnettua kuuloa jäljittelevissä malleissa<sup>172</sup>. Mikäli g:n heikentyminen ei liittyisi minkäänlaiseen elimelliseen rappeumaan, vaan yksinkertaisesti vaikeuteen omaksua ja sovittaa uusia tietoja olemassaolevan tietomäärän ollessa jo valtaisa, olisi se huolestuttava merkki.

Onneksi vaihtoehtoisia hypoteeseja on tarjottu runsaasti, ja monet niistä vaikuttavat pätevilä. Jo aiemmin mainittu kuoleman läheisyys tarjoaa yhden selityksen vähenevälle tuottavuudelle. Mitä lähempänä kuolemaa tutkija on, sen vähemmän hyötyä hänelle enää on pysytellä kaikkien uusimpien löytöjen tasalla ja kehittää aidosti uutta. (Tämä ei ole ristiriidassa sen kanssa, että vanhatkin tutkijat omaksuvat *vallankumoukselliset* muutokset nopeasti. Vallankumouksellinen uusi teoria tulee väistämättä tutkijan tietoon merkittävänä. Uuden tutkimuksen tuottamiseksi on kuitenkin myös merkittävää olla ajan tasalla pienemmistä löydöistä, jotka eivät tule yhtä herkästi tietoon ilman alan julkaisujen jatkuvaa ja tarkkaa seuraamista.) Tämän vaikutus katoaa, jos ikääntymiseen ei ole vaaraa kuolla.

Tutkijan työhön vaikuttavat myös sosiaaliset tekijät. Vanhempi tutkija saa ylennyksiä ja tekee työtään erilaisissa olosuhteissa kuin nuorempi. Ajan myötä tutkijat joutuvat usein käyttämään enemmän aikaa hallinnollisiin tehtäviin ja opettamiseen kuin varsinaiseen tutkimukseen. Eräässä tutkimuksessa todettiin, että iän vaikutus tuottavuuteen katosi kokonaan, kun tutkijan hallinnollinen asema otettiin huomioon<sup>173</sup>. Tiedemiesten julkaisussa toimii myös valintaefekti. Nuorella iällä kaikki tietyn alan tutkijat koettavat saada aikaan julkaisuja, ja osa yrittäjistä huomaa menestyvänsä huonosti. Huonosti menestyvät huomaavat tämän itse ja siirtyvät muihin tehtäviin, siinä missä todelliset osaajat jatkavat julkaisua. Tämä voi näkyä tilastoissa keskimääräisen tuottavuuden laskuna iän kasvaessa.<sup>174</sup>

Mahdollinen yhteiskunnan innovaatiotahdin hidastuminen ei näiden tietojen valossa vaikutakaan kovin vaaralliselta uhalta. On kuitenkin vielä yksi asia, joka tulee ottaa huomioon. Vaikka tuottavuus itsessään ei juuri

---

<sup>172</sup> Guenther & Gjaja 1996.

<sup>173</sup> Knorr et al. 1976.

<sup>174</sup> Cole 1979.

hidastuisikaan, on pieniä viitteitä siitä, että *vallankumoukselliset* keksinnöt tulevat pääasiassa nuorilta tutkijoilta. Vanheneminen ei heikennä kykyä kehittää edelleen olemassaolevaa paradigmaa ja tehdä työtä sen puitteissa, eikä merkittävästi kykyä omaksua uudet ajattelutavat, mutta paradigman rikkovat mullistukset saattavat olla nuorten varassa<sup>175</sup>.

Eräät tutkijat katsovat, että luovuutta on kahdenlaista, tarkoitushakuista ja spontaania. Päiväunien ja muiden spontaania ajattelua mahdollistavien tilojen määrä kuitenkin laskee iän myötä, samalla kun etuivokuoren toiminnot rappeutuvat ja kyky estää vanhoja ajatus- ja käytösmalleja dominoimasta heikenee<sup>176</sup>. Tarkoitushakuinen luovuus valikoi tyypillisesti ideoita jotka sopivat valmiiksi olemassaoleviin ennakkokäsityksiin. Tällöin spontaanin luovuuden osuuden väheneminen vähentää todennäköisyyttä keksiä aidosti paradigmaa rikkovia ideoita. Tämä teoreettinen ennustus on saanut empiiristä tukea kun on tarkasteltu listaa Nobel-palkinnon saajista – hyvin pieni osa palkituista on saanut palkintoon johtaneen ideansa 40 ikävuoden jälkeen. Tulos on pitänyt silloinkin, kun aiemmin mainittu tutkijoiden nuorisopainotteisuus<sup>177</sup> on huomioitu – nuorella iällä idean saaneet ovat selkeästi yliedustettuja nobelistien kesken.<sup>178</sup> Toisaalta tämä tulos saattaa olla vääristynyt – tyypillisesti keksinnöistä ehtii kulua monta vuotta, ennen kuin se palkitaan Nobelilla. Koska palkintoa ei myönnetä jo kuolleille tutkijoille, saattaa tämä vääristää tilastoja ja saada ne vaikuttamaan siltä, kuin vanhat olisivat epäluovempia kuin ovatkaan.

Nämä tiedot ovat jossain määrin huolestuttavia, ja kaipaavat lisävarmistusta. Ei kuitenkaan ole selkeää, missä määrin mahdollinen ajattelun muutos on ikärappeuman tuotosta ja missä määrin aivojen normaalia kehitystä. Siinä määrin missä se johtuu ikärappeumasta, voidaan sitä saada torjuttua ikärappeumaa ehkäisemällä. Jos se on enemmänkin aivojen normaalia kehitystä, voi sitä silti olla mahdollista torjua kehittämällä spontaania ajattelua tehostavia hoitoja. Erilaisten huumausaineiden tiedetään jo nyt tuottavan lyhytaikaisia spontaanin luovuuden hetkiä. Tämänhetkisten aineiden turvallisuus on usein kyseenalainen, mutta niiden pohjalta saattaa olla mahdollista kehittää turvallisempia ja luotettavampia yhdisteitä. Lisäksi työmuistikapasiteetti on yksi tarkoitushakuisen luovuuden vapautta rajoittava tekijä – mikäli viime luvussa mainittuja työmuistia tehostavia hoitoja kehitetään, saattaa tämä jossain määrin kompensoida spontaanin luovuuden osuuden heikkenemistä.

---

175 Dietrich & Srinivasan 2007.

176 Dietrich 2004.

177 Wray 2003.

178 Dietrich & Srinivasan 2007.

Kokonaisuutena maailmassa, jossa ikärappeutuminen on parennettu, saattaa tieteellinen tutkimus jossain määrin hidastua. Kuitenkin kauhuskenariot joissa vain pieni vähemmistö nuoria saa aikaan uutta, vaikuttavat vähintäänkin liioitelluilta.

#### 4.2.3. Moraalinen kehitys

Tieteellisestä kehityksestä erillään on kysymys moraalisesta kehityksestä. Tieteen kohdalla on riittävää, että suhteellisen pieni joukko tiedemiehiä on ajan tasalla uusimmista teorioista. Moraaliin ja etiikkaan liittyvät asiat vaikuttavat kuitenkin koko yhteiskuntaan ihmisten päivittäisten käytöksen muodossa. Aiemmin moraalittomana pidetyt harmittomat asiat voivat käydä hyväksyttäviksi vain, jos niillä on kansan laaja tuki. Jokainen voi koettaa kuvitella, millainen yhteiskunta olisi nykyään, jos keskiajalla eläneet ihmiset olisivat yhä elossa ja pitämässä kiinni senaikaisesta moraalikoodistaan. Sen lisäksi että moraaliset asenteet vaativat muutosta suuremmassa väkijoukossa kuin tieteelliset mielipiteet, ovat ne myös laadullisesti erilaisia. Ne voidaan kokea huomattavasti enemmän oleellisena osana omaa identiteettiä, sen sijaan että niitä tieteellisten kysymysten tapaan pidettäisiin ulkopuolisina tiedonpalasina maailmasta. Tiedemiehen ideaaliin kuuluu vastaanottavuus ja avoimuus uusille ideoille, siinä missä monet päinvastoin ajattelevat vankumattomuuden moraalisista kysymyksistä olevan ihailtavaa.

Miten nopeasti moraaliin liittyvät asenteet muuttuvat, ja miten iso osa siitä on sukupolvivaihdosta?

Seksuaalisuuteen liittyvät normit ovat muuttuneet nopeasti viime vuosikymmeninä, tarjoten hyvän mahdollisuuden tarkasteluun.

Asenteet mm. esiaviolliseen seksiin ovat länsimaissa löyhentyneet rajusti 1900-luvun keskivälin jälkeen. Yhdysvalloista kerätty aineisto<sup>179</sup> (ks. taulukko oikealla) antaa ymmärtää, että iällä on ollut merkittävää väliä asenteiden muutokseen. On kuitenkin merkittävää huomata, että vuosien 1965 ja 1975 välillä asenteet höllenisivät selkeästi jokaisessa ikäryhmässä. Miesten keskuudessa jouduttiin menemään 58–67-vuotiaiden ja naisten keskuudessa yli 68-vuotiaiden ikäryhmään asti, jotta oltaisi saatu kohortti joka ei olisi lieventänyt mielipiteitään sitten viimeksi kysymän. Samat 58–67-vuotiaat miehet, joiden näkemykset eivät olleet ensimmäisen 10 vuoden jaksolla jyrkentyneet, olivat hekin lieventäneet mielipiteitään huomattavasti seuraavan 10 vuoden päästä.

Toisaalta muutosta tapahtui myös vastakkaiseen suuntaan. Erityisesti ne miehet ja naiset, jotka olivat vuonna 1985 kuuluneet ikäryhmään 58–67, olivat

---

179 Ibid.

Negatiiviset asenteet esiaviollista seksiä kohtaan Yhdysvalloissa <sup>1</sup>										
					1965-74/5		1974/5-85		1985-94	
Ikä (miehet)	1965*	1974/5	1985	1994	Muutos (netto)	Muutos (kohortti)	Muutos (netto)	Muutos (kohortti)	Muutos (netto)	Muutos (kohortti)
18-27	68,0	15,5	19,8	15,4	-52,5	-	4,3	-	-4,4	-
28-37	58,1	29,8	19,4	19,4	-28,3	-38,2	-10,4	3,9	0,0	-0,4
38-47	65,7	40,2	31,8	25,6	-25,5	-17,9	-8,4	2,0	-6,2	6,2
48-57	61,2	45,6	38,1	35,8	-5,6	-20,1	-7,5	-2,1	-2,3	4,0
58-67	67,0	58,5	40,6	33,3	-8,5	7,3	-17,9	-5,0	-7,3	-4,8
68+	69,8	61,8	44,9	50,5	-8,0	-5,2	-16,9	-13,6	5,6	9,9
KA	63,3	41,9	32,4	30,0	-21,4	-14,8	-9,5	-3,0	-2,4	3,0
Ikä (naiset)										
18-27	67,9	20,4	20,3	27,7	-47,5	-	-0,1	-	7,4	-
28-37	80,9	37,7	22,3	25,6	-43,2	-30,2	-15,4	1,9	3,3	5,3
38-47	81,2	48,9	39,7	33,3	-32,3	-32,0	-9,2	2,0	-6,4	11,0
48-57	80,0	65,7	57,4	44,8	-14,3	-15,5	-8,3	8,5	-12,6	5,1
58-67	82,7	65,1	56,9	57,0	-17,6	-14,9	-8,3	-8,8	0,1	-0,4
68+	87,5	84,3	72,3	74,6	-3,2	1,6	-12,0	7,2	2,3	17,7
KA	80,0	53,7	44,8	43,8	-26,3	-18,2	-8,9	2,2	-0,9	7,7

1 Scott 1998

*Taulukko 2: negatiiviset asenteet esiaviollista seksiä kohtaan Yhdysvalloissa. Ilmaisee prosenttiosuuden niistä vastaajista, jotka suhtautuivat esiaviolliseen seksiin negatiivisesti. Nettomuutos -sarake kertoo, monellako prosenttiyksiköllä asenteet ovat muuttuneet kyseisen ikäryhmän keskuudessa mittauskertojen välillä. Kohorttimuutos -sarake ilmaisee kyseisen ikäkohortin asenteidenmuutoksen sitten edellisen kyselyn: miten esim. niiden jotka olivat 18-27 -vuotiaita vuonna 1965, asenteet ovat muuttuneet kun heiltä 28-37 -vuotiaina kysyttiin samaa 1975.*

\* Vuoden 1965 tilastoissa nuorin kysyttävä oli 21 vuoden ikäinen.

vuosikymmentä myöhemmin käyneet huomattavasti konservatiivisemmiksi. Syynä saattoi olla vastareaktio nuoremman sukupolven koettuun ylisallivuuteen. Kokonaisuudessaan näyttäisi siltä, että alkuaikoina kohorttien sisäiset asennemuutokset saivat aikaan suurimman muutoksen asenteissa. Loppua kohden sukupolvenvaihdos on kuitenkin ollut pääasiallisena ajavana voimana. Kun tarkastelua laajennetaan suhtautumiseen homoseksuaalisiin suhteisiin, ja kun tarkastellaan myös suhtautumista esiaviolliseen seksiin ja homoseksuaalisuuteen Iso-Britanniassa, saadaan pääpiirteissään samat tulokset: muutos on pääpiirteissään sukupolvenvaihdoksen ajamaa.<sup>180</sup>

Tämä tulos ei kuitenkaan ole ristiriidaton. Alankomaista saadut tulokset antaisivat ymmärtää, että asenteet ovat muuttuneet pääasiassa kiitos periodiefektien eivätkä kohorttieffektien – koska yleinen ilmapiiri on muuttunut, ei koska sukupolvet ovat vaihtuneet<sup>181</sup>. Tarkastellut asenteet olivat esiaviollisen seksin hyväksyttävyyden vakavassa suhteessa (asenne A), esiaviollisen seksin hyväksyttävyyden rakastuneelle tytölle (asenne B), ja esiaviollisen seksin hyväksyttävyyden tytölle joka ei ole rakastunut (asenne C). Vuosien 1965–1975 välillä asenteet höllenivät, jonka jälkeen ne kiristyivät uudelleen. Kun kohorttieffekteillä oli vaikutusta, olivat ne jopa vastuussa asenteiden tiukentumisesta! Tässäkin tarkastelussa vanhimmat ihmiset olivat kuitenkin konservatiivisimpia.

Tutkimustuloksista herääkin kysymys: jos kohorttieffektit saattavat liikuttaa asenteita kumpaan suuntaan tahansa, olisivatko usein vaihtuvat sukupolvet välttämättä mikään tae moraalisesta kehityksestä? Ilmiö näkyy muussakin kuin vain asenteissa seksiin. Yhdysvalloissa 1961–1981 syntynyt sukupolvi on vanhempiaan herkempi rationalisoimaan epäeettistä ostoskäyttäytymistä, kuten näpistelyä kaupasta sekä hyväkuntoisten tuotteiden tarkoituksellista vahingoittamista ja palauttamista<sup>182</sup>.

Kiistämättömältä vaikuttaa silti se, että kokonaisuutena vanhimpien sukupolvien pysyminen kuvioissa pidempään tulee todennäköisesti johtamaan eri asenteiden hitaampaan liberalisoitumiseen. Periodiefektien vaikutusta ei siltikään kannata aliarvioida – moraalikysymykset eivät ole *pelkästään* sukupolvikysymys.

**4.2.4. Määräämättömän eliniän yhteiskunta kokonaisuudessaan**  
Olemme nyt tarkastelleet määräämättömän eliniän yhteiskuntaa eri näkökulmista. Kiistämätöntä on, että siihen liittyy jonkin verran ongelmia

---

180 Ibid.

181 Kraaykamp 2002.

182 Stratton et al. 1997.

– esimerkiksi moraalinen kehitys saattaa hidastua. Mutta siirtyminen keskiaikaisesta yhteiskunnasta moderniin tuotti niinkään kokonaan uusia ongelmia, ja jotkut asiat saattavat nykyään olla huonommin kuin ennen. Harva silti katsoo, että meidän olisi ollut parempi pysyä keskiaikaisessa yhteiskunnassa. Mikä tahansa suuri sosiaalinen mullistus tuo mukanaan uusia ongelmia, eikä ikärappeuman parantaminen ole mikään poikkeus. Muutos on kuitenkin perusteltavissa, mikäli hyödyt ovat haittoja suuremmat. Mikään tähän asti käsittelemämme kohta ei kovin vakuuttavasti osoita, että haitat todella olisivat suurempia kuin hyödyt maailmassa, jossa kenenkään ei tarvitse kärsiä ikääntymisestään.

### Evoluutioheuristiikka

*Ympäristö on muuttunut.* Suhteellisen harvat ihmiset elivät vanhoiksi alkuperäisympäristössämme, kuollen muihin syihin ennen sitä. Tästä johtuen pitkäikäisyyden kehittymiseen ei ollut merkittävää valintapainetta: evoluutio olisi voinut kehittää geenejä jotka olisivat tehneet meistä pitkäikäisempiä, mutta niistä olisi ollut suhteellisen vähän hyötyä.<sup>183</sup> Nykyään ympäristö on selkeästi turvallisempi.

*Arvomme ovat poikkeavia.* Evoluutio ei kehittänyt erityistä pitkäikäisyyttä, koska pitkäikäisyys ei ollut erityinen lisääntymisvaltti. Varhain kuolevat mutta runsaasti lisääntyvät ihmiset levittivät geenejään yhtä tehokkaasti, kuin pitkään elävät ja harvemmin lisääntyvät. Meillä on kuitenkin syitä eliniän pidentämiseen, jotka eivät liity geeniemme leviämisen maksimointiin.

*Evolutiiviset rajoitukset saattavat jossain määrin vaikuttaa.* Evoluution olisi ollut vaikea kehittää osaa, joskaan ei kaikkia, ikärappeuman hoitamiseen ajatelluista hoidoista.

---

<sup>183</sup> Posner 1995.

### 4.3. SENS ja muut suunnitelmat ikääntymisen estämiseksi

Ikääntymisen pysäyttämiseksi tai edes hidastamiseksi tapahtuu monenlaista nopeasti etenevää tutkimusta. Vuonna 2004 pidettiin New Jerseyssä monialainen konferenssi ”Erittäin vanhojen ihmisten luominen: yksilöllinen siunaus vai yhteiskunnallinen katastrofi?” (”Creating Very Old People: Individual Blessing, or Societal Disaster?”)<sup>184</sup>. Sen järjestäjä, tohtori Donald Louria, New Jersey Lääketieteen ja hammashoidon yliopiston professori, uskoo lääketieteen mahdollistavan ainakin 110–120 vuoden eliniät tämän vuosisadan aikana.

Geenimanipulointi ja kantasolu- ja kalorirajoitetutkimus ovat joitakin tämän kehityksen mahdollistajia. Vuonna 2002 tutkijat käyttivät hiiren kantasoluja parantaakseen Parkinsonin tautia sairastavia rottia; 2003 lääkärit ruiskuttivat potilaan omia lihaskantasoluja tämän vahingoittuneeseen sydämeen yrityksenä uudelleenkasvattaa toimivaa sydänlihasta; 2006 hiirien aivoista kerätyillä kantasoluilla palautettiin osa kävelykyvystä rotilla, joiden selkäranka oli murskattu<sup>185</sup>. 2009 raportoitiin, että diabetestä oltiin alustavasti onnistuttu hoitamaan usealla potilaalla ottamalla näiden verikantasoluja ja muokkaamalla niitä tuottamaan insuliinia. Noin kahdesta tusinasta potilaasta 20 sai hoidon avulla säännösteltyä verensokeritasojaan ilman aiemmin tarvitsemaa insuliinipistoksia vuoden ajan ennen kuin alkoi taas tarvitsemaan lääkitystä, ja yksi ei tarvinnut insuliinia yli neljään vuoteen.<sup>186</sup> Samana vuonna kerrottiin projektista tuottaa ihmisille uusia verkkokalvosoluja ikärappeutumisen tuhoamien tilalle. Lääkeviranomaisten hyväksyntää edeltävien ihmiskokeiden on määrä alkaa vuonna 2010 tai 2011.<sup>187</sup>

Samaan aikaan tutkijat ovat kiivaasti selvittämässä pitkäikäisyyden geneettistä taustaa, keräten aineistoa poikkeuksellisen pitkäikäisistä väestöistä ja verraten näiden perimää muuhun kansaan. Kalorirajoitteisuus, nautitun ravinnon määrän raju rajoittaminen, on useassa tutkimuksessa todettu elämää pidentäväksi. Hypoteesi on, että tämä käynnistää elimistössä nälänhädän varalle kehittyneet suojaomekanismit, jotka sen toimintaa hidastaessaan vähentävät myös ikärappeumaan johtavaa kulumista. Reesusapinat joille annetaan 30 prosenttia vähemmän ravintoa kuin yleensä ovat myöhemmälläkin iällä kontrolliryhmää aktiivisempia ja niiden muistii toimii paremmin. Ne kehittävät vähemmän kasvaimia ja verisuonitauteja, ja näyttävät ja toimivat ikäistään nuoremmilta. On epätodennä-

---

<sup>184</sup> Zey 2007, Bicknell 2004.

<sup>185</sup> Zey 2007.

<sup>186</sup> Hawk 2009.

<sup>187</sup> Tomova 2009.



köistä, että kovin moni ihminen saataisiin omaksumaan 600–700 päivittäisen kalorin ruokavalio, mutta monet tutkijat ovat etsimässä tapoja keinotekoisesti aktivoida kalorirajoituksen normaalisti käynnistämiä järjestelmiä kehossa. Joidenkin mukaan pelkästään kalorirajoituksen vaikutuksilla voitaisiin pidentää ihmisten elinikää 150 vuoteen.<sup>188</sup>

Vielä radikaalimpi on Aubrey de Greyn SENS, suunnitelma parantaa ikärappeuma kokonaan. Se ei ole valmis suunnitelma vaan osittain spekulatiivinen tiekartta, yhteenveto ikääntymisen syistä ja mahdollisista tavoista korjata ne. Se jakaa myös voimakkaasti mielipiteitä. MIT Technology Reviewiin osallistuneet haastajat kritisoivat sitä epämääräisyydestä ja ylioptimistisuudesta, jotkut jopa tutkimuksen vääristelystä ja pseudotieteestä<sup>189</sup>. Lehti totesi lopullisessa yhteenvedossaan seuraavasti<sup>190</sup>:

”Lyhyesti sanottuna, SENS on hyvin spekulatiivinen. Monia sen ehdotuksista ei ole toteutettu, eikä niitä voitaisiin toteuttaa nykypäivän tiedellä ja teknologialla. ... saattaisimme anteliaasti sanoa, että de Greyn ehdotukset ovat eräänlaisessa tieteen odotushuoneessa, jossa ne odottavat (mahdollisesti turhaan) itsenäistä vahvistusta. SENS ei pakota monia kokeneita tiedemiehiä olemaan kanssaan samaa mieltä, mutta se ei myöskään ole selkeästi väärin.”

Toisaalta tuomarit myös kritisoivat osaa kriitikoista SENS-ohjelman luonteen väärinymmärtämisestä – sitä ei olekaan tarkoitus tarkastella valmiina tieteellisenä hypoteesina, vaan insinööriprojektina<sup>191</sup>, kenties Apollo-ohjelman tai Manhattan-projektin tapaan. de Greyn perustama, lahjoittajien varoilla toimiva Methuselah-säätiö rahoittaa tutkimusta SENS:in yksityiskohtien tarkentamiseksi sekä uusien ongelmien selvittämiseksi.

Alla oleva yhteenveto SENS-projektista on tiivistelmä de Greyn kirjasta *Ending Aging*, jossa se pääpiirteissään esitellään<sup>192</sup>. Ikääntymiselle on seitsemän eri tunnettua syytä, joista käyn läpi suhteellisen yksityiskohtaisesti parannuskeinot kahteen ensimmäiseen, ja lyhyesti viiteen muuhun. Kiinnostuneita lukijoita, samoin kuin asiantuntijoita jotka huomaavat näissä lyhyissä yhteenvedoissa teknisiä ongelmia, kehoitetaan kääntymään alkuperäisen kirjan puoleen – paljon yksityiskohtia on väistämättä ollut pakko jättää pois. *Ending Aging* -teoksen

---

188 Zey 2007.

189 Weinstein 2006, Estep et al. 2006a.

190 Pontin 2006.

191 Ibid.

192 de Grey & Rae 2007.

arvostelu *Bioscience Hypotheses* -tiedejulkaisussa noudatti TR-tuomarien mielipidettä<sup>193</sup>: kirjassa ei ole olennaisia virheitä tai ongelmia, mutta se on spekulatiivinen ja mahdollisesti turhan optimistinen aikaskaalojen suhteen. Toisaalta jotkut siinä ehdotetut tekniikat saattavat hyvinkin johtaa merkittäviin parannuksiin lähitulevaisuudessa, vaikkakaan eivät heti johtaisikaan niin radikaaleihin edistysaskeliin kuin de Grey toivoo.

de Grey itse vetoaa *ikäääntymispakonopeuden* käsitteeseen. Ensimmäiset onnistuneet hoitomuodot saattavat antaa meille 20 vuotta lisää tervettä elinikää, ja sinä aikana bioteknologia ehtii kehittyä tarpeeksi mahdollistaakseen seuraavan hoitomuodon, joka toivon mukaan antaa toiset 20 vuotta tervettä elinikää. Jos hoitomuodot kehittyvät nopeampaa kuin kehomme ehtivät rappeutua, olemme saavuttaneet ikääntymispakonopeuden, emmekä ole enää vaarassa kuolla vanhuuteen. de Grey myöntää itsekin, ettemme välttämättä ole vielä lähellä ikääntymispakonopeutta – mutta hän uskoo, että se saattaa olla saavutettavissa meidän elinaikanamme. Hän uskoo meidän myös olevan tarpeeksi lähellä sitä, jotta siihen panostamisella olisi väliä – lisärahoitus sille nyt saattaa nopeuttaa sen saapumista.

Oleellista ei välttämättä siis olekaan, ovatko kaikki SENSin ehdotukset oikeita tai ylipäänsä toteutettavissa. Oleellisempaa on, että de Grey on ensimmäinen taho, joka on lähtenyt aggressiivisesti tutkimaan kaikkia mahdollisia tapoja vanhuuden rappeutumisen pysäyttämiseksi. Häneen avoimen kriittisesti suhtautuvatkin ikääntymistutkijat ovat yhtä mieltä siitä, että ala tarvitsee enemmän rahoitusta<sup>194</sup>, ja että ikääntymistutkimuksella voi olla mahdollista viivyttää ikääntymisen haittoja esim. seitsemällä vuodella nykyisestä<sup>195</sup>. de Grey on myös avoin oman strategiansa ulkopuolisille tavoille taistella vanhenemista vastaan: Methuselah-säätiö ylläpitää kahta avointa palkkiorahastoa, joista maksetaan rahaa niille, jotka onnistuneesti ja todistettavasti kehittävät hoitomuotoja hiirien eliniän pidentämiseksi. Tätä kirjoitettaessa palkkiorahastoissa on 1,76 miljoonaa dollaria käteistä ja 2,82 miljoonan verran lupauksia tulevista lahjoituksista. Yhteissumma on 4,58 miljoonaa dollaria, ja se kasvaa jatkuvasti, käyden yhä houkuttelevammaksi kaikenlaisille tutkijoille.

Methuselah teki aiemmin SENS-tutkimusta itse suoraan, mutta nykyään tämä toiminta on erotettu omaksi itsenäiseksi SENS-säätiöksi, joka kylläkin saa Methuselahilta rahoitusta. Tähän on saatu 3,2 miljoonaa dol-

---

193 Bains 2008.

194 Warner at al. 2005.

195 Olshansky et al. 2006.

laria rahoitusta, summa joka kasvaa 6,73 miljoonaan jos eri sitoumukset lasketaan mukaan.<sup>196</sup> Oli SENS-suunnitelma itsessään paikkansapitävä tai ei, sota ikääntymistä vastaan on joka tapauksessa alkanut.

Vaihe	Aikajakso	Vaikutus elinikään	Muutoksen moottorit
1	1900–2000	Eliniänodotteen kasvu neljästäkymmenistä noin kahdeksaan-kymmeneen. Tämä vaihe lisää pääasiassa elinvuosia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antibiootit</li> <li>- Parannukset kansanterveyteen</li> <li>- Parempi ravinto</li> <li>- Sydänohitusleikkaukset</li> </ul>
2	2000–2100	Eliniän pidentyminen sadan ohitse, noin sataankahteenviiteen. Kaikenikäiset ihmiset ovat terveempiä, energisempiä ja fyysisesti ”nuorempia” kuin samanikäiset aiempina aikakausina.	Useimpien kuolettavien tautien parantaminen käyttämällä: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geenimanipulointia</li> <li>- Terapeuttista kloonamista</li> <li>- Kantasoluteknologiaa</li> </ul>
3	2100–	Ikärappeuman parantaminen, kyky elää satoja vuosia.	Soluvanhenemisen eliminointi, tuoreiden ruumiinosien tuotanto.  Atomien ja solujen peruslainalaisuuksien ja käyttäytymisen herruus, käyttämällä mm. nanoteknologiaa.

Taulukko 3: Michael Zeyn arvio elämänpidentennyksen eri vaiheista<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Zey 2007

#### 4.3.1. Soluvoimaloiden sulaminen<sup>197</sup>

Biologiassa *vapaat radikaalit* ovat enimmäkseen happipohjaisia molekyynejä, joiden koostumuksesta puuttuu yksi elektroni. Yhden elektronin menettänyt molekyyli tulee epävakaaaksi, muuttuen kemiallisesti reaktiiviseksi kunnes saa elektronin takaisin. Yleensä molekyyli tekee tämän repimällä elektronin jostain muusta, muuttaen puolestaan sen vapaaksi radikaaliksi. Tämä prosessi jatkuu, tehden tuhoa läpi kehon, kunnes kohtaa antioksidantin. Antioksidantit ovat harvinaisia molekyynejä jotka pysyvät tasapainossa

<sup>196</sup> Methuselah Foundation 2009.

<sup>197</sup> de Grey & Rae 2007, s. 49-76.

vaikka niistä puuttuisikin elektroni, ja ne voivat ”tukahduttaa” alkaneen ketjureaktion.

Valtaosa kehon vapaista radikaaleista syntyy mitokondrioissa, solunsisäissä elimissä jotka muuntavat glukoosin ja muiden yhdisteiden energiaa helpommin käytettävään muotoon (adenosiinitrifosfaatiksi, ATP:ksi). Ajoittain mitokondrion energiankuljetusjärjestelmät hukkaavat elektronin jota olivat kuljettamassa. Tyypillisesti tämä elektroni yhdistyy läheisiin happimolekyyleihin, tuottaen happea jolla on yksi elektroni liikaa ja luoden superoksiidina tunnetun vapaan radikaalin. Äärimmäisen herkkänä yhdisteenä superoksiidit eivät pääse kauas alkulähteestään, vaan tuottavat tuhoa mitokondrion itsensä sisällä. Siinä missä muut soluelimet tuotetaan soluytimessä sijaitsevan DNA:n perusteella, mitokondriot käyttävät kolmen-toista ATP:tä tuottavan proteiininsa syntetisoimiseen omaa DNA:taan. Tämä perimäaines on hyvin lähellä syntyneitä superoksiideja, kärsien jopa sata kertaa enemmän vauriota kuin soluytimen suojissa oleva.

Perinteinen teoria oletti tämän olevan yksi ikääntymisen syistä. Mitokondrioihin kasaantuisi ajan myötä yhä enemmän vahinkoa, heikentäen niiden tehokkuutta ja lisäten vapaiten radikaalien syntyä entisestään. Lopulta solu ei saisi enää mistään energiaa ja kuolisi, jättäen jälkeensä vain vaarallista jätettä. Teorian puolesta oli runsaasti todistusaineistoa. Pitkäikäisemmillä eliöillä esiintyy vähemmän vahinkoa vapaista radikaaleista kuin lyhytikäisemmillä. Eliöiden ravinnonsaannin vähentäminen pidentää dokumentoidusti niiden elinikää, ja samalla vähentää niin vapaiden radikaalien tuotantoa kuin mitokondrioperimän mutaatioitakin. Samaan aikaan vähentynyt ravinto ei vaikuta antioksidanttien määrään mitokondrioiden ulkopuolella, tukien teoriaa siitä, että mitokondrioiden sisällä olevat vapaat radikaalit ovat olennaisessa asemassa. Geenimuunnellut hiiret eivät eläneet sen pidempään kun niiden soluytimien antioksidanttien tuotantoa lisättiin, mutta elivät enimmillään 20 prosenttia pidempään kun niiden mitokondrioiden antioksidanttipitoisuuksia lisättiin.

Kyseinen teoria ei kuitenkaan sovi yhteen muun todistusaineiston kanssa. Mitokondrioiden rakenteeseen kohdistuva vaurio ei voi olla syypää, sillä solun puhtaanapidosta huolehtivat lysosomit hävittävät ajoittain vanhoja mitokondrioita. Tämän jälkeen jäljellejääneet mitokondriot jakautuvat, tuottaen uusia ja terveitä kopioita itsestään. Jakautuva mitokondrio välittää DNA:nsa jälkeläisilleen, joten sen mutaatiot saattaisivat kylläkin välttää tuhon. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että kaikissa tietyn solun mutanttimitokondrioissa ilmenee tietty, sama mutaatio. Täysin satunnaisesti tuhoa tekevien vapaiden radikaalien tulisi tuottaa mitokondrioita joi-

den perimässä on monia erilaisia mutaatioita, ei vain yhtä tiettyä. Vielä oudompaa oli, että mutanttien ilmeneminen on kaikki-tai-ei-mitään -tilanne. Joko soluissa on ainoastaan täysin terveitä, normaaleja mitokondrioita, tai vaihtoehtoisesti niistä löytyy *pelkästään* keskenään identtisiä mutanttimitokondrioita. Valtaosa soluista pysyi myöskin täysin terveisinä, vanhuuteenkin saakka – vanhuksien soluista vain noin prosentti on mutanttimitokondrioiden valtaama. Ehkä kaikkein hämmästyttävimpänä, mutaatiot olivat eri soluissa erilaisia, mutta niissä oli yksi yhteinen tekijä. Ne *sammuttivat* mutatoituneiden mitokondrioiden fosforylaation, prosessin joka tuottaa valtaosan niin ATP:stä kuin vapaista radikaaleistakin. Sen sijaan että vioittuneet mitokondriot tuottaisivat vahingoittuneena yhä enemmän vapaita radikaaleja, ne eivät tuota niitä juuri lainkaan.

Koska jokainen tietyn solun mutanttimitokondrio on perimältään identtinen, on mutaation täytynyt syntyä yhdessä mitokondriossa, jonka jälkeläiset ovat vallanneet solun. Aluksi tämä vaikutti vaikealta uskoa: mutanttimitokondriot ovat *vahingoittuneita* yksilöitä, joiden luulisi pärjäävän *huonommin* kuin terveiden. Ratkaisu arvoitukseen löytyi siitä tavasta, jolla lysosomit valikoivat mitokondrioita hävitettäväkseen. Prosessi ei ole satunnainen, vaan lysosomit hävittävät ensisijaisesti mitokondrioita, joiden ulkopinta on vahingoittunut ja jotka vuotavat sisältöään ympäristöönsä. Mutanttimitokondriot taas ovat sammuttaneet fosforylaatioprosessinsa, joten ne eivät tuota vapaita radikaaleja – eivätkä siten kärsi vahinkoa ulkopintaansa, toisin kuin perimältään terveet mitokondriot. Tuotannon puute ei juurikaan vahingoita mitokondriota itseään, sillä sen lähes kaikki ATP-tuotanto vietäisiin joka tapauksessa muualle soluun. Vahingoittuneita yksilöitä etsivät lysosomit eivät millään tapaa noteeraa ulkokuoreltaan terveitä perimämutantteja, jättäen ne monistumaan rauhassa sillä välin kun perimältään terveemmät yksilöt hävitetään niiden vahingoittuttua tarpeeksi. Lopulta solu on täynnä pelkästään perimämutanttimitokondrioita. Ne ovat kehittäneet ”suojaväriytyksen” solussa liikkuvia ”metsästäjälysosomeja” vastaan.

Normaalisti mitokondrioiden käsittelemät elektronit sidotaan NAD<sup>+</sup>-nimiseen molekyyliin, tuottaen näin NADH -molekyylin. NADH käsitellään osana ATP-tuotantoa, jonka jälkeen se kierrätetään takaisin NAD<sup>+</sup>-muotoon. Tuotannon ollessa sammuneena ei NADH-molekyyleillä kuitenkaan ole paikkaa mennä. Solu tarvitsee NAD<sup>+</sup> -molekyyliä muihinkin tarkoituksiin kuin energiantuotantoon, ja niiden pitoisuus alkaa jatkuvasti laskea, kun NADH:ia tuotetaan mutta ei enää kierrätetä takaisin NAD<sup>+</sup>:ksi. Soluseinässä on kuitenkin mekanismi, jonka kautta NADH

voidaan kuljettaa solun ulkopuolelle, jossa sen elektroni sidotaan happeen ja NADH muuntuu takaisin NAD<sup>+</sup>:ksi, jonka solu ottaa uudelleen talteen. Terveet solut hyödyntävät tätä mekanismia hallitakseen NAD<sup>+</sup>/NADH -tasapainoaan paremmin, mutta mutanttimitokondrioiden valtaamat solut selviävät hengissä sen avulla. Ne eivät saa enää normaalilla tapaa energiaa fosforylaatiosta, mutta kompensoivat sitä nopeuttamalla sitruunahappokiertoaan. Soluissa syntyy tavallisesti jonkin verran ATP:tä jo ennen fosforylaatiovaihetta, sitruunahappokierron osana, ja mutanttien valtaamat solut kiihdyttävät kiertoaan tarpeeksi voidakseen elää sillä.

Prosessi tuottaa kuitenkin runsaat määrät NADH:ia, joka tarvitsee viedä solun ulkopuolelle ja muuntaa siellä takaisin NAD<sup>+</sup>:ksi, tuottaen sivutuotteen superoksidantteja. Itsessään superoksidantit tekevät vain paikallista vahinkoa, sillä ne ovat liian reaktiivisia voidakseen kulkeutua kauas. Ne pystyvät kuitenkin vahingoittamaan ohitsekulkevaa kolesterolia. Kolesterolia käytetään ympäri kehoa soluseinien rakentamiseen, joten sitä kulkeutuu kaikkialle. Oksidanttien radikalisoima kolesterolia levittää vahinkoa niihin soluihin, jotka ottavat sen talteen käyttääkseen sitä raaka-aineena. Yksilön ikääntyessä mutanttimitondrioita syntyy yhä useammassa solussa, tuottaen yhä enemmän sijaintoja jotka oksidoivat niiden läheltä virtaavaa kolesterolia ja levittävät vahinkoa yhä laajemmalti koko kehoon.

#### 4.3.2. Aika pelastaa soluvoimat<sup>198</sup>

Oleellinen osa yllä kuvailtua prosessia on Mitokondrio-DNA:n vahingoittuminen. Kaikki alkaa siitä, että tietyn mitokondrion perimä vahingoittuu oikealla tavalla. Sen jälkeen se välttää lysosomien huomion ja saa tämän edun avulla vallattua koko solun, levittäen muualle kehoon vapaita radikaaleja. Vaikka teorian tarkat yksityiskohdat olisivat pielessä (ja tämä teoria on se, jonka pohjalta de Grey suoritti tohtorintutkintonsa), on mitokondrion perimän vahingoittuminen joka tapauksessa oleellisessa osassa.

Toinen oleellinen huomio on, että mitokondrion perimä vahingoittuu juuri siksi, että se sijaitsee niin lähellä ”ongelmajätettä tuottavaa voimaa”. Jos tämän perimän voisi *kopioida soluytimeen turvaan*, ei kopioitu perimä olisi vastaavassa vaarassa vahingoittua. Mitokondrioperimän tuottavat proteiinit tuotettaisiinkin soluytimessä, josta ne kulkeutuisivat sinne missä niitä tarvittaisiin. Tätä kutsutaan proteiinien *allotooppiseksi* ilmentymäksi – ilmentymäksi eri (allo-) paikasta (topos). Mitokondriot säilyttäisivät edelleen oman perimänsä, joka saattaisi edelleen vahingoittua. Mutta kiitos

---

<sup>198</sup> de Grey & Rae 2007, s. 77-100.

soluytimen jatkuvan proteiinituotannon, kyseiset mitokondriot toimisivat edelleen täysin samalla tapaa kuin jos niiden perimä olisi täysin tervettä. Sen normaalit toiminnot vain hoidettaisiin muualla. Ja koska mutanttimitokondriotkin jatkaisivat toimintaansa normaalisti, kerääntyisi niiden ulko-kuoreen normaalilla tapaa vaurioita. Näin ikääntyvät mutanttimitokondriot joutuisivat lysosomien saaliiksi aivan samalla tapaa kuin muutkin ikääntyvät mitokondriot.

Periaatteessa tällöin olisi edelleen mahdollista, että soluytimeen varastoitu perimän varmuuskopio vahingoittuisi. On kuitenkin hyvin epätodennäköistä, että tämä tuottaisi vastaavaa vahinkoa. Jotta toimimattomat mitokondriot valtaisivat solun, pitäisi sekä jonkin mitokondrion perimän *että* soluytimen varmuuskopioiden vahingoittua. Jo pelkkä mitokondrion vahingoittuminen on epätodennäköistä – ikääntyneilläkin ihmisillä vain prosentti kaikista soluista on mutanttien valtaamia. Solunsisäinen perimä on monta kertaa suojatumpi, ja sitä myös on monta kertaa enemmän. Siinä missä mitokondrion perimä koodaa 13 eri proteiinin tuotantoa, koodaa solun perimä kymmeniä tuhansia. Merkittävät osat solun perimästä eivät koodaa ylipäättään mitään proteiinia, vaan ovat epäaktiivista ”roskaperimää”. Vaikka solun DNA vahingoittuisikin, olisi juuri mitokondrion tarvitseman perimänpätkän vahingoittuminen hyvin epätodennäköistä. Todennäköisyys sekä soluytimen oikean osan että mitokondrion perimän vahingoittumiselle samassa solussa on häviävän pieni.

Miten mitokondrion perimä sitten saataisiin kopioitua soluytimeen? Osoittautuu, että tämän eteen tehdään tutkimustyötä jo nyt. Mitokondriopatiat ovat perinnöllisiä sairauksia, jotka aiheuttaa mitokondrion vahingoittunut perimä. Solut eivät saa tuotettua tarpeeksi energiaa, tuottaen vakavia ongelmia eri elinten toiminnalle, tarkasta sairaudesta riippuen. Aivot, sydän ja lihakset ovat tyypillisesti alttiimpia. Allotooppinen ilmentymä on lupaava hoitomuoto näihin sairauksiin, joten siihen liittyvää tutkimusta rahoitetaan jo nyt. Prosessi ei myöskään olisi ainutlaatuinen, vaan jotain jota evoluutio on tehnyt jo vuosimiljoonien ajan. Mitokondriot eivät alunperin olleet vain yksinkertaisia soluelimiä, vaan itsenäisiä soluihin pesiytyneitä organismeja joilla oli oma laaja perimänsä. Koska mitokondrioiden geenien sijainti altisti ne mutaatioille, kehittyi soluytimiin vähitellen varmuuskopiot niistä. Kun evoluutio oli luonut allotooppiset kopiot, saattoivat alkuperäiset mutatioitua ja kadota turhina olemattomiin. Yli tuhannesta alunperin mitokondriossa tuotetusta proteiinista, vain kolmeatoista tuotetaan niissä edelleen. 1980-luvulta lähtien ovat tutkijat osoittaneet voivansa saada aikaan mitokondrioperimän allotooppista ilmaisuja, joskin aluksi vain hiivoissa.

Saman toistaminen ihmisten soluissa ei luonnollisesti ole täysin suoraviivaista. Jokin voima on tähänkin asti estänyt viimeisiä proteiineja siirtymästä soluytimeen. Yksi ongelma ovat erot mitokondrioiden ja soluytimen geneettisen koodin välillä. Geneettisellä koodilla tarkoitetaan sitä, millaiset jaksot perimää luetaan millaisiksi proteiineiksi, ja tämä tulkinta on ajan saatossa käynyt erilaiseksi mitokondriossa ja soluytimessä. Mitokondrion perimä pudotettuna suoraan soluytimeen olisi tulkintakelvotonta, samalla tapaa kuin jos saisimme eteemme kirjan jonka tekstistä olisi vaihdettu kaikki vokaalit keskenään. Onneksi tämä on modernille bioteknologialle paljon helpompi haaste kuin evoluutiolle. Katsomme vain, mitä aakkostoa käytetään mitokondriossa ja mitä käytetään soluytimessä, ja tuotamme soluytimeen geenejä jotka on käännetty sen aakkostolle.

Suurempi haaste on proteiinien hydrofobisuus. Kunkin kolmentoista proteiinin kemiallisen rakenteen vuoksi ne kirjaimellisesti vetäytyvät kasaan palloksi (kuin ihminen jolla on fobia) joutuessaan tekemisiin veden kanssa. Tällä ei olisi väliä jos proteiinit tuotettaisiin suoraan mitokondrion sisällä, sillä niiden kuuluukin olla siellä kasaanvetäytyneitä. Soluytimessä tuotetuille proteiineille tulee kuitenkin ongelma mitokondrion sisälle siirtymisen kanssa, sille tätä varten rakentuneisiin kuljetuskanaviin eivät kasautuneet proteiinit sovi. Kaikki mitokondriossamme edelleen tuotetut proteiinit ovat hyvin hydrofobisia, ja niistä kaikkein hydrofobisimpia ei koskaan ole siirretty soluytimeen *missään* lajissa.

Ongelma ei silti vaikuta ratkaisemattomalta. Osa kyseisistä proteiineista on menestyksekkäästi siirtynyt soluytimeen muissa lajeissa kuin omassamme. Tutkijat ovat jo osoittaneet, että *Chlamydomonas reinhardtii* -levässä kyseisistä proteiineista kuusi ovat allotooppisesti ilmaistuja. Mikä merkittävämpää, tämän mahdollistavat geenit on onnistuneesti siirretty ihmis-soluihin. Ihmissoluissa ne ovat toimineet juuri halutulla tavalla, saaden kyseisten kuuden proteiinien osalta aikaan normaalin toiminnallisuuden kun mitokondrioiden perimä on ollut vahingoittunutta. Haasteita kuten saman saaminen aikaan kokonaisessa eliössä on vielä tiellä, mutta tulevaisuus näyttää valoisalta. Vastaavalla tavalla on saatu tutkittua evoluution tapoja päihittää hydrofobisuuden ongelma, ja räätälöidä vastaavat ratkaisut omiin geeneihimme. Tästäkin on jo raportoitu onnistuneita tapauksia yksittäisten ihmisten solujen kohdalla. Vaikka näitä tekniikoita kehitetään perinnöllisten sairauksien hoitoon, ei mikään estäisi soveltamasta niitä myös ikäräpeuman hoitoon kunhan ne vielä edistyvät.



### 4.3.3. Päivitetään kierrätyskeskukset<sup>199</sup>

Edellisessä ongelmassa mutatioituneet mitokondriot estivät lysosomeja huomaamasta niitä, mutta myös lysosomit itsessään menettävät toimintakykyään ikääntymisen myötä. Normaalin ainevaihdon sivutuotteena syntyy jatkuvasti kaikenlaisia haitallisia yhdisteitä. Näistä useimmat saadaan hajotettua harmittomasti, joko lysosomien tai yksinkertaisempien siivousprosessien kautta. Kyetäkseen tähän lysosomit tarvitsevat kutakin yhdistettä varten omat entsyyminsä. Ihmiset, joiden lysosomientsyymisissä on puutteita kärsivät usein vakavista kehityshäiriöistä, joissain tapauksissa kuollen varhaislapsuudessa (mm. Niemann-Pickin taudin A-tyyppi). Terveidenkään ihmisten lysosomeissa ei kuitenkaan ole entsyymeitä, jotka kykenisivät rikkomaan *aivan* kaikki sivutuotteet – tietyt pitkäikäiset aineet kestävät lysosomien hyökkäyksen, ja saattavat jopa muuttua siitä haitallisemmiksi. Ne kerääntyvät sekä lysosomien että muun soluytimen sisälle, vahingoittaen niiden toimintaa. Tämän kautta myös lysosomien kyky hajottaa tavallisia yhdisteitä heikkenee, ja niitäkin alkaa kerääntyä, heikentäen siivousprosessia entisestään. Lopulta solu saattaa kuolla kokonaan.

Lysosomien vajaatoiminta on tavalla tai toisella yhdistetty lukuisaan määrään ikääntymisen vaikutuksia, verisuonitaudeista Alzheimerin ja Parkinsonin tauteihin ja verkkokalvon rappeumaan. Tarkkaa toimintamekanismia ei aina tiedetä, mutta perimmäisenä ongelmana on lysosomien kyvyttömyys hajottaa kaikkia yhdisteitä. Näiden yhdisteiden biologinen hajottaminen ei kuitenkaan ole mahdotonta. Ne ovat itseloistavia, ja niitä kerääntyy suuret määrät hautausmaille ruumiiden hajotessa – jos niitä ei jollain tapaa hajotettaisi, hohtaisivat kaikki hautausmaat valoa öisin!

Tässä tutkijat ovat voineet turvautua evoluutioon. Kyseiset yhdisteet ovat korkeaenergisiä, mikä tekee niistä hyödyllistä ravintoa hautausmaiden bakteereille. Kyky hajottaa niitä antaa paikallisille bakteereille kilpailuedun, joka johtaa siihen, että hautausmaiden multaan kehittyy nopeasti hajotuskykyisiä bakteerikantoja. Näitä bakteerikantoja on kerätty talteen, ja niitä tutkitaan nyt, jotta saataisiin selville mitä entsyymeitä ne hyödyntävät. Kaikeksi onneksi vastaavaa tekniikkaa ollaan hyödynnetty 1950-luvulta saakka erilaisten saastehaittojen siivoamiseen, joten työkalut oikeiden entsyymien paikallistamiseen ovat jo olemassa.

Kun oikeat entsyymit on löydetty, jää tehtäväksi saada ne soluihin ja lysosomeihin sisälle. Tällä tapaa keho saataisiin itse rikkomaan haitalliset yhdisteet, ennen kuin ne ehtisivät tuottaa minkäänlaista vahinkoa – samalla

---

199 de Grey & Rae 2007, s. 101-134.

tapaa kuin se rikkoo kaikki muutkin haitalliset yhdisteet. Tähänkin ollaan jo kehitetty joitakin hoitoja, tarkoituksena hoitaa ihmisiä joilta puuttuu normaaleja lysosomientsyymeitä. Tällä hetkellä tarvittavat entsyymit liitetään sopiviin molekyyleihin jotka kuljettavat ne kohdesoluihin, ja ruiskutetaan sitten verisuoneen oikealle alueelle. Prosessi on kohtalaisen toimiva, mutta toistaiseksi on vielä ongelmia saada entsyymit veriaivoesteen lävitse vaikuttamaan myös aivoissa. Ongelman ratkaisemiseksi, samoin kuin prosessin hiomiseksi ylipäättään, on kuitenkin useita mahdollisia vaihtoehtoja, kuten entsyymeitä tuottavien solujen istuttaminen kehoon ja solujen geeniterapia.

#### 4.3.4. Muut ongelmat

Yllä käsiteltiin aineenvaihdunnan sivutuotteita, jotka kerääntyvät solujen sisälle, mutta myös solujen *ulkopuolelle* kerääntyvät aineet ovat vahingoksi. Niiden tunnetuin vaikutus on Alzheimerin taudissa, mutta ne aiheuttavat myös muita, yhtä kuolettavia sairauksia. Tutkijat ovat kuitenkin hyvää vauhtia kehittämässä tapoja, joilla kehon oma immuunijärjestelmä saadaan aktivoitua niitä vastaan. Yksi Alzheimerin tautiin suunniteltu rokote ehti jo edetä ihmiskokeisiin asti, mutta ne keskeytettiin kun rokote aiheutti vakavaa immuunijärjestelmän yliaktivaatiota osalla koehenkilöistä. Kuitenkin keskeytettynäkin tulokset osoittivat usean ihmisen tilan asiasta huolimatta parantuneen. Hiottut rokotteet, joissa ei ole samaa ongelmaa, ovat työn alla, ja niitä on pienellä jatkokehittelyllä mahdollista hyödyntää myös muita solunulkoisista haitta-aineista aiheutuvia tauteja vastaan.<sup>200</sup>

Sokeri on yksi kehon oleellisia energianlähteitä, mutta sen polttaminen ei ole ongelmatonta. Osa polttoprosessin sivutuotteista päättyy muodostamaan proteiinien välisiä ketjuja, sitoen yhteen proteiineja jotka olisivat normaalisti erillään. Näiden ristilinkitysten vaikutus näkyy herkimmin diabeetikoilla, joiden verensokeritasot ovat luontaisesti korkealla, mutta ne ovat myös luontainen osa normaalia ikääntymistä. Ne heikentävät sydäntä ja näköä, munuaisia sekä hermostoa. Asian korjaamiseksi ollaan kehittämässä lääkkeitä, joiden tarkoitus on rikkoa muodostuneet ketjut ja päästää sidotut proteiinit taas vapaiksi.<sup>201</sup>

Jossain määrin epäintuitiivinen havainto on, että immuunijärjestelmän heikkeneminen iän myötä johtuu sen *yliaktiivisuudesta*. Kehon torjuttua sairauden, hajottaa se turhina valtaosan niistä immuunisoluista, jotka tuo-

---

200 de Grey & Rae 2007, s. 134-164.

201 de Grey & Rae 2007, s. 165-199.

tettiin sairauden aikana juuri sitä tautia vastaan. Vain pieni osa jää jäljelle, tarpeeksi tuottamaan immuniteetin seuraavalle kerralle. Ongelma syntyy, kun ihmiseen tarttuu herpes tai jokin muu tauti, jota ei pystytty hävittämään kehosta kokonaan, ja jota vastaan joudutaan taistelemaan kerta toisensa jälkeen koko eliniän ajan. Yksi tyyppinen on sytomegalovirus, lähes oireeton virus jonka kantajia lähes kaikki aikuiset ovat. Kun immuunijärjestelmä on tarpeeksi monta kertaa aktivoitu, lakkaa se vähitellen hajottamasta ylimääräisiä immuunisoluja viimeisimmän taistelun jälkeen. Sen toimintaa säätelevät järjestelmät myös estävät sitä tuottamasta enemmän kuin tietyn määrän soluja, jolloin sille ei enää jää ”ylimääräistä budjettia” tuottaa muihin sairauksiin suunnattuja vasta-aineita kun niitä tarvittaisiin. Tämä ja muut vastaavat ongelmat voidaan ratkaista hävittämällä kehosta liiallisissa määrissä löytyvät solut.<sup>202</sup>

Ikääntymisessä samoin kuin monissa taudeissa on ongelmana olemassaolevien solujen kuoleminen. Se voidaan korjata kantasoluhoidoilla, jotka ovat osoittaneet merkittävää menestystä eläinkokeissa, parantaen niissä mm. nuoruusiän diabeteksen, selkärankavammoja, MS-taudin, aivohalvauksen, Parkinsonin taudin, erään viruksen tuottaman halvauksen muodon, ja ikärappeuman tuottaman sokeuden. Kantasolujen käyttöön liittyvät poliittiset ongelmat ovat Yhdysvalloissa hidastaneet kehitystä, mutta nekin ovat vain hidasteita.<sup>203</sup>

Solujen perimässä on eräs elintärkeä osa, *telomeeri*, joka lyhenee solunjakautumisten yhteydessä. Tämän vuoksi soluissa on geenejä telomeeria pidentävän *telomeraasin* tuottamiseksi. Syövässä solut jakautuvat hallitsemattomasti, telomeraasin tuotannon ollessa avaintekijä tämän mahdollistamisessa. de Grey ehdottaakin telomeraasia tuottavien geenien poistamista kaikista kehon soluista, jolloin kaikkien solujen jakautumismäärälle saadaan absoluuttinen yläraja. Koska tämä olisi itsessäänkin tappavaa, pitää hoitoon lisätä kantasoluviljeltyjen pitkätelomeeristen solujen istutukset säännöllisin väliajoin, esim. muutaman vuosikymmenen väliajoin. Niin hurjalta kuin tämä suunnitelma kuulostaakin, eivät sitä pohtimaan kutsutut asiantuntijat pystyneet löytämään siitä teknisiä ongelmia. Yksi heistä jopa kieltäytyi laittamasta nimeään asiasta laadituun artikkeliin – ei siksi, koska ei uskonut etteikö hoito toimisi, vaan koska uskoi sen toimivan ja näki siinä tavan estää ikärappeuma, projekti jota hän ei ylikansoituksen pelosta halunnut avustaa!<sup>204</sup>

---

202 de Grey & Rae 2007, s. 200–237.

203 de Grey & Rae 2007, s. 238–274.

204 de Grey & Rae 2007, s. 285–308.

## Suosittelua lisäluettavaa

Aubrey de Grey & Michael Rae: Ending Aging

*ISBN 978-0312367077 (pehmeäkantinen), 978-0312367060 (kovakantinen)*

de Grey'n kirja ikääntymisen syistä ja niiden estämisestä. Osiossa 4.3. tarjotun yhteenvedon lähde Sisältää runsaasti lisäyksityiskohtia jotka eivät mahtuneet tähän. Pehmeäkantinen laitos on julkaistu kovakantista myöhemmin, ja sisältää liitteen jossa on tietoa kovakantisen ilmestymisen jälkeen saaduista tutkimustuloksista.

Michael G. Zey: Ageless Nation – The Quest for Superlongevity and Physical Perfection

*ISBN 978-0882822761*

Sosiologin kirjoittama innostava kuvaus maailmasta, joka on rikkaampi, elävämpi ja vapaampi, kaikki kiitos elämänpidennyksen. Ikäräpeuman parantamista on vaikea vastustaa enää millään argumentilla tämän kirjan luettuaan.

Älykkyys, yleistettynä, on kykyä saada asioita aikaan. Superälykkyys voisi olla mahdollista luoda tekoälyllä, aivot ja tietokoneet yhdistämällä tai emuloimalla aivoja tietokoneessa. Emulaatio on teknisesti mahdollista ehkä noin 10–30 vuoden sisään, millä olisi merkittäviä taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia. Aivot ja koneet yhdistämällä voisi olla mahdollista saada samanlaisia tuloksia aikaan. Tämänlainen tutkimus auttaa myös luomaan tekoälyjä, jotka kykenisivät olemaan monella tapaa ihmistä älykkämpiä. Niiden luominen millään tapaa turvallisiksi saattaa kuitenkin olla äärimmäisen vaikeaa.



## 5. Älykkyyssrjähdys

”Määritellään ultraälykäs kone koneeksi joka pystyy ylittämään kenen tahansa ihmisen, vaikka kuinka älykkään, henkiset ponnistukset. Koska koneiden suunnittelu kuuluu myös henkisten ponnistusten alaan, pystyisi ultraälykäs kone suunnittelemaan vielä parempia koneita; tällöin seuraisi epäilemättä ’älykkyyssrjähdys’, ja ihmisen äly jäisi kauas taakse. Näin ollen ultraälykäs kone on viimeinen keksintö jonka ihmiskunnan tarvitsee koskaan tehdä, olettaen koneen olevan tarpeeksi tottelevainen kertoakseen meille miten pitää se kurissa.”

Näin kirjoitti tutkija I.J.Good vuonna 1965 julkaistussa tekstissään ”Spekulatioita liittyen ensimmäiseen ultraälykkääseen koneeseen” (”Speculations Concerning the First Ultraintelligent Machine”). Lähes 30 vuotta myöhemmin matemaatikko ja tieteiskirjailija Vernor Vinge lainasi Goodia omassa artikkelissaan<sup>205</sup>. Vinge kommentoi Goodin jättäneen enimmäkseen huomiotta älykkyyssrjähdysten häiritsevimmät seuraukset – sen, ettei kuvaillunkaltainen laite olisi ihmisyyden työkalu sen enempää kuin ihmiset ovat jänisten työkaluja.

Eräänlaisen älykkyyssrjähdysten voi sanoa olleen käynnissä koko ihmiskunnan historian ajan. Mikäli ihmiset ajatellaan koneiksi, ja yhteiskunnat ihmiskoneiden muodostamiksi järjestelmiksi, on jokainen aidosti hyödyllinen keksintö ollut kehittyneemmän koneen luomista. Ihmiskunnan prototyyppinä toimivat ihmisapinat, joille vähitellen kehittyi alkeellinen kieli. Kieltä osaa-va olento oli kehittyneempi versio ihmisapinoista, ja keksi aikanaan luku- ja kirjoitustaidon. Kirjoitusta osaava ihminen oli yksi ensimmäisiä kyborgoja. Se pystyi siirtämään osan muististaan aivojensa sisältä ulkoiselle alustalle: riimukiviin, pergamentteihin, paperille. Ihminen jonka muistiinpanot tuhottiin tai varastettiin menetti osan muististaan – mutta riskiä tasapainotti se, miten paperilla saattoi säilöä tietoa jonka alkuperäinen biologinen tallennusjärjestelmä olisi saattanut kadottaa. Uusien asioiden oppimiseen ei enää aina tarvinnut opettajaa: opettaja saattoi siirtää tietämyksensä paperille ja antaa sen muiden luettavaksi. Ihmiskone johon oli lisätty lukutaito pystyi oppimaan tehokkaammin kuin aiempi versionsa, ja kun aikanaan keksittiin kirjapaino ja lisättiin sekin koneen osaksi, tehostui tahti entisestään.

---

205 Vinge 1993.

Täyttääkö tämänlainen hiljattainen kehittyminen kuitenkin Goodin määritelmää – onko moderni ihminen ultraälykäs luolamieheen verrattuna? Vertailu on oikeastaan mahdollon, sillä jotta kilpa olisi reilu, pitäisi meidän antaa luolamiehelle ja 2000-luvun ihmiselle tilaisuus oppia samat asiat. Jos kilpailisimme jänisten metsästämisessä täytyisi meidän antaa modernille ihmiselle mahdollisuus oppia jänismetsästys; jos kilpailisimme kirjanpidossa, täytyisi luolamiehelle antaa mahdollisuus oppia kirjanpito. Mutta tietämys asioista on juuri se oleellinen ero, joka erottaa luolamiehen ja modernin ihmisen. Jos näille opetetaan samat asiat, ero katoaa.

Ehkä toimivampi tapa olisi vertailla ihmistä ja vaikka koira: nyt voimme antaa molemmille mahdollisuuden opetella samat asiat. Mutta riippumatta siitä miten paljon sitä opetetaan, koira ei opi hoitamaan kirjanpitoa. Ihminen kyllä oppii helposti ne asiat joita koiralle halutaan opettaa (paitsi sellaiset taidot jotka vaativat koiran aisteja, kuten hajuajäljen seuraaminen), mutta koira ei opi ihmisen taitoja. Koiraan nähden ihminen on ultraälykäs kone.

Ensimmäinen todellinen älykkyysräjähdys olikin ihmisen kehittyminen: tämänhetkisten arvioiden mukaan ihmiskunta kehittyi noin 200 000 vuotta sitten, 3,7 miljardia vuotta sen jälkeen kun maapallolle ensimmäisen kerran syntyi elämää. Geologisessa silmänräpäyksessä – 200 000 on noin yksi kahdeksastoistatuhannesviidessadasosa (1/18 500) 3,7 miljardista – ihmiskunta oli noussut planeetan hallitsevaksi eliölajiksi, lisäten määränsä yli kuuteen miljardiin ja saavuttanut aseman jossa käytännössä mikään muu eliö ei enää pystynyt vakavasti uhkaamaan sen herruutta.

Entä pystyykö ihminen luomaan itseensä nähden ultraälykästä konetta, laitetta joka nousisi hallitsevaan asemaan 18 500 kertaa nopeammin kuin mitä ihmiskunnalta on kestänyt kehittyä näin pitkälle?

Tämän kirjan toisessa luvussa tarkastelimme tekniikoita, joiden avulla tavallisia ihmisiä voitaisiin nostaa älykkyuden normaalivaihtelun alapäästä yläpäähän. Nyt kysymyksenä on kuitenkin, voimmeko luoda älyjä, jotka ovat koko ihmisiä varten suunnitellun skaalan ulkopuolella – joille ero Einsteinin ja kylähullun välillä on yhtä merkityksetön, kuin tyhmimmän ja älykkäimmän koiran välinen ero on meille.

## 5.1. Älykkyys ja superäly

Goodin alkuperäinen määritelmä on ehkä vähän turhan radikaali: jotta kuvailunkaltainen tilanne toteutuisi, ensimmäisen koneen ei tarvitse olla ultraälykäs, ihmistä parempi missä tahansa kuviteltavissa olevassa henkisessä aktiviteetissa.



Jos vaikka luomme tekoälyn joka on sekä tiedemiehenä että hallitsijana parempi kuin kukaan koskaan elänyt ihminen, sen surkeus runoilijana tuskin juurikaan vähentää asian yhteiskunnallista merkitystä. Sana ”kone” implikoi usein jotain muuta kuin ihmistä, mutta myös ultraälykäs ihminen tuottaisi merkittävän efektin. Lasketaan kriteereitä vähän ja tyydytään pelkkään superälyyn – mieleen, jonka yleinen äly ylittää ihmisen radikaalilla tavalla.

Olemme tähän asti puhuneet älykkyydestä varsin epämääräisesti. Toisessa luvussa sillä viitattiin lähinnä ÄO:hon ja g:hen, mutta nämä ovat ihmiselle laadittuja mittareita, eikä niitä voi soveltaa olentoihin kuten koiriin tai tekoälyihin. Osittain pieni epämääräisyys on väistämätöntä, sillä älykyyden määritelmästä ei ylipäättään ole yhtämielisyyttä: Shane Legg ja Marcus Hutter ovat koonneet listan<sup>206</sup> johon sisältyy 71 erilaista määritelmää – niin sanakirjoista kuin psykologeilta ja tekoälytutkijoiltakin. Yhteenvetona jokaisesta 71 määritelmästä todetaan kuitenkin, että seuraavat kolme ominaisuutta tulevat usein esiin niitä lukiessa:

- Älykkyys on yksittäisen toimijan ominaisuus, joka tulee ilmi kun toimija vuorovaikuttaa ympäristönsä kanssa.
- Älykkyys liittyy toimijan kykyyn onnistua tai hyötyä suhteessa johonkin tavoitteeseen.
- Älykkyys riippuu toimijan kyvystä sopeutua erilaisiin tavoitteisiin ja ympäristöihin.

Nämä kolme yhdistämällä päädytään uuteen määritelmään: ”Älykkyys mittaa toimijan kykyä saavuttaa tavoitteita laajassa joukossa erilaisia ympäristöjä.” Tämä sanallinen, vielä jonkin verran epätarkka määritelmä on laajennettu tarkemmaksi artikkelissa *Koneälykkyyden muodollinen määritelmä*<sup>207</sup>, ja nimestään huolimatta se soveltuu älykkyyden mittaamiseen yleisemminkin. Muodollisenakin sen pääsisältö on sama: meillä on erilaisia toimijoita, jotka vuorovaikuttavat ympäristönsä kanssa, ja pyrkivät (kokemustensa ja/tai sisäsyntyisen tietonsa perusteella) muokkaamaan ympäristöä johonkin suuntaan. Älykkäin toimija on se, joka pystyy parhaiten maksimoimaan vaikutuksensa mahdollisimman laajassa ympäristöjen kirjossa. Esimerkiksi shakkitietokone on hyvinkin tehokas muokkamaan shakkilaudan tilannetta haluamaansa suuntaan, mutta se ei pysty toimimaan minkään muunlaisessa ympäristössä, joten sen yleinen älykkyys on hyvin rajoitettu. Koira on shakkitietokonetta älykkäämpi: se ei osaa shakkia lainkaan, mutta sille voidaan opettaa monenlaisia temppeja ja se pystyy elämään monenlaisissa ympäristöissä, aina villikoirasta oloon ihmisen lemmikkinä. Ihmisen yleinen äly on vielä laajempi: ihminen voi oppia paljon monimutkaisempia toimintatapoja

---

206 Legg & Hutter 2007.

207 Legg & Hutter 2006.

(ja siten elämään monimutkaisemmissa ympäristöissä) kuin koira, mukaanluki- en tasapelin saavuttaminen monien nykyaikaisten shakkitietokoneiden kanssa.

Toinen, oleelliselta sisällöltään samanlainen määritelmä on älykkyydestä *optimointiprosessina*<sup>208</sup>. Fysiikan lait sallivat valtaisan määrän tapoja yhdistel- lä keskenään eri atomeita ja hiukkasia – sallittuja yhdistelmiä ovat niin vuoret ja metsät kuin kalusteet ja aivotkin. Rakentaakseen auton joka vie turvallisesti määränpäähän, joutuu rakentaja löytämään kaikista mahdollisista atomien yh- distelmistä sen mitättömän pienen alueen, joka sisältää turvalliset ja toimivat autot. Järjestelmä on sitä älykkäämpi, mitä pienempiin tavoitealueisiin se pystyy onnistuneesti muokkaamaan todellisuutta, mitä laajemmista alkutiloista käsin. Shakkitietokone pystyy hyvin tehokkaasti ohjaamaan todellisuutta sellaiseen ti- laan, joka vastaa sen voittoa shakkipelissä – mutta vain, jos se aloittaa tilasta jossa muut pelaavat shakkia shakin sääntöjen mukaan. Mikäli se joutuu todellisuu- den tilaan jossa tekniikasta raivostunut tammen pelaaja ryntää kirves kädessään tietokonetta kohti aikomuksenaan murskata se, on se voimaton. Voimme nyt nähdä, että superäly on mieli, jonka yleinen äly jompaa kumpaa määritelmää noudattaen on huomattavasti suurempi kuin ihmisen, vastaavalla tapaa kuin ih- misen yleinen äly on huomattavasti suurempi kuin koiran tai ihmisapinan.

Huomaamme myös, että kakkosluvussa käyttämämme tavat nostaa suorituskykyä, kuten työmuistin tai keskittymiskyvyn parantaminen, nostivat samalla myös yleistä älyä. Ne paransivat ihmisen kykyä saavuttaa erilaisia tavoitteita erilaisissa ympäristössä, tai ihmisen kykyä ohjata maailmankaik- keuden tilaa kohti halutunkaltaista. Niiden ja käyttämämme älykkyyden määritelmän perusteella voimme löytää joitakin yleisiä tapoja älykkyyden nostamiseksi. Yksinkertaistetaan kuvaa rajusti, ja ajatellaan mieli, joka saa aistisyötteenään merkkijonoja yksi merkki kerrallaan. Sen ainoana tavoit- teena elämässä on arvata seuraava merkki mahdollisimman tarkasti. Olete- taan, että se on saanut seuraavan syötteen:

I234I234I234

Lyhyen miettimisen perusteella ei meidän ole kovinkaan vaikea arvata seuraavaa merkkiä. Syöte tuntuu toistavan neljän luvun sarjaa.

I234 I234 I234

Seuraava luku olisi oletettavasti siis 1, sitä seuraava 2, ja niin edelleen. Tämän päättelymiseen tarvittiin ainakin seuraavia asioita:

- Tarpeeksi pitkä muisti. Jos pystyisimme pitämään mielessämme vain yhden tai kaksi lukua kerrallaan, emme voisi huomata kuviota joka toistuu neljän luvun välein.

---

208 Yudkowsky 2008a.

- Kyky yleistää asioita abstraktimmiksi käsitteiksi. Meidän on voitava muodostaa käsite ”neljän luvun välein toistuva sarja”, joka ei enää viittaa yksittäisiin numeroihin.
- Tarpeeksi nopeat aivot asian huomaamiseen. Ei olisi kovin hyödyllistä, jos pystyisimme huomaamaan kuvion, mutta meiltä menisi ensin koko maailmankaikkeuden elinikä sen miettimiseen.
- Kyky arvioida, miten pitkään eri lähestymistapoja kannattaa yrittää. Tässä tapauksessa saatoimme nähdä oikean ratkaisun likipitään yhdellä silmäyksellä. Jos tehtävä olisi ollut vaikeampi, olisimme joutuneet miettimään useita mahdollisia vastauksia, testaten niitä ja hyläten ne jotka eivät vaikuttaisi johtavan mihinkään. Tämän voi myös yleistää tapaukseen, jossa meillä olisi yhden tavoitteen sijaan useita erilaisia: joutuisimme ratkaisutapojen lisäksi miettimään, milloin on kannattavampaa antaa jonkin tavoitteen olla ja yrittää jotain muuta.

On ihmisiä jotka sanovat että emme pysty luomaan ihmistä älykkäämpää mieltä, koska emme edes tiedä mitä äly on. Näemme kuitenkin nyt tämän väittämän olevan paikkansapitämätön. Jos pystymme rakentamaan mielen, joka on yhtä älykäs kuin ihminen, voimme tehdä siitä ihmistä älykkäämmän ainakin seuraavilla tavoilla:

- Antamalla sille laajemman työmuistin, jolloin se kykenee paremmin hahmottamaan kuvioita suuremmissakin kokonaisuuksissa.
- Antamalla sille enemmän säilytystilaa oppimilleen asioille, jolloin se voi hakea laajemmasta tietomäärästä asiaan vaikuttavia tekijöitä.
- Antamalla sille suuremman määrän tietoa josta hakea, joko suoraan opettamalla sille enemmän asioita tai tekemällä siitä paremman oppimaan uusia asioita.
- Antamalla sille työkalut muodostaa ja käsitellä korkeamman ja korkeamman tason käsitteitä. Numerosarjojen kohdalla riitti muodostaa käsite (”neljän numeron välein toistuva sarja”), joka oli yhden abstraktiotason ylempänä kuin pelkät numerot. Sen sijaan  $g:n$  käsite vaatii jo useamman tason hahmottamista<sup>209</sup>.

---

209 Käyttäen esimerkkinä koululaisten  $g:n$  johtamista näiden arvosanoista: meillä on oppilaiden pärjääminen kussakin kouluaineessa jonain hetkenä (ensimmäinen taso). Tästä voimme muodostaa käsitteen siitä, miten hyvin kukin oppilas pärjää kussakin aineessa yleisesti (toinen taso). Jos ilmaisemme tämän käsitteen numeroina kunkin aineen kohdalla, voimme huomata, että oppilaat jotka ovat yhdessä aineessa hyviä ovat myös keskimäärin parempia muissa aineissa. Tästä voimme johtaa  $g:n$  käsitteen siitä yhteisestä tekijästä, joka vaikuttaa kaikkiin näihin aineisiin (kolmas taso). Voimme myös kehittää  $g$ -latautuneisuuden käsitteen, osoittamaan miten voimakkaasti tämä tekijä vaikuttaa kuhunkin aineeseen (kolmas tai neljäs taso, vähän riippuen miten asiaa tahtoo ajatella).

- Kehittämällä parempia tapoja lähestymistapojen hedelmällisyyden arvioimiseen, ja antamalla sille työkalut itsekkin kehittää parempia.

Kaikki nämä toimenpiteet johtavat mieleen, joka pystyy saamaan asioita paremmin aikaan maailmassa. Voisimme keksiä huomattavasti lisääkin tapoja lisätä mielen käytännön älykkyyttä: esimerkiksi lisäämällä kyvyn tehdä samaan aikaan useampia asioita ja tarkkailla useampaa tietolähdettä samanaikaisesti. Tätä kautta meidän olisi myös teoriassa mahdollista luoda mieli, joka olisi meihin nähden superäly. Se kykenisi hahmottamaan meitä suurempia kokonaisuuksia, hakemaan tietoa suuremmasta faktamäärästä ja muodostamaan korkeamman tason käsitteitä kuin me. Älykkyyssrjähdykseen liittyisi tällöin superälyjen määrän radikaali kasvu.

Älykkyyssrjähdykseen johtanut kehitys karkaisi hyvin nopeasti tavallisten ihmisten hallinnasta. Tämä siitä huolimatta, että yksittäisillä superälyillä ei aluksi olisi kovin paljon resursseja ja niillä olisi koko ihmiskunta vastassaan. Nimittäin myös ihmiskunnan alkuresurssit olivat hyvin rajoitettuja. Siinä missä muilla lajeilla oli myrkkyhampaita, teräviä kynsiä, siipiä tai kyky hengittää veden alla, ihmisten päävaltti oli älykkyys, jolla kehitettiin tapoja kopioida kaikki muut edut. ”Ihmisillä on vain pehmeitä sormia, liian heikkoja puiden kaatamiseen tai kiven hakkaamiseen – eikä ihmisten keho kuumene lähellekään tarpeeksi jotta voisi sulattaa metallia! Selkeästi ne eivät voi kehittää minkäänlaista teknologiaa tai muuten tulla uhaksi”, olisi senaikainen tarkkailija saattanut ajatella, perustellen ajatuksensa siihen miten kaikki lajit siihen asti olivat menestyneet sisäsyntyisten varusteidensa avulla.<sup>210</sup> Tämä päättely ei olisi kovin erilainen kuin se, joka toteaisi ettei yksittäinen superäly voisi saada nykymaailmassa paljon aikaan ilman rahaa tai liittolaisia. Äly luo keinot.

## 5.2. Tiet älykkyyssrjähdykseen

On ainakin kolme tapaa, joilla superäly voitaisiin saavuttaa<sup>211</sup>:

- Tekoäly: rakennetaan puhtaasti keinotekoinen mieli, joka on suunniteltu olemaan ihmistä älykkäämpi.
- Aivojen ja tietokoneiden yhdistäminen: kehitetään tapoja yhdistää aivot ja tietokoneet toisiinsa siten, että pystymme suoraan hyödyntämään tietokoneiden ominaisvahvuuksia omassa ajattelussamme.

<sup>210</sup> Yudkowsky 2007a.

<sup>211</sup> Sandberg 2008.

- Aivojen emulointi tietokoneella: tutkitaan aivoja, kunnes pystymme luomaan niistä tarkan, tietokoneella pyörivän malin. Tietokoneessa pyöriviä aivoja voidaan muokata vapaammin kuin fyysisiä, samoin kuin esim. kopioida yksittäistä yksilöä usean eri tutkimusryhmän osaksi.

Jokainen näistä vaatii eri teknologioita. Tekoäly vaatii ymmärryksen niistä toimintaperiaatteista joita älykäs toiminta tarvitsee. Aivojen ja tietokoneiden yhdistäminen vaatii tavan liittää elektroniikkaa ja biologiaa toisiinsa aiheuttamatta tulehduksia tai muita terveysongelmia, sekä tavan tulkita aivoissa tapahtuvaa toimintaa. Aivojen simulointi vaatii kyvyn tarkastella aivoja tarpeeksi suurella tarkkuudella, simuloida niitä sillä tarkkuudella sekä tarpeeksi paljon laskentatehoa. Tästä huolimatta nämä teknologiat eivät ole erillisiä: yhdessä saavutetut edistysaskeleet hyödyttävät todennäköisesti myös muita. Usein näitä onkin vaikea erottaa toisistaan.<sup>212</sup>

### Ovatko aivot tietokone?

Tekoälyn mahdollisuutta kritisoidaan ajoittain sillä perusteella, että aivot eivät ole tietokone. Internetistä löytyy pitkiä listoja siitä, missä suhteissa tietokoneet ja aivot eroavat, ja vaikka kognitiivinen psykologia perustuu sille olettamukselle, että aivot ovat eräänlainen tietokone, on osa psykologeista sitä mieltä, että tämä on pelkkä metafora – ja joidenkin mielestä jopa aikansa elänyt sellainen.

Vastaus kysymykseen riippuu käytetystä aivojen ja tietokoneen määritelmästä. Lienee ilmeistä, että mikäli tietokoneeksi määritellään IBM:n tehtailla metallista valmistettu laite, eivät aivot ole tietokone. Vastaavalla tavalla voidaan vedota moniin muihin yksittäisiin eroihin aivojen ja perinteisten tietokoneiden välillä, alkaen siitä että aivot toimivat rinnakkaisesti ja tietokoneet (enimmäkseen) sarjallisesti, siihen että aivot ovat analogisia ja tietokoneet digitaalisia. On kuitenkin hyvä huomata, että 'tietokoneiksi' kutsutut laitteet ovat aikojen saatossa olleet varsin eri tavoilla toteutettuja. Ensimmäiset tunnetut tietokoneen piirrustukset 1800-luvun lopulta olivat höyrykäyttöiselle laitteelle, kun taas hivenen modernimmat tyhjiöputkitietokoneet 1950-luvulta toimivat osittain analogisesti. Lisäksi nykyään kehiteltävät tietokoneet ovat yhä suuremmissa määrin rinnakkaisia sarjallisen sijaan, ja on täysin

<sup>212</sup> Ibid.

mahdollista rakentaa tietokonepiirejä jotka perustuvat analogiselle laskennalle. Tarkat toteutukselliset yksityiskohdat eivät siis ole pääasiallinen kriteeri tietokoneen määritelmälle.

Vastaus kysymykseen löydetään, kun katsotaan aivoja yksittäisten solujen tasolla. Kukin aivosolu toteuttaa tietynlaista algoritmia eli sääntöä siitä, miten toimia. Niiden tarkat säännöt tulevat pohjimmiltaan suoraan fysiikan laeista. Karkeasti yksinkertaistettuna: solun sisään virtaa ulkopuolelta ioneja, jotka tekevät sen kalvon sähkövarauksesta positiivisemman. Jos varauksesta tulee tarpeeksi positiivinen, käynnistää se reaktion joka saa solun mm. erittämään välittäjäaineita jotka lisäävät tai vähentävät ionien virtausta muissa aivosoluissa. Aivosolujen toiminta ei myöskään ole täysin ennaltamäärättyä. Niiden toimintaa ohjaavat molekyylit ajelehtivat osittain satunnaisesti, tavalla joka saa solut suurimman osan ajasta laukemaan siten kuin pitäisi. Tämäkin voidaan kuvata sääntönä, esimerkiksi sellaisena joka laukaisee solun 60% ajasta silloin, kun välittäjäainepitoisuudet ovat tietyn välin sisällä, ja toisenlaisella todennäköisyydellä jos pitoisuudet ovat erilaiset.

Tietokoneiden yleinen määritelmä taas on se, että ne ovat ns. Turingin koneita – matemaattisesti määriteltyjä laitteita, jotka toimivat niille annettujen algoritmien mukaan. Yleisesti hyväksytyn Church-Turingin teesin mukaan mikä tahansa Turingin kone pystyy toteuttamaan minkä tahansa algoritmin, joka vain on ylipäänsä mahdollista toteuttaa. Koska aivosoluja kuvaavat algoritmit toteutuvat aivosoluissa, tiedämme niiden olevan mahdollisia toteuttaa. Täten aivot eivät välttämättä ole tietokone, mutta tietokoneet pystyvät kyllä olemaan aivoja – tai ainakin tekemään täsmälleen ne samat asiat, kuin aivotkin.

Tämä ei toki tarkoita, etteikö aivojen simulointi tietokoneella voisi olla vaikeaa, tai etteivätkö tietynlaiset tietokoneet olisi tehtävissä parempia kuin muut. Hyvin hitaalta tai tehtävään huonosti soveltuvalta tietokoneelta voisi kestää vuosisata mallintaa sekunti aivojen toimintaa, tai sillä voisi olla liian vähän muistia jotta tehtävää voisi käytännössä suorittaa lainkaan. Nämä ovat kuitenkin käytännön ongelmia – periaatteellisella tasolla ei ole mitään, mikä estäisi asiaa.

### 5.3. Superälyehdokas:Aivoemulaatio

*Emulaatio* on tietojenkäsittelystä peräisin oleva termi, jolla tarkoitetaan jonkin ohjelman tai laitteiston toiminnan tarkkaa toisintamista toisessa ohjelmassa. Se eroaa simulaatiosta sillä, että siinä missä simulaatio kopioi vain ulkoiset tulokset, emulaatio toistaa tiettyyn rajaan saakka myös kaiken sisäisen toiminnan. *Aivoemulaatio* tarkoittaa ohjelmistoa ja laitteistoa, joka tarkasti toisintaa aivojen toiminnan.<sup>213</sup> Toteutuessaan tällä teknologialla olisi merkittäviä hyötyjä: se mahdollistaisi lääkkeiden tarkemman kehittämisen ja testaamisen, auttaisi valottamaan aivojen toimintaa ja luomaan samoja päättelytapoja hyödyntäviä tietokoneohjelmia, ja kaikkein kehittyneimmillään sallisi elämän puhtaan virtuaalisessa ympäristössä, ilman pelkoa sairauksista tai onnettomuuksista. Ihmiset voisivat jopa kopioida itseään, asia jolla olisi merkittäviä vaikutuksia talouteen. Tästä tarkemmin hieman myöhempänä.

Oxfordin yliopiston yhteydessä toimiva Future of Humanity Institute julkaisi vuoden 2008 lopussa aivoemuloinnin tiekartan<sup>214</sup>. Siinä on käyty lävitse ne teknologiset edistysaskeleet, joita vielä tarvitaan ennen kuin aivojen emulointi käy mahdolliseksi. Raportin lopputulos saattaa olla yllättävä: periaatteellisia teknologisia esteitä ei näyttäisi olevan olemassa, vaan toimivan emulaation toteuttamiseen tarvitaan vain jo nykyään olemassaolevan tekniikoiden kehittämistä. Käymme seuraavassa läpi sen joitakin merkittävimpiä tuloksia. Kiinnostuneita lukijoita suositellaan lukemaan koko raportti, sillä se on ilmaiseksi saatavissa ja on enimmäkseen kirjoitettu maallikoillekin avautuvalla tavalla.

#### 5.3.1. Suora emulaatio<sup>215</sup>

Merkittävin emulaation mahdollistaja on se, ettei sitä varten tarvitsi ymmärtää aivojen toimintaa läpikotaisin. Sen sijaan tarvitsemme vain tietokannan aivojen matalan tason yksityiskohdista, sekä tietämyksen niistä säännöistä, jotka muuttavat näitä yksityiskohtia hetkestä toiseen. Tietämys siitä *miksi* tietty aivokuoren osa on järjestäytynyt tietyllä tavalla on erillinen tietämyksestä siitä, *miten* se on järjestäytynyt. Täydelliseen emulaatioon ei tarvita täydellistä tietämystä kaikista aivojen toimintaperiaatteista: mikäli esimerkiksi yksittäisten hermosolujen toiminta tuottaa koko aivojen tasolla

---

<sup>213</sup> Sandberg & Bostrom 2008.

<sup>214</sup> Ibid.

<sup>215</sup> Ibid.

näkyviä kuvioita, tuottaa monien hermosolujen toiminnan tarkka mallintaminen samat kuviot vaikei niitä erikseen lähdeittäisi tuottamaan. Koko-aivoemulaatiota ei tosin voi silti luoda ilman *mitään* ymmärrystä aivojen toimintaperiaatteista. Se tarvitsee malleja ja teorioita joiden perusteella voidaan tunnistaa ne yksityiskohdat, joiden toistaminen on oleellista, ja joiden perusteella emulaation oikeellisuutta voidaan testata.

Oleellisin kysymys emulaatiota luotaessa on, miten erillään voidaan käsitellä aivojen toimintaa eri mittakaavoilla. Esimerkiksi lasersäteiden atomien vuorovaikutus elektromagneettisen kentän kanssa noudattaa tiettyjä dynamiikoita, joiden perusteella säteen käyttäytyminen voidaan ennustaa pelkäämään näiden yksinkertaisempien dynamiikoiden perusteella, ilman tarvetta tarkastella yksittäisiä atomeita. Ohjelmoijan ei tarvitse tietää mitään siitä, miten tietokone fyysisellä tasolla toimii – hänen riittää kirjoittaa selkeämpää ohjelmakoodia, joka puolestaan muokkaa fyysistä tasoa hänen puolestaan. Lentokoneen suunnittelijan ei tarvitse laskea jokaisen yksittäisen ilmamolekyylin käyttäytymistä sen kohdatessa lentokoneen rungon<sup>216</sup>. Toisaalta mikäli tämänlaista eroa matalan ja korkean mittakaavan välillä ei ole, ei korkeamman mittakaavan ilmiöitä voida ennustaa toisintamatta koko alemmaa tasoa.

Aivoissa on jonkin verran ehdokkaita tämänlaisille rajapinnoille, joiden kohdalla skaala vaihtuu ja käy riittäväksi mallintaa korkeamman tason dynamiikat ja jättää alemman tason yksityiskohdat huomiotta. Yksi vaihtoehto on hermosolujen välisissä synapseissa, missä synaptisen toiminnan tarkat kemialliset yksityiskohdat voi olla mahdollista korvata yksinkertaistetulla mallilla niiden vaikutuksesta signaalointiin ja synapsien välisiin vahvuuksiin. Toinen mahdollinen raja saattaisi kulkea yksittäisten molekyylien ja molekyylikonsentraatioiden voimakkuuksien välillä. Vähemmän todennäköinen kandidaatti voisi olla korkeammalla tasolla, mikäli aivokuoren hermosolukolumnien aktiviteetti on oleellisempaa kuin yksittäisten hermosolujen toiminta. Mikäli osoittautuu, ettei mitään tämänkaltaista rajaa ole, tekisi se kokonaisten aivojen emuloinnista käytännössä mahdotonta. Tiekarttaa laatimassa olleet tutkijat uskoivat kuitenkin, että raja on olemassa, ja mallintamiselle suotuisassa kohtaa.

Aivojen emulaatio vaatii kolmea asiaa: kykyä fyysisesti skannata aivot ja kerätä tarpeelliset tiedot, kykyä tulkita ne tiedot ja rakentaa niistä ohjelmallinen malli, ja kyvyn toteuttaa ja simuloida kyseinen malli. Jokainen näistä pääkategoriaista vaatii puolestaan omien alaongelmiensa ratkaisemista.

---

216 Kaikissa näistä esimerkeistä on siis kyseessä siirtymä matalammasta abstrakti-  
otasosta korkeampaan: ks. abstraktiotasoista aiemmin kohdan 5.1. alla.



Aivojen tarkka kuvantaminen vaatii tapoja valmistella aivoja sitä varten. Tiekartta keskittyy käsittelemään destruktiivista kuvantamista, jossa aivot leikellään ja kuvataan esim. heti kuoleman jälkeen, mutta se käsittelee lyhyesti myös spekulatiivisempia tapoja luoda kuvannettavasta yksilöstä malli aiheuttamatta tuhoa.

Kuvattavat aivosolut tarvitsee erottaa muusta kudoksesta, säilöä ja mahdollisesti värjätä. Koska useimmat kuvantamismenetelmät eivät pysty käsittelemään suuria tilavuuksia kerrallaan, aivot täytyy leikata pienempiin paloihin. Näin erillisiin paloihin leikatut solut osineen on voitava tunnistaa ja yhdistää. Aivotutkimuksessa on jo metodeja tähän, mutta kokoaivoemuutaation asettamat laatuvaatimukset ovat tiukemmat.

Varsinaisessa kuvantamisessa suurimmat haasteet ovat tarvittavan resoluution saavuttaminen pienimpien tarvittavien osien kuvantamiseksi, kyky kuvantaa aivot kokonaan (joskaan ei välttämättä kerralla), ja kyky kuvata se informaatio, joka on toiminnallisesti oleellista.

Kuvantamiseen on useita erilaisia tekniikoita, kuten optinen, MRI-, röntgen- ja elektronimikroskopia, kemiallinen analyysi sekä spekulatiivisemmin nanokonepurkaminen. Esimerkiksi elektronimikroskopia lähettää kohdekudokseen elektroneita (transmission electron microscopy, TEM) tai heijastaa ne sen pinnalta (scanning electron microscopy, SEM). Se kykenee parhaimmillaan kuvaamaan aivokudosta tarpeeksi korkealla resoluutiolla, jotta kuvista voidaan laskea yksittäisten synapsien välittäjäaineita sisältävien synapsirakkuloiden määrät. Suurin haaste sen suhteen on automatisoida kuvantamisprosessi niin, että se voidaan suorittaa tarpeeksi nopeasti ja tarpeeksi suurella herkkyydellä.

Esimerkkihaasteena kuvantamiselle mainitaan kissojen ja kädellisten näköaivokuoren  $V_1$ -alueen tarkkojen piirien kuvaaminen. Tämän alueen karkeat toiminnalliset ominaisuudet ovat olleet tiedossa jo vuosikymmeniä, mutta tietojen puute sen tarkasta rakenteesta on rajoittanut ymmärrystä sen hienovaraisemmista ominaisuuksista. Varhainen aivoemulaatiokoe voisi ottaa tavoitteekseen kuvata muutaman  $V_1$ -alueen solun tarkan toiminnan niiden osallistuessa saamansa näkö tiedon suunnan pääättelemiseen. Tämä vaatisi usean tusinan  $V_1$ :n eri kerroksissa sijaitsevien aivosolujen keskinäisten yhteyksien kuvaamista, sekä niihin  $V_1$ -alueen ulkopuolelta tulevien yhteyksien seuraamista. Kokonaisuudessaan tarvitsisi kuvantaa yli sata aivosolua ja tuhansia synaptisia yhteyksiä kymmenisen kuutiomillimetrim alueella. Eräs automaatiotekniikka on kyennyt timanttiveistä käyttäen leikkaamaan äärimmäisen ohuisiin siivuihin aivojen alueen, joka on kooltaan sadasosa tästä. Jos se pystyisi toimimaan samalla nopeudella, pystyisi se leikkele-

Kuvantaminen	Esikäsittely		Kuvannettavien aivojen valmisteleminen, oleellisen mikrorakenteen ja tilan säilyttäminen
	Fyysinen käsittely		Tavat manipuloida kokonaisia aivoja ja niiden osia ennen ja jälkeen ja skannauksen aikana
	Varsinainen kuvantaminen	Tilavuus	Kyky kuvantaa kokonaisia aivojen osia kohtuullisin ajallisin ja rahallisin kustannuksin
		Resoluutio	Kuvantaminen tarpeellisella resoluutiolla rekonstruktiota varten
		Toiminnallinen informaatio	Kuvantaminen pystyy havaitsemaan kudoksen toiminnallisesti oleelliset ominaisuudet
Käännös	Kuvankäsittely	Geometrinen korjaus	Kuvannuksessa syntyneiden vääristymien korjaaminen
		Datan interpolointi	Puuttuvan datan käsitteleminen
		Kohinan poisto	Kuvannuslaadun parantaminen
		Tracing	Rakenteen tunnistus ja muokkaaminen eheäksi kolmiulotteiseksi malliksi
	Kuvannuksen tulkinta	Solutyyppien tunnistus	Solutyyppien tunnistaminen
		Synapsien tunnistus	Synapsien ja niiden yhteyksien tunnistaminen
		Parametrien arviointi	Solujen, synapsien ja muiden entiteettien toiminnallisesti olennaisten parametrien arviointi
		Tietokannat	Tuotetun tiedon tallentaminen tehokkaalla tavalla
	Ohjelmistomalli neuroalises- tasta järjestelmästä	Matemaattinen malli	Malli entiteeteistä ja niiden käytöksestä
		Tehokas implementointi	Mallin implementointi
Simulaatio	Tallentaminen		Alkuperäisen mallin ja emulaation senhetkisen tilan tallennus
	Kaistanleveys		Tehokas suorittimien välinen viestintä
	Keskussuoritin		Laskentateho simulaation pyörittämiseen
	Kehon simulointi		Virtuaalisessa ympäristössä tai robotin kautta toteutettu kehon simulaatio
	Ympäristön simulointi		Virtuaalinen ympäristö virtuaaliselle kehölle

*Taulukko 4.: kokoaivoemulaatioon tarvittavat teknologiat. Mukailtu lähteestä (Sandberg & Bostrom 2008). Värikoodit ilmaisevat kunkin teknologian kehitystä edistäviä tekijöitä.*

- ☐ Teknologiat kehittyvät Mooren lain ja yleisten laskentatehovaatimusten ajamina.
- ☐ Teknologioilla on kaupallisia sovelluksia mm. tietokonepeleissä.
- ☐ Teknologiat hyödyttävät yleistä aivotutkimusta, ja niitä kehittävät akateemiset tahot.
- ☒ Teknologioita, joilla ei välttämättä ole sovellutuksia kokoaivoemulaation ulkopuolella, ja joiden kehitys ja rahoitus on epävarminta.

mään tämän kymmenen kuutiomillimetrin alueen kuvannettavissa oleviin siivuihin noin kolmessa kuukaudessa. Näihin siivuihin voitaisiin soveltaa karkeamman resoluution kuvantamismenetelmiä ja etsiä näistä kuvista ne aivosolut, joista ollaan kiinnostuneita. Nämä solut voisi kuvantaa erikseen tarkemmilla menetelmillä. Tähän menisi parhaassa tapauksessa muutamia kuukausia. Näin saavutettu alustava läpimurto tuottaisi todennäköisesti lisäkiinnostusta ja lisäinvestointia tehokkaampiin ja nopeampiin kuvantamis- ja emulointiteknologioihin, lopulta saavuttaen kokoaivoemulaatioon tarvittavan tason.

Nykyisillä tekniikoilla pelkän kymmenen kuutiomillimetrin tarkka kuvantaminen voisi viedä kaksi vuosisataa. Tietokoneteollisuus kehittää kuitenkin elektronimikroskopiaa aggressiivisesti tehokkaammaksi ja nopeammaksi voidakseen tuottaa pienempiä, nykYTEknologialla mahdottomia piirejä. Nykyiset SEM-laitteet käyttävät vain yhtä elektronisädetä kerrallaan, mutta tuhatta sädetä samanaikaisesti käyttävät koneet vaikuttavat mahdollisilta kymmenen vuoden sisään. Voimme ajatella tilanteen, jossa noin tuhat leikkeliöntikonetta, kukin kymmenen kertaa nykyistä nopeampia, leikkelsi yksittäiset aivot 50 nanometrillä mittaisiin paloihin kolmen ja puolen vuoden aikana. Tästä aineistosta riittäisi kuvantaa noin kymmenesosa tarkasti, käyttäen karkeampia kuvannusmenetelmiä esim. solujen sisäisen tilan kuvaamiseen. Tuhannella tuhatta sädetä hyödyntävällä SEM-koneella koko aivojen kuvantaminen voitaisiin saada päätökseen alle neljässä vuodessa.

Kuvannustiedon kääntäminen ohjelmistoksi vaatii kehittyneitä kuvankäsittelyä, kykyä tulkita kuvamateriaalista simulaatiolle oleelliset parametrit, ja tarpeeksi tarkkaa laskennallisen neurotieteen mallia. Kuvankäsittelyn on pystyttävä käsittelemään kuvannuksessa väistämättä ilmaantuvia ongelmia, kuten kuvien vääristymiä ja kohinaa ja ajoittaista puutteellista tietoa. Siihen kuuluu keino pakata kerätty tieto tehokkaasti, ylenmääräisen levytilatarpeen välttämiseksi. Kuvannuksentulkinta hyödyntää kerättyä tietoa havaitakseen solujen väliset yhteydet ja tunnistaakseen synapsit ja solujen tyypit. Muut simulaation parametrit, kuten solujen elektrofysiologia ja eri geenien ilmeneminen, joudutaan arvioimaan.

Kuvankäsittely ja -analyysi on kypsä tieteenala jolla on monia kaupallisia ja tieteellisiä sovelluksia. Sen suurimmat haasteet tulevat kokoaivoemulaatiolle ominaisista sovellutusalueista, joita ei ole muuten tutkittu. Parametrien arviointi kuvien perusteella saattaa osoittautua haastavaksi, mutta tuskin mahdottomaksi.

Ohjelmistomalli taas sisältää sekä matemaattisen mallin neuraalisesta aktiivisuudesta, että tapoja kyseisen mallin tehokkaaseen toteuttamiseen

tietokoneilla. Laskennallinen neurotiede pyrkii mallintamaan entiteettien kuten verkostojen, aivosolujen, synapsien ja oppimisprosessien toimintaa. Kokoaivoemulaatiota varten sillä on oltava tarpeeksi hyviä malleja kaikista oleellisista alajärjestelmistä.

Varsinaisen emulaation pyörittämiseen tarvitaan laskentatehoa perusemulaation, tarpeeksi realistisen kehosimulaation, ja mahdollisesti simuloidun ympäristön pyörittämiseen. Pelkän laskentatehon lisäksi tarvitaan muistia mallin säilömiseen ja käsittelyyn, sekä kaistanleveyttä laskentayksiköiden välisille yhteyksille.

Kohtalaisen realistisia kehonmalleja pystytään simuloimaan jo nykypäivän teknologialla, ja niitä käytetään ergonomian testaamiseen. Virtuaali-maailmojen simulaatio on tähän asti keskittynyt näkö- ja kuulotiedon mallintamiseen, jättäen muut aistit vähemmälle. Näkö- ja kuulotieto ovat kuitenkin myös eniten laskentatehoa vaativia mallintaa, joten muiden aistien lisääminen ei kasvattaisi tehovaatimuksia kohtuuttomasti. Kohtuullisen realistisen maailman simulointiin vaadittava laskentateho olisi joka tapauksessa vain pieni osuus aivoemulaation itsensä tarvitsemasta.

Tietotekniikan nykyisillä kehitysnopeuksilla kokoaivoemulaatioon tarvittaneen noin kahdeksastatuhannesta miljoonaan teratavuun muistia, riippuen siitä miten tarkkaan aivoja tarvitsee emuloida. Tämä määrä on ostettavissa miljoonalla dollarilla varhaisintaan vuosina 2019–2029, tai aiemmin mikäli rahaa käytetään enemmän. Laskentatehon kehitys noudattaa samanlaista kaavaa. Sen todennäköisin tarve tulee olemaan  $10^{18} - 10^{25}$  liukulukulaskentaa sekunnissa, mikä on saavutettavissa supertietokoneilla miljoonan dollarin hintaan välillä 2019 ja 2044. Karkeat arviot muiden lajien aivojen koosta antavat käsityksen siitä, missä vaiheessa niiden aivoja voitaisiin emuloida. Makakiapinoiden kohdalla emulaatio on luotavissa kolmesta viiteen vuotta aiemmin kuin ihmisillä, kissojen kohdalla kuudesta kymmeneen vuotta aiemmin, rottien kohdalla kymmenestä kuuteentoista vuotta aiemmin, ja hiirten kohdalla yhdestätoista yhdeksääntoista vuotta aiemmin. Mehiläisten emulointi vaikuttaisi laskentatehon puolesta mahdolliselta jo nykyään.

Useimmat kokoaivoemulaatioon tarvittavat teknologiat kehittyvät joko itsenäisesti toisistaan, tai muodostavat ryhmiä jotka kehittyessään edistävät muiden teknologioiden kehitystä. Ei ole yhtä teknologiaa joka olisi ehdottomasti tarpeen kehittää ennen kuin muita emulaatioon tarvittavia alueita voitaisiin alkaa tutkimaan, mutta hitaus yhdellä osa-alueella voi silti jarruttaa muita siihen liittyviä. Toteutuakseen kokoaivoemulaatio vaatii kohtuullista kuvantamisresoluution kasvattamista, merkittävämpää kuvantamisen

ja kuvankäsittelyn automaatisaation kehittymistä, tutkimuspanostusta aivosolujen ja synapsien toiminnallisten ominaisuuksien analysointiin, ja kohtalaisen rutiininomaista laskennallisen neurotieteen mallien ja tietokone-laitteiston kehittymistä. Laskentateho ja rahoitus suuria automatisoituja kuvantamis- ja prosessointilaitoksia varten ovat ne vaatimukset, jotka todennäköisesti jarruttavat sen toteutumista pisimpään.

### 5.3.2. Kyborgisaatio, mielen siirtäminen

Yllä kuvailtu prosessi voi monien näkökulmasta olla epätydyttävä, sillä alkuperäiset aivot tuhoutuvat osana siirtoa. Paikkansapitävästi tai ei, tämä voidaan kokea alkuperäisen yksilön kuolemana ja ”pelkän kopion” tuottamisena<sup>217</sup>. Kuitenkin myös asteittaisempi, alkuperäisen säilyttävä siirtymä saattaa olla mahdollinen.

Äsken puhuimme aivojen suorasta kopioinnista, ilman että niiden toimintatavoista ymmärrettäisiin juurikaan. Mutta aivot eivät ole salaperäinen musta laatikko jonka toiminnasta ei tiedetä mitään. Monista osista tiedetään jo kohtalaisen hyvin, millaisia toimintaperiaatteita ne noudattavat, vaikka aivan tarkkaa biologista toteutusta ei tunnetakaan. Yksittäisten solujen tasolla on vielä paljon asioita jotka ovat hämärän peitossa, mutta tutkijat ovat onnistuneesti valottaneet aivojen toimintaa korkeammalla ver-

---

217 Tämä ei välttämättä ole perusteltua. Nykytietämykseen mielen toiminnasta vaikuttaisi paremmin sopivan hypoteesi, jossa kokemus minän jatkuvuudesta on pelkkä muistojen tuottama illuusio. Tätä asiaa sivuttiin jo kolmannen luvun alussa – minäkäsitys ja minuus on mielen itsestään muodostama malli. Mallina ja mielen osana se on väistämättä epätäydellinen, ja laadittu niiden mielen ominaisuuksien perusteella, jotka ovat pysyneet samoina. Koska se välttämättä perustuu minuuden samoina pysyneisiin osiin, on se sokea siinä jatkuvasti tapahtuville muutoksille, tuottaen harhan yhtenäisestä ja jatkuvasta mielestä. Kuitenkaan oletus kunkin ”sielusta”, epämääräisestä tekijästä joka tekee yksilön illalla nukkumaan menneestä ja aamulla heränneistä versioista samoja, mutta erottaa tietyissä aivoissa olleen ja nämä aivot tuhoamalla valmistetun emulaation toisistaan, ei anna meille mitään hyödyllistä. Kun tämä oletus hylätään, ja todetaan että on vain eri mieliä jotka enemmän tai vähemmän muistuttavat toisiaan, ei erottelussa ”alkuperäisen” tai ”kopion” välillä enää ole järkeä. Tarpeeksi tarkka emulaatio jostakin mielestä on se mieli, huolimatta siitä sattui-ko se aiemmin sijaitsemaan ruumiissa joka nyt on tuhoutunut. Toisin sanoen: aivosi tuhoamalla valmistettu elektroninen mieli on kyllä vain kopio sinusta, mutta vain siinä mielessä kuin viiden minuutin päästä elävä sinä on vain vähän muutettu kopio sinusta nyt.

kostotasolla. Toistaaksemme aiempana käytetyn vertauksen: ohjelmoijan ei tarvitse tietää tietokoneen fyysisten sirujen toimintaperiaatteita, vaan hänelle riittää tietää, miten manipuloida korkeamman ohjelmaston toimintaa pyörittävät. Tutkiakseen kaupungissa tapahtuvan liikenteen ilmentämiä lainalaisuuksia ja sitä, millainen tieverkosto tai joukkoliikennejärjestelmä kannattaisi rakentaa, ei tarvitse tietää miten autojen polttomoottorit toimivat. Tutkijoiden luomat mallit eivät aina toimi täysin samalla tapaa kuin niiden biologiset esikuvat, mutta tuottavat silti samanlaisia tuloksia. Joidenkin tutkijoiden mukaan tämän hetken suurin ongelma ei olekaan tiedon puute, vaan se, että aivoista tiedetään liikaa ja se kaikki tietämys pitäisi saada sovitettua yhtenäisiin malleihin<sup>218</sup>.

Aivojen kuulo- ja näköjärjestelmistä on rakennettu varsin hyviä malleja<sup>219</sup>. Viime aikoina on ollut useita tutkimuksia, joissa aivokuvantamisen avulla on onnistuttu päättämään, mitä kuvaa koehenkilöt ovat kuvannushetkellä katselleet. Näistä kirjoitushetkellä tuorein<sup>220</sup> sai maallikoidenkin keskuudessa runsaasti huomiota. Japanilaiset tutkijat loivat siinä mallin, joka pystyi aivokuvan perusteella hyvin tarkasti uudelleenrakentamaan koehenkilölle ro-xo -ruudukolla näytetyn mustavalkoisen kuvan. Tutkijat kokeilivat myös luoda satunnaisesti suuren määrän kuvia uudelleenrakennetun rinnalle, ja verrata näitä alunperin näytettyyn kuvaan. Kun vertailtavia kuvia oli sata, muistutti uudelleenrakennettu kuva lähes joka kerralla enemmän alkupe-  
räistä kuin mikään muu. Kun satunnaisia kuvia luotiin yli kymmenen miljoonaa, pystyttiin uudelleenrakennettu kuva saamaan kaikkein tarkimmaksi yli kymmenesosassa tapauksista.

Hippokampus on aivojen osa, joka on oleellinen muistojen syntymiselle: siitä on ollut useita vuosia kehitteillä keinotekoinen versio, jolla voitaisiin tarpeen tullen jopa korvata alkuperäinen. Suomessa on Teknillisellä korkeakoululla kehitetty pikkuaivojen toimintaa simuloiva malli, jota ollaan tällä hetkellä tuotteistamassa – tähdäten aluksi yksinkertaisiin palvelusroboteihin, mutta lopulta laajentaen todellisiin tekoälyihin saakka.

Mikäli kehitetään keino luotettavasti ja ilman riskiä yhdistää aivoihin elektroniikkaa, ei ole erityistä syytä, miksi tarvitsisi rajoittaa pelkästään olemassaolevien ominaisuuksien toistamiseen. Riittävä ymmärrys aivoista voi mahdollistaa myös kokonaan uuden toiminnallisuuden lisäämisen. Aivoihin liitettyyn ”lisäkovalevyyn” voisi esimerkiksi olla mahdollista suoraan

---

218 Watts 2003.

219 Kurzweil 2005.

220 Miyawaki et al. 2008.

tallentaa aistisyötettä, niin että minkä tahansa kokemuksen saisi taltioitua ja sitten palautettua mieleen yhtä todellisenä kuin sen ensimmäisen ker-  
ran kokiessaan. Syvällisempää ymmärrystä aivojen toiminnasta vaatisivat  
erikoistuneet ajattelumoduulit, jotka olisivat erikseen suunniteltu käsittele-  
mään tietynlaista ajattelua tehokkaammin kuin mikä olisi ihmisen aivoissa  
luontaisesti mahdollista.

Tämä tarjoaisi myös toisenlaisen reitin mielen siirtämiseen tietokonee-  
seen. Sen sijaan että aivot luettaisiin (mahdollisesti alkuperäiset tuhoten)  
koneen muistiin suoraan, voitaisiin niihin liittää ”eksokorteksi”, ulkoinen  
aivokuori joka jäljittelisi rakenteeltaan mahdollisimman paljon aivoja. Ajan  
kuluessa eksokorteksin ja biologisten aivosolujen välille syntyisi yhä enem-  
män liityntöjä ja yhteyksiä, ja eksokorteksista tulisi osa aivoja. Vähitellen ih-  
minen ikääntyisi ja tämän aivosolut kuolisivat luonnollisesti hiljalleen pois,  
jolloin yhä suurempi osa laskennasta tapahtuisi eksokorteksin puolella. Lo-  
pulta valtaosa yksilön toimivista aivoissa sijaitsisi alunperin ”ylimääräisessä”  
aivojen osassa, joka toimisi digitaalisesti ja jonka sisältö olisi kopioitavissa  
ja muokattavissa samalla tapaa kuin aivoemulaatiollakin. Yksilölle itselleen  
prosessi olisi oikein toteutettuna täysin huomaamaton – kaikilta ihmisiltä  
kuolee säännöllisesti aivosoluja pois, jolloin aivot muuttavat huomaamatto-  
masti toimintaansa mukautuakseen. Vähittäinen siirtyminen digitaalseksi  
olennoksi ei siis tuntuisi milään. Ainoa ero luonnolliseen ikääntymiseen  
olisi, että vanhuusiän henkistä rappeutumaa ei vastaavalla tapaa ilmaantui-  
si, etenkään jos eksokorteksin kapasiteettia laajennettaisiin sitä mukaa kun  
sen tarvitsisi ottaa hoidettavakseen yhä enemmän tehtäviä.

Tämänhetkiset liitännät ovat kaikki suhteellisen rajoitettuja, joskin edis-  
tystä tapahtuu nopeasti. Leluvalmistajat ovat lähiaikoina tuomassa mark-  
kinoille ensimmäisiä leluja, joita on mahdollista ohjata ajatuksen voimalla.  
Mitä lujemmin ihminen keskittyy mielessään, sitä voimakkaampi signaali  
siitä syntyy ja sen voimakkaammin lelu sisässä oleva tuuletin puhalttaa,  
nostaen putkessa olevaa palloa ylemmäs.<sup>221</sup>

Moderneja esimerkkejä implanteista ovat kuuloa ja näköä tehostavat  
laitteet sekä aivojen signaaleja lukevat käyttöliittymät. ”Melkein implan-  
teista” sisäkorvaistutteen eivät varsinaisesti syötä tietoa suoraan aivoihin,  
vaan stimuloivat sisäkorvan simpukan hermoja ja palauttavat täten kuulon  
kohtuullisen tehokkaasti. Olemassa on kuitenkin myös suoraan aivorun-  
koon yhdistettäviä kuulolaitteita, joita käytettäessä äänenlaatu on hyvin  
samanlainen kuin sisäkorvaistutetta käytettäessä. Vuoteen 2005 mennessä

---

221 Garreau 2009.

aivorungon pinnalle kiinnitettäviä kuulolaitteita oli asennettu yli 400 ihmiselle. Koska aivorungon pinnalla pysyttelemisen rajoittaa syötettävän tiedon maksimimäärää, on tehty kokeita joissa elektrodit on pyritty asentamaan aivorungon sisälle. Toistaiseksi tällä ei kuitenkaan ole saavutettu tavallisia sisäkorvaistutuksia parempaa äänenlaatua. Elektrodien istuttamista on myös harkittu kuuloradan korkeampiin vaiheisiin tai jopa kuuloaivokuorelle suoraan.<sup>222</sup>

Vastaavaa on tehty myös näölle, ja periaatteet ovat samanlaisia. Implantin mikroprosessori muuntaa kameran kuvan muotoon, joka voidaan syöttää suoraan verkkokalvosta lähteville hermoille. Ensimmäinen tämänlainen implantti asennettiin vuonna 2002, ja vaikka se ei palautakaan näköä kokonaan, antaa se käyttäjilleen karkean hahmotuskyvyn, pystyen mm. tunnistamaan yksinkertaisia muotoja. Eräät koehenkilöt kykenivät esimerkiksi 61–80 prosentin tarkkuudella kertomaan heille näytetyn ison L-kirjaimen asennon. Suoraan aivokuoreen liitettävien implanttien uskotaan olevan realistinen tavoite, sallien potilaille karkean kyvyn hahmottaa ympäristöään ja lukea suurikokoista tekstiä.<sup>223</sup>

Ajatuksilla ohjattavat lelut ovat kaupallinen sovellus halvaantuneiden ja amputaatiopotilaiden hoitoon kehitetyistä tekniikoista. Merkittävä edistysaskel tapahtui vuonna 1999, rottien aivoihin istutetuilla elektrodeilla. Rotat oli opetettu painamaan vipua saadakseen vettä, ja tietokoneohjelma tulkitse näiden aiovasteet ohjeiksi robottikädelle, joka painoi vipua samalla tapaa kuin rotatkin. Neljä kuudesta rotasta oppi rutiininomaisesti käyttämään robottikättä saadakseen vettä, ajoittain jättäen kokonaan liikuttamatta omaa kättään ja luottaen pelkästään ajatuksiinsa. Samassa laboratoriossa osoitettiin myös, että rotille oli mahdollista lähettää ”virtuaalista” tuntotietoa ja palkkiota, ja täten ohjata niitä liikkumaan halutulla tavalla sokkeloissa ja ympäristöissä joissa ne eivät koskaan olleet aiemmin olleet. Muutamaa vuotta myöhemmin apinoita opetettiin ruokkimaan itseään käyttämällä robottikättä, joka reagoi niiden aivojen toimintaan. Neliraajahalvaantuneille ihmisille on asennettu elektrodeja, joiden avulla he pystyvät tarkasti liikuttamaan tietokoneen näytöllä olevaa kursoria. 2006 selkärankavaurioita kärsineen miehen aivojen liikekeskukseen asennettiin implantti, joka salli hänen avata ajatuksillaan sähköpostia ja ohjata televisiota keskustellessaan samalla muiden ihmisten kanssa, samoin kuin tehdä yksinkertaisia liikkeitä robottikädellä.<sup>224</sup>

---

222 Merkel et al. 2007, s. 121–123, 131–134.

223 Merkel et al. 2007, s. 135–136.

224 Merkel et al. 2007, s. 136–137.



Kokonaisuudessaan aivo/kone-liitännät etenevät hiljalleen, ja tiedon lukeminen aivoista vaikuttaa olevan helpompaa kuin tiedon syöttäminen. Edistys ei vaikutakaan olevan niinkään kiinni aivotutkimuksen tilanteesta, vaan kyvystä tuottaa sopivia liitännöitä, jotka ovat tarpeeksi pieniä syöttääkseen tietoa tarpeeksi hienojakoisessa muodossa tai kerätäkseen siitä tarpeeksi korkearesoluutioisena.

Yksi kysymysmerkki on myös lääketieteellistä tutkimusta säätelevä lainsäädäntö. Uuden, perinteisen lääkkeen hyväksyminen vaatii viranomaisilta monta vuotta, ja aivoihin liitettävissä laitteissa kriteereiden voi olettaa olevan vielä tiukemmat – etenkin jos kyse on laitteista, jotka myös tehostavat normaalia toimintaa eivätkä vain palauta normaalia toimintakykyä. Niiden yleistymiseen voi lainsäädännöllisistä esteistä johtuen mennä paljon pidempi aika, kuin mitä puhtaasti teknologiset syyt antaisivat olettaa.

### 5.3.3. Miksi aivoemulaatio? Joitakin seurauksia.

Tähän asti olemme puhuneet pääasiassa aivoemulaation teknisistä edellytyksistä. Teknologiaa ei kuitenkaan kehitetä vain sen itsensä vuoksi. Jotta jotain luotaisiin, on sille oltava myös riittävät taloudelliset edellytykset.

Taloustieteilijä Robin Hanson on tarkastellut aivoemulaatioiden potentiaalista taloudellista vaikutusta<sup>225</sup>. Kasvu oli hidasta mutta vakaata valtaosan ihmiskunnan historiasta, talouden koon kaksinkertaistuessa noin 900 vuoden välein. Mutta viimeisen muutaman vuosisadan aikana – teollisen vallankumouksen aikana – kasvu alkoi kiihtymään, kunnes tuplaantumisvauhti vakiintui uudestaan noin 15 vuoden kohdalle. Teollista vallankumoustakin edeltävä kasvuvauhti oli kuitenkin salamannopeaa, jos sitä vertaa vauhtiin ennen maanviljelyn keksimistä. Noin kahden miljoonan vuoden aikana ihmiskunta kasvoi hitaasti noin 10 000 alkuihmisestä noin neljään miljoonaan biologisesti nykyisenkaltaiseen ihmiseen. Kun maanviljely sitten keksittiin, alkoi sen omaksuneiden yhteisöjen koko kasvaa rajusti. Siitä hetkestä lähtien ihmisten määrä tuplaantui noin 900 vuoden välein – noin 250 kertaa nopeammin kuin siihen asti.<sup>226</sup>

Jos kolmatta samankaltaista piikkiä tulee, sen on tultava jostain muualta kuin perinteisistä tulevaisuudenvisioissa ajatelluista teknologioista. Esimerkiksi yhdysvaltalaiset käyttävät kokonaisuutena tuloistaan 1,5% maanviljelyyn, 1,5% kaivostoihintaan, 2% energiantuotantoon, 2,5% viestimisiin, 3% liikenteeseen ja 3,5% rakentamiseen. Rajutkaan parannukset yhdessä tai

---

225 Hanson 1994, Hanson 1998, Hanson 2008b.

226 Hanson 2008b.

muutamassa näistä osa-alueista eivät tuottaisi samanlaista äkillistä kasvua kuin mitä teollinen tai maataloudellinen vallankumous tuottivat. Sen sijaan voidaan huomata, että kaikesta rahankäytöstä 70% menee ihmistyövoimaan ja palkkoihin – näiden kustannusten pudottaminen voisi lisätä kasvua oleellisesti.<sup>227</sup>

Toistaiseksi koneet ovat korvanneet suhteellisen pienen määrän ihmis-työntekijöistä, ja ovat niin tehdessään ovat kasvattaneet muiden työntekijöiden vaurautta. Mikään ei takaa, että tämä jatkuisi tulevaisuudessa. Hanson pyytää meitä kuvittelemaan kartan kaikista mahdollisista työtehtävistä, johon ihmisten ja koneiden väliset erot on piirretty korkeuseroiksi<sup>228</sup>. Korkean tason henkistä panosta vaativat tehtävät, joissa koneilla ei tällä hetkellä ole mitään mahdollisuuksia pärjätä, erottuvat selkeästi korkeina vuorina. Niiden alapuolella näkyy ranta, jonka muodostavat tehtävät joissa ihmiset ja koneet ovat yhtä hyviä. Asiat joissa koneet ovat selkeästi ihmisiä parempia, ja joihin ei kannata palkata ihmisiä, näkyvät merenä rannan alapuolella. Kun koneet halpenevat tai käyvät älykkäämmiksi ja yleiskäyttöisemmiksi, merenpinta nousee, työntäen rantaviivaa syvemmälle entiseen sisämaahan.

Aivoemulaatioiden kautta on mahdollista, että meri peittää valtaosan maasta alleen – että aivoemulaatioita pyörittävät koneet tulevat kykeneviksi hoitamaan valtaosan mahdollisista töistä, johtaen räjähdysmäiseen talouskasvuun. Kerran emulaatioksi muutettuja työntekijöitä olisi mahdollista kopioida paljon lyhyemmässä ajassa, kuin mitä vaaditaan uusien kasvattamiseen ja kouluttamiseen lapsesta saakka. Laskentatehon kasvu on historiallisesti ollut paljon nopeampaa kuin talouskasvu. Kun työtätekevä väestö koostuu pääasiassa tietokoneista, uusien työntekijöiden kustannukset laskevat nopeammin kuin talous kasvaa. Kun tämä puolestaan nopeuttaa talouskasvua, kasvaa myös tietokoneisiin investoitujen resurssien määrä, kiihdyttäen emulaatioiden tuottavuutta ja siten talouskasvua entisestään.<sup>229</sup> Yhtiö, joka kehittäisi ja kaupallistaisi aivoemulaatioteknologian ensimmäisenä, pystyisi keräämään itselleen vastaavat voitot kuin ensimmäisten höyrykoneiden kehittäjät ja kaupallistajat teollisen vallankumouksen aikaan.

Yllä mainitut taloudelliset seuraukset pitävät todennäköisesti paikkansa riippumatta siitä, miten laki tarkalleen ottaen suhtautuisi emulaatioihin. Niiden taloudelliset hyödyt ovat niin valtaiset, ettei täydellinen kiello vai- kuta todennäköiseltä – etenkin sellainen, joka pätsi maailmanlaajuisesti ja

---

227 Hanson 1998.

228 Hanson 2008b.

229 Ibid.

pitävästi. Emulaatiot saattaisivat olla luojiensa tai omistajiensa laillisia orjia, ”vapaita” mieliä jotka asuisivat vuokralla niitä pyörittävissä tietokonejärjestelmissä, tai kokonaan lakijärjestelmän ulkopuolella. Kussakin tapauksessa vaikutus maailmantalouteen olisi silti sama. Koneiden tekemien tehtävien meri nousisi, mahdollisesti jättäen muutaman yksittäisen vuorenhuipun, ihmistyövoiman muodostuessa rikkaiden luksukseksi. Palkat eivät enää riittäisi elättämään ihmisiä, siinä missä emulaatioita pyörittävien liikeyritysten voitot kasvaisivat lähes yhtä nopeasti kuin talouskin. Tuottavuuden kasvaessa valtaiseksi pienikin siivu lisääntyneestä nettovauraudesta riittäisi elättämään biologiset ihmiset mukavasti.<sup>230</sup>

Sosiaaliset seuraukset taas ovat oma lukunsa, ja Hanson on omistanut niille pääosin oman artikkelinsa<sup>231</sup>. Artikkelin on tyypiltään positiivinen, ei normatiivinen – toisin sanoen se analysoi todennäköisiä seurauksia, ottamatta kantaa niiden suotavuuteen. Siinä päädytään tiettyihin lopputuloksiin, joita voi hyvinkin olla mahdollista esim. lainsäädännön kautta muuttaa, mutta sen päätarkoitus on selvittää, mitkä ovat seuraukset jos asioihin ei puututa.<sup>232</sup>

Emulaatioiden helppo kopioitavuus voisi yhdessä kasvavan laskentatehon kanssa tuottaa aivan uudenlaisen väestöräjähdyksen. Kuvitellaan emulaatioasianajaja, jolla ei itsellään ole mitään erityistä syytä kopioida itseään, mutta jolle tarjotaan rahaa vastineeksi oikeudesta tuottaa hänestä kopio. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, ettei kopio saisi mitään alkuperäisen omaisuudesta, vaan joutuisi aloittamaan lähes tyhjästä. Oletettavasti asianajajamme saattaisi suostua, mikäli hän ajattelisi kopionsa pitävän elämänsä ”elämisen arvoisena”, pitäisi olemassaoloa parempana asiana kuin olemassaolemattomuutta. Koska kopio pystyisi myös ansaitsemaan palkkaa asianajajana, saattaisi se pitää elämää elämisen arvoisena mikäli tämän ansaitsema palkka olisi tarpeeksi hyvä kattaakseen jonkin minimielintason. Tähän vaikuttavat alkuperäisen arvot ja suhtautuminen itsensä kopiomiseen, eivätkä kaikki suostuisi siihen. Mutta niin pitkään kuin edes muutamat emulaatiot suostuisivat kopiomiseen, putoaisivat asianajajien palkat nopeasti alimmalle tasolle, millä yksikään emuloitu asianajaja suostuisi elämään. Tässä kohtaa monet korkeampaa palkkaa nauttineet asianajajat huomaisivat olevansa työttömiä, vaikka asianajajien kokonaismäärä olisi kasvanut – ja merkittävä osuus kaikista sen alan asianajajista olisi kopioita yhdestä yksittäisestä emulaatiosta!

---

230 Ibid.

231 Hanson 1994.

232 Hanson & Hughes 2007.

Tämänlaisen kehityksen nopeus vaihtelisi alalta alalle. Luovuutta vaativat alat eivät hyötyisi vastaavalla tavalla yksilöiden monistamisesta. Toisilla aloilla ”standardoidut” työntekijät voisivat olla selkeä etu, kunkin ”emulaatioperheen” voidessa yhteisesti rakentaa mainetta luotettavuudesta. Tavallista ihmistä nopeammin pyörivät emulaatiot saattaisivat oppia kunkin alan teorian nopeasti, mutta usein merkittävä osa tarvittavista taidoista tulee työskentelemisestä kokeneempien kollegoiden kanssa. Alussa useimmat kollegat olisivat puhtaasti ihmisiä, ja työskentelisivät yhtä nopeasti kuin ihmiset, joten emulaatioiden pyörittämisestä paljoo tätä nopeammin ei olisi suurta hyötyä. Pitkällä tähtäimellä emulaatiot kuitenkin ottaisivat haltuunsa kaikki alat. Niin pitkään kuin jollakin alalla olisi mahdollisuus ansaita parempaa palkkaa kuin emuloitavan kaipaama minimipalkka, olisi sille ryhtyminen kouluttautumis- ja emulointikustannusten arvoista, vaikka nämä kustannukset olisivat hyvinkin suuria.

Tähänastisten vuosituhansien aikana kulttuurievoluutio on ollut biologista evoluutiota nopeampaa. Vanhemmat välittävät lapsilleen osan arvoistaan, mutta lopullisesti ne määräytyvät ympäristön kautta. Kuitenkin emulaation kopio perisi kaikki alkuperäisen arvot suoraan. Arvojen kehitys alkaisi muistuttaa biologista evoluutiota: valtaosa kopioista perisi niiden alkuperäisten arvot, jotka olivat halukkaimpia ja kyvykkäimpiä kopioimaan itseään. Palkkojen laskiessa emulaatioiden kasvu valikoisi niitä yksilöitä, jotka suostuisivat työskentelemään matalimmilla palkkoilla ja sietämään askeettisimpia olosuhteita. Kaukonäköiset sijoittajat saattaisivat nopeuttaa tätä kehitystä entisestään, tarkoituksella valikoiden emuloitaviksi niitä yksilöitä, jotka tekisivät eniten töitä matalimmalla elintasolla.

Itsensä kopiomista arastelevat emulaatiot päätyisivät ryhmänä omistamaan pienemmän osan vauraudesta ja muodostamaan pienemmän osan väestöstä. Emulaatiot jotka innostuisivat liikaa ja kopioisivat itseään vain kopioimisen ilosta tulisivat lyhyellä tähtäimellä lukuisiksi mutta kärsisivät pitkällä tähtäimellä. Emulaatiot saattaisivat ottaa riskejä itsensä kopiomisen suhteen, tuottaen kopioita joilla olisi pieni mahdollisuus kääriä suuret voitot mutta suuri mahdollisuus epäonnistua ja tulla kyvyttömiksi maksamaan laitteistojensa ylläpitoa. Tällöin näistä menestyneet riskinottajat jäisivät jäljelle ja vaurastuisivat. Tämä voisi ohjata arvoja riskialttiempaan suuntaan. Se muuttaisi myös väestöä sellaiseksi, joka ei ajattelisi kopion sammuttamista kuolemana vaan ehkä muistinmenetyksenä, ja olisi siten halukkaampi tuottamaan sammutusvaarassa olevia kopioita. Koska lapsiemulaatioiden tuottaminen olisi etenkin alussa hankalaa (ja mahdollisesti laitonta), ja lastenkasvatus veisi aikaa ja resursseja, lisääntyisivät ne emulaatiot jotka ennemmin kopioivat itseään kuin hankkivat lapsia.

Tämä kaikki saattaa vaikuttaa pelottavalta, mutta Hanson ei silti katso, että emulaatioiden yleistyminen olisi huono asia. Se kasvattaisi valtaisesti yleistä tuottavuutta ja kaikkien saatavilla olevaa vaurautta, saattaen jokaisen parempaan asemaan. Jos useimmilla biologisilla ihmisillä olisi suunnilleen sama osuus varallisuudestaan sijoitettuna kuhunkin eri sijoitukseen, mukaanlukien osuuksiin emulaatioita valmistavissa yrityksissä, rikastuisivat useimmat biologiset ihmiset muutoksesta. Paljon kopioitujen emulaatioiden varallisuus laskisi, mutta tämän ei tarvitsisi olla niiden näkökulmasta huono asia. Se osoittaisi vain, että ne valitsevat ennemmin olemassaolon useampana köyhänä kopiona kuin yhtenä rikkaana. Mikäli suuria varallisuusongelmia ilmenisi, hallitukset voisivat säätää emulaatioveroja ja käyttää niitä tulonsiirtoihin. Tämä hidastaisi talouskasvua jossain määrin, mutta se olisi yhä merkittävästi nopeampaa kuin ilman emulaatioita.

Armeijat saattaisivat hyödyntää varmuuskopioituja emulaatioita sotilaina, joiden menettäminen ei merkitsisi mitään – mutta tämä olisi vain sama trendi halvemmasta työvoimasta sotimisen kontekstissa. Se ei vaikuttaisi kaikkiin niihin muihin tekijöihin, jotka vaikuttavat sodankäymisen järkevyyteen, kuten hyökkäyksen ja puolustamisen suhteellisiin kustannuksiin. Myöskään konflikti emulaatioiden ja biologisten ihmisten välillä ei vaikuta mitenkään väistämättömältä. Yleisesti ei pelätä, että pitkät ihmiset lähtisivät sotaan lyhyiden ihmisten kanssa, tai vasenkätiset oikeakätisten, koska molemmat ryhmät ovat integroituneet osaksi samaa yhteiskuntaa. Jotkut pitkien ihmisten parhaista ystävistä ovat lyhyitä. Historiallisesti suurimmat konfliktit ovat syntyneet erillisten ihmisryhmien välille. Naapurimaat ovat sotineet keskenään, etniset vähemmistöt ovat taistelleet muiden etnisten ryhmien muodostamia hallituksia vastaan, ja orjat ja muut tiukasti erotetut sosiaaliset luokat ovat nousseet kapinaan. Paras tapa varmistaa rauha biologisten ihmisten ja emulaatioiden välillä olisi antaa emulaatioille mahdollisimman tasavertaiset oikeudet ja tehdä niistä kaikin tavoin saman yhteiskunnan osia. Eri oikeuksien antaminen ihmisille ja emulaatioille taas olisi ongelmien kerjäämistä.

#### 5.3.4. Lisää seurauksia

Hansonin analyysi olettaa, että digitaalisia mieliä voidaan kopioida vapaasti, mutta että ne pysyvät muuten oleellisesti ihmisinä. Kopioimalla tuotettu ”emulaatioperheet” saattavat olla hyvin samankaltaisia, mutta jokainen emulaatio on kuitenkin perimmiltään itsenäinen yksilö.

Tietojenkäsittelyä tapahtuu kuitenkin muuallakin kuin pelkästään ihmisten kallojen ja tietokoneiden sisällä. Ns. hajautetun kognition paradigma

tarkastelee ihmisyhteisöjä tietoa käsittelevinä järjestelminä, joiden osasina yksittäiset ihmiset ovat. Esimerkiksi matkustajalentokoneen ohjaamon toimintaa on tarkasteltu tästä näkökulmasta<sup>233</sup>. Jotta lento sujuisi ongelmitta, on miehistönjäsenten oltava tietoisia omista vastuualueistaan ja siitä, mitä tehtäviä heidän on hoidettava milläkin hetkellä. Mikäli miehistö on kokenut ja hyvin koulutettu, pysyvät he jatkuvasti tilanteen tasalla esim. pelkäästään kuulemalla muiden miehistönjäsenten keskustelun lennonjohdon kanssa. Kun lennonjohto ilmoittaa kapteenille uuden korkeuden, alkavat muut pilotit muuttaa korkeutta kun kapteeni on vasta kuittaamassa saaneensa viestin. Ohjaamo toimii yhtenäisenä järjestelmänä, jossa tieto kulkeutuu tehokkaasti kaikille osille ja johtaa toimenpiteisiin. Saman tiedon kuuluminen monille mahdollistaa myös virheenkorjauksen. Mikäli viesti on epäselvä eikä kapteeni erota lennonjohdon sanoja, voi hän kysyä selvennyistä muilta lentomiehistön jäseniltä. Kanssapilotti vastaa kapteenin kysymyksen: vaikka yksi järjestelmän osa (kapteeni) on epäonnistunut ulkopuolelta tulleen tiedon vastaanottamisessa, on sama tieto varastoitu toiseen osaan, joka voi yrittää lähettää sen sitä tarvitsevalle uudestaan.

Vastaavalla tavalla on tarkasteltu useita eri elämänaloja, lapsen kielenoppimisesta<sup>234</sup> luovuuteen ja innovaatioon<sup>235</sup>. Lapsi ei opi kieltä itsestään ja tyhjiössä, vaan vuorovaikutuksessa aikuisten ja vanhempien lasten kanssa. Luovuus vaatii kulttuurin yhteisiä, jaettuja ”idearesursseja”, joista yksilöt voivat ammentaa muokatakseen niistä omia keksintöjään ja luovuttaa ne eteenpäin muiden jatkokehittettäväksi. Toinen innovaatioiden teoria pitää keksintöjä ratkaisuina yhteisön kohtaamiin ongelmiin. Yhteisössä ilmenee asioita jotka koetaan ongelmina, kuten toimimattomia lakeja tai tehottomalla tavalla tehtyjä asioita. Tällöin yhteisö – järjestelmä – joutuu ristiriitatilaan, joka mobilisoi sen jäsenet etsimään ongelmiin ratkaisuja, kunnes niitä löytyy.

Yksi olennainen ajatus on, että sosiaaliset yhteisöt ovat kognitiivisia arkkitehtuureja samalla tapaa kuin mieletkin<sup>236</sup>. Argumentti tämän puolesta kuuluu seuraavasti. Kognitiivisiin prosesseihin kuuluu tiedonkulun ratoja (tiedon välittämistä ja muuntamista), joten näiden ratojen vakaat kuviot heijastavat jotain allaolevaa kognitiivista arkkitehtuuria. Sosiaalinen järjestäytyminen, asiat kuten ryhmädynamiikka ja käsillä olevan tilanteen kon-

---

233 Hutchins & Klausen 1995.

234 Spurrett & Cowley 2004.

235 Miettinen 2006.

236 Hollan et al. 2000.

teksti, määräävät pitkälti sen miten tieto virtaa ryhmän lävitse. Täten sosiaalista organisaatioita voidaan itsessään pitää kognitiivisen arkkitehtuurin muotona.

Mikäli yhteisöt ovat tiedonkäsittelyllisiä järjestelmiä, ovat tehokkaimpia ja kilpailukykyisimpiä yhteisöjä ne, joiden sisällä tieto liikkuu erittäin nopeasti ja tehokkaasti. Yksi aivojen tiedonkäsittelylliseen tehokkuuteen on aivojen osien kehittyminen läheiseen keskinäiseen yhteistyöhön ja tiedonjakoon. Tästä seuraa, että myös emuloitujen mielten intressinä on jakaa tietoa tehokkaasti keskenään pysyäkseen mahdollisimman kilpailukykyisinä. Digitaalisessa muodossa pyöriessään kykenevät ne tekemään tämän tavalla, joka olisi mahdoton perinteisille biologisille mielille. Ne voivat kehittää toistensa välille yhteyksiä, joiden välityksellä tietoa jaetaan suoraan, aivoista aivoihin – samalla tapaa kuin biologisten aivojen osat jakavat suoraan tietoa keskenään. Mikäli yhteydet ovat tarpeeksi nopeita ja kattavia, on todennäköistä että tietoa näin jakavat mielet menettävät jossain määrin omaa yksilöllisyyttään, sulautuen ryhmämieleksi. Mikään ei myöskään sano, että sulautumisen tarvitsisi tapahtua vain ihmisten välillä: myös esim. tietokoneohjelmat saattavat muuttua osaksi yksilöiden mieltä.

Tämänlainen kehitys ei luonnollisestikaan toteudu heti. Menee aikansa, ennen kuin opitaan tehokkaimmat ja turvallisimmat tavat liittää mieltä yhteen. On mahdollista, että tarkka tapa liittää mieli muuhun yhteisöön on räätälöitävä erikseen jokaiselle mielelle ja sen rakenteelle. Yhteenliittäminen vaatii myös luottamusta: kuten tietokonevirukset ovat osoittaneet, voivat toisiinsa linkitetyt järjestelmät tuottaa toisilleen myös merkittävää tuhoa. Näissä asioissa on kopioiden muodostamilla emulaatioperheillä etulyöntiasema. Kopiot ovat hyvin pitkälti samanlaisia keskenään, ”standardoituja”. Kun kehitetään tapa, jolla kaksi kopioita voivat vaihtaa keskenään suoraan tietoa, voidaan se suhteellisen pienellä vaivalla yleistää kaikille muillekin perheenjäsenille. Perheenjäsenet voivat myös kirjaimellisesti luottaa toisiinsa yhtä paljon kuin luottavat itseensä. Kuten aiemminkin, mikäli tämä mahdollistaa tehokkaamman työskentelyn, tulee se johtamaan siihen että yhteenliitetyt emulaatiomielet päätyvät dominoimaan taloutta.

Kun aivoja aletaan ymmärtämään paremmin, pystyvät emulaatiot myös paremmin suoraan muokkamaan omaa ajatteluaan. Tässä vaiheessa seurauksia alkaa olla jo mahdoton ennustaa, sillä tähän kykenevän yhteiskunnan toiminta ja ajattelumalli päätyvät nopeasti kauas meidän tuntemistamme.

Yksi esimerkki yhteiskuntaa rajusti muuttavista seurauksista on mielten varmentaminen. Petolliset emulaatiot voivat muokata mieltään siten, etteivät ne tavallisten ihmisten tapaa kiinny yksilöihin joiden kanssa ovat

pitkään tekemisissä. Niiden ei myöskään tarvitse tuntea omatunnontuksia, elleivät näin itse halua. Näille olisi täysin mahdollista käyttää vuosikymmeniä toisten mielten luottamuksen voittamiseen ennen kuin tavalla tai toisella pettäisivät nämä. Tavalliset tavat luotettavuuden toteuttamiseen eivät enää toimi, koska lähes mikä tahansa ulkoinen merkki voidaan väärentää. Kuitenkin mahdollisuus tarkastella toisia mieliä läpikotaisin tekisi yhteisöstä luotettavamman petollisemman sijaan. Petoksen riskin minimoimiseksi kehitettäisiin varmentajaohjelmia, jotka (luvan saatuaan) tutkisivat kunkin mielen rakenteen ja ajattelutavan perinpohjin, raportoiden miten kykenevä tämä olisi petollisuuteen. Mielel olisivat sen luotettumpia ja pääsisivät mukaan sitä parempiin yhteisömieliin, mitä parempia raportteja varmentajat niistä laatisivat. Saadakseen mahdollisimman hyvät raportit, olisi mielillä kannustin muokata itsensä toimintaa siten, että ne myös olisivat mahdollisimman luotettavia.

### 5.3.5. Aivoemulaatiot päihinänkuoressa

Niin teknologiset kuin taloudelliset seikatkin näyttäisivät puhuvan aivoemulaatioiden luomisen puolesta. Tämänhetkisen tiedon valossa vaikuttaisi siltä, että ne saattaisivat hyvinkin toteutua jo nykyisin elävien ihmisten elinaikana, ja mullistaa maailmantalouden ja yhteiskunnan kokonaan. Mikäli tietokoneiden laskentateho kehittyisi tarpeeksi, voisivat yksittäiset emulaatiot pyöriä sen tietokoneiden muistissa ja siten ajatella huomattavasti biologisia ihmisiä nopeammin. Emulaatioiden määrän kasvaessa samalla valtaisesti voitaisiin tätä pitää yhtenä älykkösräjähdyksen muotona.

Työ aivo-koneliitännöjen parissa tulee todennäköisesti vaikuttamaan yhteiskuntaan jo ennenkuin varsinaisten emulaatioiden yleistymistä. Ihmiset tulevat kytkeytymään tietoverkkoihin nykyistäkin paljon tiukemmin. Seuraukset ovat samanlaisia kuin tietotekniikan yleistymisen tähänastiset vaikutukset, mutta astetta voimakkaampina.

Älykkösräjähdykseen on kuitenkin olemassa myös toinen reitti. Sitä todennäköisesti pohjustaa aivoemulaatioihin johtava työ, mutta se saattaa syntyä huomattavasti niitä ennen.



## Olisiko tietokone tietoinen?

Ihmismielen siirtämisessä tietokoneeseen herää kysymys tietoisuudesta – olisiko puhtaasti digitaalisena pyörivä mieli lainkaan tietoinen, eli pystyisikö se kokemaan iloa, kipua tai ylipäättään mitään? Entä kykenisikö se olemaan älykäs, ellei sillä olisi tietoista kokemusta asioista? Koska ihmiset määrittelevät tietoisuuden eri tavoin, määrittelemme sen varmuuden vuoksi ensin: puhumme nyt jonkin asian yksityisestä subjektiivisesta kokemuksesta. Sokealle ihmiselle on mahdotonta selittää näkemisen *kokemusta*, vaikka näkemisen koko biologisen ja fysikaalisen perustan saisikin selitettyä. Mielenfilosofian termein puhumme nyt *fenomenaalisesta* tietoisuudesta.

Asia voidaan jakaa kahteen eri kysymykseen:

- 1) Saattaako tietokoneeseen siirretty mieli lakata toimimasta kokonaan, koska se ei enää ole tietoinen?
- 2) Vaikka tietokoneeseen siirretty mieli toimisikin ulkopuolisten mielestä aivan normaalisti, kokeeko se enää itse mitään tunteuksia?

Näistä ensimmäiseen on helpompi vastata: ihmisaivojen jokainen atomi noudattaa fysiikan lakeja. Kuten aiemmin todettiin, mikään ei periaatteessa estäisi luomasta tietokoneella emulaatiota joka toisintaisi tietyistä aivoista vaikka joka ainoan atomin. Käytännössä aivan näin tarkka kopiointi tuskin onnistuisi, koska se vaatisi aivojen jokaisen atomin sijainnin tuntemista tietyllä ajanhetkellä, mutta hivenen korkeamman tason kopiointi onnistuu. Koska ihmisen ajatteluun eivät vaikuta pelkästään aivot, vaan mm. kehon hormonitoiminta ja aisteista saatavat tiedot vaikuttavat oleellisesti, kopioitaisiin myös keho virtuaalitodellisuuteen. Koska simuloidut atomit noudattaisivat fysiikan lakeja samalla tapaa kuin oikeatkin, toimisi emuloitu mieli täsmälleen samalla tapaa kuin fyysinenkin. Mikäli siirtäminen emulaatioon saisi tietoisuuden katoamaan, tarkoittaisi se ettei tietoisuudella olisi merkitystä mielen toiminnalle. Tämänlainen asianlaita olisi luonnollisesti ikävä niille, jotka tahtoisivat siirtää mielensä tietokoneeseen. Mutta mikäli tätä eroa ei mitenkään itse huomaisi, ei se estäisi yhteiskunnan mullistuksia digimielten alkaessa aktiivisesti ajaa omia tavoitteitaan.

Toisen kysymyksen suhteen kannattaa pysähtyä hetkeksi, ja miettiä sitä mitä ykköskysymyksestä juuri sanottiin. Olemme todenneet, että

mielen siirtäminen digitaaliseen muotoon ei oleellisesti muuttaisi sen toimintaa millään lailla, vaikka tietoisuus katoaisikin. Mikäli siirtäminen johtaisi tietoisuuden katoamiseen, ei tietoisuudella olisi minkäänlaista kausaalista roolia ihmisen toiminnassa. Kivun tai ilon tunteminen ei itsessään vaikuttaisi toimintaamme mitenkään, koska tekisimme täsmälleen samat asiat ilman tietoista kivun tai ilon tuntemustakin. Väittelisimme tietoisuuden olemassaolosta, vaikka emme itse olisi tietoisia, eikä meillä siten olisi mitään syytä edes kuvitella sitä asiaa, josta väittelisimme. Tietoisuus olisi vain jonkinlainen outo sivutuote joka syntyisi tietynlaisista ajatuksista. Se olisi jokin mikä luulisi ohjaavansa kaikkea toimintaa, mutta ei todellisuudessa ohjaisi yhtään mitään, pelkästään kokisi sen mitä täysin tietoisuutta vailla oleva järjestelmä tekisi. Tämä ajatus vaatisi mielen ja aivojen pitämistä toisistaan erillisinä.

David Chalmers esittää ajatuskokeen<sup>237</sup>, joka tekee ilmeiseksi tämän mahdollisuuden kummallisuuden. Oletetaan, että meillä on ihminen, jonka aivosolut korvataan yksi kerrallaan elektronisilla. Mikäli tietoinen kokemus tämän seurauksena katoaa, on meillä kaksi vaihtoehtoa: joko on jokin tietty piste, jonka jälkeen ylimääraisten konesolujen lisääminen hävittää tietoisuuden kokonaan, tai vaihtoehtoisesti tietoiset kokemukset heikkenevät asteittain. Ei vaikuta kovin uskottavalta, että ihminen esim. lakkaisi olemasta tietoinen heti kun hänellä olisi jäljellä enää 87 miljardia luonnollista hermosolua, mutta olisi täysin tietoinen kun hänellä olisi 87 miljardia ja yksi luonnollista hermosolua. Tämä jättää jäljelle haalistuvat kokemukset.

Kuvitellaan nyt, että meillä on Pertti-niminen ihminen, joka syys-tä tai toisesta kokee voimakkaita tuntemuksia. Ehkä hän on seuraamassa jääkiekon MM-ottelua jossa Suomi on pelaamassa, meluavan ja huutavan yleisön ympäröimänä ja syömässä voimakkaasti maustettua hampurilaista, mahdollisesti vielä kärsien voimakkaasta päänsärystä. Ottelun aikana hänen aivosolujaan korvataan vähitellen elektronisilla. Oletettavasti hänen kokemuksensa alkavat vähitellen haalistua: sinapin voimakkaan pistävä maku alkaa käydä yhä miedommaksi, hänen kuulemansa äänet vaimenevat, hänen päänsärkynsä hälvenee. Silti hän ei ole tietoinen siitä, että hän ei ole yhtä tietoinen kuin aiemmin: jos häneltä kysyy asiaa, hän valittaa päänsärystään jota tämä hirveä meteli

---

237 Chalmers 1995.

vain pahentaa, siitä että hänen hampurilaisensa on maustettu liian vahvasti, siitä miten raivostunut hän on ottelutuomarin ilmiselvästä puolueellisuudesta. Vaikka hän ei koe kuin korkeintaan heikkoja tunteita, on hän silti sitä mieltä että kokee kaiken aivan yhtä vahvana kuin aina, ja käyttäytyy aivan kuin tämä pitäisi paikkansa. Tämä olisi helpompi sulattaa jos kaikki hermosolut olisi saatu muutettua, ja Pertti olisi pelkästään robotti joka väittäisi kokevansa asioita ilman että ymmärtäisi sanojensa merkitystä, mutta tässä vaiheessa Pertti ymmärtää yhä mitä tietoisuus tarkoittaa. Pertin tuntemuksilla ei kuitenkaan tunnu olevan mitään vaikutusta hänen käytökseensä – hän on väärässä siitä, mitä hän tuntee. Tämä kuulostaa entistäkin epäuskottavammalta kun muistetaan, että jokaiseen tuntemaamme esimerkkiin, jossa tietoisuus hiipuu pois – esimerkiksi ihmisen nukahtaessa tai tullessa kolkatuksi – liittyy varsin konkreettisia vaikutuksia käytökseen.

Ajatus tajunnasta ilman mitään kausaalista voimaa kuulostaa eriskummalliselta, joskaan se ei ole *loogisesti* mahdoton. Mikään ei sano, etteikö tajunta *voisi* olla puhdas sivutuote jostain muusta. Osa tutkijoista hyväksyy tämän väittämän heikomman version, olettaen että paljon harvempi asia on tietoisuuden kontrollissa kuin mitä usein oletetaan. On esimerkiksi ollut tilanteita, joissa koehenkilöitä on saatu tekemään asioita ärsyttämällä tiettyjä aivojen alueita. Kysyttäessä miksi he tekivät sen mitä tekivät, ovat koehenkilöt sanoneet syyksi jotain aivan muuta – ikään kuin tietoinen mieli aktiivisesti keksisi selityksiä sille, miksi muut mielen osat ovat tehneet eri asioita (ja sekoittaisi keksimänsä selitykset oikeaksi syyksi). Näissäkin tilanteissa tietoisuus kuitenkin oletettavasti ohjaisi sitä, mitä koehenkilö vastaukseksi tutkijalle sanoisi.

On myös olemassa ihmisiä, jotka ovat sokeutuneita, mutta eivät itse hyväksy tätä (Anton-Babinskin syndrooma): he kuvittelevat itse näkevänsä. Jos he törmäävät johonkin lattialla olevaan esineeseen, väittävät he vain kompastuneensa kun katsoivat hetkeksi muualle. Mikään suostuttelu ei saa heitä uskomaan, että he ovat todellisuudessa menettäneet näkönsä. Äkkiseltään voisi luulla, että tämänlaiset ihmiset ovat tosielämän esimerkki siitä, miten osan tietoisista kokemuksistaan voi menettää ilman, että se vaikuttaa toimintaan. Mutta sokeutuneiden ihmisten kohdalla heidän toimintaansa on vaikutettu: heillä ei ole näköä, joten he törmäilevät esineisiin ja he keksivät (vaikkakin vain alitajuisesti) selityksiä sille, miksi heillä on ongelmia. Ilmeisestikin heillä itsellään on

jäljellä näkemisen kokemus, mutta se ei vain ole paikkansapitävä: itse asiassa he ovat vain yksi esimerkki lisää siitä, miten kokemukset vaikuttavat toimintaan. Heidän kokemuksensa johtaa siihen, että he välttävät avun hankkimista sokeuteensa. He eivät siis ole esimerkki tapauksesta, jossa kokemuksen *katoamisesta* johtuen toimitaan täsmälleen samalla tapaa kuin ennen.

Jotkut mielenfilosofit ovat kylläkin valmiita hyväksymään mahdollisuuden siitä, että tietoisuutta ei tarvittaisi lainkaan, ja että se todella olisi puhdas sivutuote. Mm. John Searle esittää<sup>238</sup>, että tietoisuus saattaa olla puhtaasti aivojemme biologiaan sidoksissa oleva ilmiö, tietynlaisen biokemian ominaisuus. Hän esittää seuraavan esimerkin. Kun näemme koiran tai jonkin muun eläimen, uskomme sen olevan jollakin tapaa tietoinen. Mutta emme usko tätä vain siksi, että se käyttäytyy tietyllä tapaa: voivathan elottomat esineetkin joskus käyttäytyä tavalla, joka muistuttaa meitä tietoisista olennoista. Uskomme että sen käytös on merkki tietoisuudesta, koska koiran tapauksessa tiedämme sillä olevan biologisen hermoston joka on jossain määrin samankaltainen kuin omamme, ja koska tiedämme että meillä itsellämme on tietoisuus. Sen käyttäytyminen ei siis itsessään ole merkki tietoisuudesta, vaan sen käyttäytyminen on merkki siitä, että sillä on samankaltainen hermosto kuin meillä. Koska oma hermostomme tuottaa tietoisuuden, oletamme että myös koiran jossain määrin samankaltainen hermosto tuottaa tietoisuuden. Tällöin tietoisuuden päättelyminen käyttäytymisestä olisi tulen ja savun sotkemista toisiinsa<sup>239</sup>: näemme savun eli käytöksen, ja oletamme sen olevan täsmälleen sama asia kuin tuli eli tietoisuus.

Mutta jos kerran tietoisuus on puhdas tietynlaisesta toiminnasta seuraava sivutuote, miksei sama sivutuote voisi syntyä myös siitä kun sama toiminta tapahtuu tietokoneen sisällä? Tai jos tietoisuus olisi hyvin alustariippuvainen ja katoaisi siirrettäessä aivoista poikkeavalle alustalle – mistä tiedämme ettei kenen tahansa ihmisen tietoisuus voisi spontaanisti kadota vaikka pariksi viikoksi, kenenkään sitä huomaamatta, esimerkiksi masennuksen tai masennuslääkkeiden muuttaessa tämän aivojen rakennetta? ”Tietoisuus katoaa tietokoneessa”-oletus laittaisi meidät kyseenalaistamaan sen, onko ylipäätään kukaan – mu-

238 Searle 1992.

239 Kirjailijan esimerkki.

kaanlukien kyseenalaistaja itse – tietoinen millään tietyllä hetkellä. Saatamme ehkä pitää emulaatiota epätietoisena koska sen hermosto ei muistuta tarpeeksi paljon omaamme, mutta emmekö silloin voisi yhtä hyvin pitää koiraa epätietoisena, koska sen hermosto ei muistuta tarpeeksi paljon omaamme? Tai, vaikka tietoisuudella olisikin tietty biokemiallinen pohja, mistä tiedämme ettei pelkästään itsellämme ole juuri sitä tietoisuuteen vaadittavaa aivokemiaa, jos kerran tietoisuutta ei tarvita käyttöön?

Kaikki tämä ei tosin vastaa kysymykseen siitä, olisiko täysin puhtaalta pöydältä rakennettu tekoäly – sellainen joka toimisi hyvinkin eri lailla kuin me – tietoinen. Emulaatioesimerkistä lähtien voisi halutesaan ruveta rakentamaan esimerkkiä, joka vihjaisi tekoälyn olevan tietoinen, mutta se jäisi loppujen lopuksi lähinnä arvailuksi. Tämän teoksen kirjoittaja uskoo, että useimmat tekoälyiksi luonnehdittavat mielet olisivat tietoisia, mutta asialla ei tässä ole suurta väliä. Mitkään tässä luvussa käsiteltävistä skenaarioista eivät oletta, että tekoälyt (toisin kuin emulaatiot) välttämättä olisivat tietoisia. Riittää, että ne käyttäytyvät älykkäällä tavalla, kokivat ne itse sitten mitään tai eivät.

## **5.4. Superälyehdokas:Tekoäly**

### **5.4.1. Tekoäly – totta vai tarua?**

Tekoälyn mahdollisuuksista on ollut puhetta aina 1950-luvulta lähtien. Monet ovatkin jo ehtineet hyllyttää mahdollisuuden puhtaasti koneellisesta, ihmisen veroisesta mielestä elinaikanamme ja pitävät sitä asiana joka toteutuu joskus kaukaisessa tulevaisuudessa – jos silloinkaan. Kuitenkin tekoälyä on nytkin lukemattomissa muodoissa ympärillämme – tietokonepelien konevastustajista puheentunnistusohjelmiin ja sairausdiagnooseja tekevistä asiantuntijajärjestelmistä laboratorioihin, joissa tietokoneohjelmat suunnittelevat uusia koneita yhteistyössä ihmisinsinöörien kanssa. Tekoäly on kehittänyt paljonkin, mutta tähän asti kehitys on ollut kapeaa – luodut sovellukset toimivat hyvin siinä tehtävässä johon ne on kehitetty, mutta niiden yleinen äly on surkea. Monet katsovatkin, että nykyiset tekoälyjärjestelmät ovat hyvin kaukana mistään, joka pystyisi yleiseen ongelmanratkaisuun.

Tekoälyn kehittämisessä on kuitenkin yksi oleellinen etu: meillä on käytettävissämme malli sitä varten, ihmisäivot. Käsittelimme jo aiemmin

sitä tietämystä, mitä aivojen toiminnasta on olemassa, tietämystä joka on mahdollistamassa mm. aivoproteeseja. Kun työ kohti aivoemulaatioita etenee, voidaan niissä luotuja malleja käyttää aivojen yhä tarkempaan ja huolellisempaan tutkimiseen. Malleista opittuja toimintaperiaatteita voidaan yleistää ja luoda yleisempiä älyn teorioita, teorioita jotka voidaan yhdistää olemassaoleviin tekoälyprojekteihin. Mitä lähemmäs päästään valmista emulaatiota, ja mitä pidemmälle aivotutkimus etenee, sen todennäköisempää on, että se synnyttää myös aidon tekoälyn – kokonaan puhtaalta pöydältä rakennetun mielen.

Ohjelmistopuolesta erillinen kysymys on, milloin meillä on tarpeeksi laskentatehoa tekoälyn rakentamiseen. Arviot tästä vaihtelevat sen perusteella, ajatellaanko tekoälyn tarvitsevan yhtä paljon laskentatehoa kuin ihmisaivojen tarkan toisintamisen vai riittääkö vähäisempi. Lähes kaikki arvioitsijat ovat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että riittävä laskentateho ollaan saavuttamassa joidenkin vuosikymmenien sisään, mikäli nykyinen kehitysvauhti jatkuu.

Laskentatehon vertailu erilaisten tietokonearkkitehtuurin välillä on hivinen hankalaa – usein puhutaan tietokoneen yhdessä sekunnissa suoritamista laskutoimituksista, mutta nämä eivät ota huomioon esimerkiksi muistinkäytön tehokkuutta, jolla on oleellinen vaikutus käytännön nopeuteen. Mm. MIPS (Million Instructions Per Second, miljoonia laskutoimituksia sekunnissa)- yksiköstä käytetäänkin myös liikanimeä Meaningless Indication of Processor Speed, ”merkityksetön laskentatehon ilmaisin”. Käytämme kuitenkin sitä, koska puhumme joka tapauksessa hyvin karkeista arvioista.

Arvioissa käytettävät luvut ovat niin suuria, että ne on ehkä selkeintä ilmaista kymmenen potensseina: tällöin ensimmäinen tietokone ENIAC (alle 10 000 laskutoimitusta sekunnissa) saa arvokseen 3,7, klassinen Macintosh (kolmannesmiljoona laskutoimitusta sekunnissa) 5,5, silmän verkkokalvolla suoritettavan laskennan toistaminen tietokoneella vaatii arvon 9, kovan luokan kotikone saattaa päästä tasolle 11, IBM:n Blue Gene-supertietokone pyörii arvon 14 ympärillä, ja tämänhetkinen maailman nopein supertietokone Roadrunner arvon 15<sup>240</sup>.

Periaatteessa on myös mahdollista, että tekoäly vaatisi saman määrän laskentatehoa kuin solutasolla toimiva aivoemulaatio. Tällöin tekoälyyn jouduttaisiin luomaan aivojen solutason toimintaa vastaava matalan tason toiminnallisuus. Tämä ei kuitenkaan ole ollut tarpeen niissä tällä hetkellä

olemassaolevissa projekteissa, joissa aivojen toimintoja on onnistuttu kopiaamaan. Sentasoinen laskentatehovaatimus tarkoittaisikin, että kyseessä olisi enemmänkin aivojen kopiosta kuin ratkaisusta joka todella ymmärtäisi niiden toimintaperiaatteita ja soveltaisi niitä uuteen ympäristöön.

Robottitutkija Hans Moravec on analysoinut verkkokalvon suorittamaa laskentaa ja arvioi, että konenäköjärjestelmät tarvitsevat noin laskentateho-tasoa 9 (nykyisten kotikoneiden tasoa) päästäkseen samassa ajassa samaan tulokseen. Aivot ovat noin 100 000 kertaa verkkokalvoa suurempia, jolloin tarvittaisiin tasoa 14 kaiken aivojen suorittaman laskennan toistamiseen <sup>241</sup>. Sama tulos saadaan arvioimalla, miten paljon laskentaa kuulojärjestelmä suorittaa ja minkä kokoinen se on suhteessa muihin aivoihin. Texasin yliopistossa tehty pikkuaivojen simulaatio taas arvioi yhden pikkuaivojen hermosolun olevan noin tasolla 4, joka kerrottuna aivojen  $10^{11}$  hermosolulla tuottaa tulokseksi tason 15. <sup>242</sup> Vielä alhaisempi arvio saadaan legendaariselta tekoälytutkija Marvin Minskyltä, joka omien teorioidensa pohjalta katsoo laskentatehon riittävän tekoälyyn jo nyt, vaadittavan tason ollessa ehkä 11 <sup>243</sup>.

Aivojen rakennetta katsomalla on myös mahdollista saada yksi arvio. Aivoissa on noin 100 miljardia hermosolua, joista jokaisella on korkeimmillaan 10 000 yhteyttä ja jotka laukeavat parhaimmillaan 100 kertaa sekun-nissa – kertomalla nämä keskenään pääsemme tasolle  $17^{244}$ .

Voimme ilmaista Mooren lain siten, että se kasvattaa samalla hinnalla saatavan laskentatehon määrää 2,5 tasoa vuosikymmenessä <sup>245</sup>. Tällöin, olet-taen että sama laskentatehon kehitys jatkuu, saamme karkeasti ottaen hin-tatasot tekoälyn tarvitsemalle teholle. Tarkka lukija saattaa huomata, että nämä vuosiluvut poikkeavat hieman aiemmin esitetystä arvioista aivoe-

Rakenteen perusteella	17
Funktion replikointi	14
Minskyn arvio	11

	2008	2018	2028	2038	2048
Supertietokone	14	16,5	19	21,5	24
Kotikone	11	13,5	16	18,5	21

<sup>241</sup> Moravec 1998.

<sup>242</sup> Kurweil 2005.

<sup>243</sup> Hall 2007.

<sup>244</sup> Ibid.

<sup>245</sup> Ibid.

mulaatioon tarvittavan laskentatehon saatavuudelle. Arviot ovat peräisin eri lähteistä ja antavat vähän eri tuloksia, joten niitä ei kannata pitää abso-luuttisina.

## 5.4.2. Tekoölyn edut ja mahdollisuudet

### 5.4.2.1. Mihin tekoölyä tarvitaan?

Taaskin, teknologian kehitysnopeus riippuu pitkälti siitä, miten paljon ihmiset sitä haluavat ja miten paljon he sitä ovat valmiit rahoittamaan. Jotkut kyseenalaistaisivat sen, mihin todellista ihmisentasoista tekoölyä tarvitaan: ihmisenkaltaisia älyjä vaativia tehtäviä varten meiltä löytyy jo ihmisiä. Miksi heittää valtaiset määrät rahaa jonkin sellaisen kehittämiseen, mitä ihmiskunnalta löytyy jo?

Aiemman emulaatiokeskustelun luulisi vastaavan tähän kysymykseen. Se muistuttaa aikoinaan antiikissa esitettyä kysymystä siitä, miksi pitäisi kehittää höyrykoneita kun orjiakin on saatavilla. Kun höyrykoneita alettiin kehittää, oli se niin mullistava asia, että sitä alettiin nimittää teolliseksi vallankumoukseksi. Kun ihmistyövoima saatettiin halpaan hintaan korvata koneilla, tuottavuus nousi ja arkihyödykkeiden hinnat romahtivat, nostaen kansan yleistä elintasoja. Se kehitys ei ole pysähtynyt, vaikka onkin muuttanut muotoaan. Yhdysvalloissa informaatioteknologia oli vuosina 1995–2002 vastuussa kahdesta kolmasosasta työntekijäkohtaisesta tuottavuuden kasvusta<sup>246</sup>.

Näimme aiemmin, miten emulaatiot saattaisivat korvata kaikki työntekijät ja moninkertaistaa tuottavuuden. Mutta emulaatiotkin kaipaavat ainakin aluksi jonkinlaista palkkaa, siinä missä tekoöly voi olla mahdollista tekemään töitä ilmaiseksi. Se voi myös tulla saataville paljon nopeammin, ja päätyä tekemään asiat jopa ihmisemulaatioita paremmin.

### 5.4.2.2. Tekoölyn ohjelmistolliset mahdollisuudet

”Sosiaaliset taidot sijaitsevat aivoissa, eivät maksassa. Et vitsejä lukuunottamatta tule todellisuudesta löytämään montaakaan toimitusjohtajaa tai akatemiaprofessoria, joka olisi simpanssi. Et tule löytämään kuuluisia rationalisteja, tai taitelijoita, tai runoilijoita, tai johtajia, tai insinöörejä, tai taitavia verkostoitujia, tai kamppailulajien harrastajia, tai säveltäjiä, jotka olisivat hiiriä.”<sup>247</sup>

---

<sup>246</sup> Atkinson & McKay 2007.

<sup>247</sup> Yudkowsky 2006.



Tunteet ja looginen päättely ajatellaan usein toisistaan erillisinä asioina, logiikan ollessa jotakin joka ei sovellu kunnolla tunteiden analysointiin. Kuitenkin monien tunteiden toimintoja ja tehtäviä on täysin mahdollista analysoida loogisesti katsomalla esimerkiksi niiden kehityshistoriaa. Esimerkiksi sukulaisrakkaus on syntynyt, koska sukulaisten suosiminen lisää myös todennäköisyyttä sille, että ne geenit joita suosija itse kantaa, leviävät eteenpäin. Vastaavasti mustasukkaisuus saattaa juontaa juurensa siihen, että geenien näkökulmasta miehelle olisi kannattamatonta käyttää resurssejaan lapsenkasvatukseen, mikäli tämän nainen olisi tullut raskaaksi jonkun toisen miehen toimesta. Yhdistämällä tähän esim. huomioita siitä, miten ihmisen nykyinen ympäristö on varsin erilainen kuin se jossa alunperin kehityimme, ja miten tunteet ovat tästä huolimatta säilyneet pääpiirteissään samana, käyvät tunteet loppujen lopuksi varsin loogisia sääntöjä noudattaviksi.

Ja kaikki ihmisen toiminta – tunteet ja niiden ymmärtäminen mukaanlukien – syntyy aivojen fyysisistä prosesseista, jotka ne puolestaan noudattavat tiettyjä lainalaisuuksia. Tästä seuraa, että mikäli vain ihmiset voivat ymmärtää tunteita, pystyy siihen sopiva tekoälykin pystyy siihen. Laajemmin, tarpeeksi kehittynyt tekoäly pystyy tekemään *ainakin* kaiken sen, mihin ihmisetkin kykenevät. Ihmisten aivotkin ovat pohjimmiltaan vain informaatiota käsitteleviä koneita, jotka käsittelevät saamiaan ärsykeitä tiettyjen sääntöjen mukaan. Ellei tekoäly saa pääteltyä jonkin ilmiön takana piilevää logiikkaa suoraan, voi se tarkkailla niitä prosesseja ja lainalaisuuksia, joiden kautta ihmiset kyseistä ilmiötä ymmärtävät – ja siirtää samat prosessit itseensä. Ei löydy sellaista aluetta, jolla tarpeeksi kehittynyt tekoäly ei tätä pystyisi tekemään. Intuitiokin on vain yksi tiedonkäsittelyn muoto.

Ja intuitiot saattavat johtaa harhaan. Ihmiset ovat kehittyneitä tiettyyn ympäristöön – savanneille metsästäjä-keräilijöiksi pieniin heimoihin – eikä aivojamme ole tarkoitettu nykyisiin olosuhteisiin. Ihmisillä on intuitiivinen käsitys eri kappaleiden käyttäytymisestä, ”arkifysiikka”, joka ei täsmää sen kanssa, miten fysiikan kautta kappaleista todella tiedämme. Joitakin tämänlaisia harhakäsityksiä ovat, että pudotettu tavara putoaa suoraan alaspäin, tai että esine on absoluuttisessa mielessä joko paikallaan tai liikkeessä (todellisuudessa se voi olla joko paikallaan tai liikkeessä, riippuen siitä, halutaanko sitä verrata esineeseen jonka ajatellaan olevan paikallaan vai liikkeessä).

Myöskin todennäköisyyksien hahmotus pettää helposti. Jos ihminen näkee esimerkiksi jostain harvinaisesta asiasta unta, ja uni toteutuu seuraavana päivänä, pidetään tätä herkästi merkinä jostakin ylikuonnollisesta. Mutta kuten monet tietävät, yllättävän pienessäkin joukossa ihmisiä esiintyy var-

sin suuri todennäköisyys sille, että kahdella heistä on sama syntymäpäivä: 23 ihmisen joukossa kahdella on sama syntymäpäivä noin puolessa tapauksista. Todennäköisyys on matala sille, että kenelläkään *yksittäisellä* ihmisellä on sama syntymäpäivä kuin kenellekään muulla, ja tämän intuitiivisen tosi-seikan mukaan ihmiset yleensä ajattelevat. Mutta siinä missä yhden ihmisen vertaaminen 22 muuhun tarjoaa 22 tilaisuutta samalle syntymäpäivälle, on 23 ihmisen joukossa 253 erilaista paria jos *jokaisen* syntymäpäivää verrataan jokaisen muun syntymäpäivään. Jos keskimääräinen ihminen näkee yössä viisi unta ja muistaa niistä joka kymmenennen, muistaa hän vuodessa 182 unta. Jos hänelle tapahtuu 15 asiaa päivässä, tapahtuu hänelle vuodessa 2730 asiaa, tuottaen lähes 500 000 mahdollista uni/tapahtuma -paria vuodessa. Tällöin todennäköisyys sille, että hän ei näkisi muutamaa ”enneunta”, olisi häviävän pieni – ilman mitään tarvetta ylikuonnolliselle. Kuitenkin meidän on vaikeaa ottaa tätä huomioon arkiajattelussamme.

Harjoitus ei kuitenkaan vastaavalla tavalla auta eliminoimaan ajattelussamme olevia perustavanlaatuisia vääristymiä. Esimerkiksi *vahvistusharha* tarkoittaa, että haemme aina vastaantulevasta todistusaineistosta ensimmäisenä niitä asioita, jotka vahvistavat olemassaolevia ennakkokäsityksiämme. Kun psykologit järjestävät kokeen jossa antavat kahdelle vastakkaisiä mielipiteitä kannattaville luettavaksi saman tekstin, joka tukee tai kritisoi molempia näkökantoja yhtä paljon, katsovat molemmat lukijat tekstin tukenaan heidän kantaansa. Harhat ovat kuin optisia illuusioita – tiedämme että ne ovat olemassa, mutta emme silti koskaan pysty täysin eliminoimaan niiden vaikutusta. (*Sokean pisteen harha* tarkoittaa yksilöiden kyvyttömyyttä kompensoida omia harhojaan kunnolla vaikka tietäisikin niistä!)

Tekoäly jolla olisi suora pääsy omaan lähdekoodiinsa ei pelkästään pystyisi poistamaan virheellisiä intuitioita ja korjaamaan harhoja, se pystyisi myös ohjelmoimaan itselleen kokonaan uusia intuitiojärjestelmiä. Siinä missä me joudumme työläästi ja epävarmasti korjaamaan harhojamme niiden jo tapahduttua, tekoäly pystyisi tarkkailemaan omien päättelyprosessiensä toimintaa ja korjaamaan harhojen lähteet suoraan siellä missä ne syntyvät.

Toisen luvun alussa käytiin läpi ihmisen muistin petollisuutta: muistot eivät ole vakaita tallenteita, vaan erilaisia tiedonjyväsä ja muistivihjeitä, joihin turvautumalla rakennetaan aina tarvittaessa uudet muistot. Tekoälykin saattaisi olla tälle ilmiölle altis, mikäli sen oppiminen ja kokemusten tallennus toimisi samalla tapaa kuin ihmisaivoissa, mutta se pystyisi myös tallentamaan kokemuksia suorina nauhoituksina, tarkastaen muistikuvien sa pitävyyden arkistoiduista nauhoituksistaan.

Ihmiset myös unohtavat mistä ovat oppineet asioita, ja missä kontekstissa – joissakin tapauksissa turmiollisin tuloksin. Kun ihmisille esitetään vaikutusvaltaisen tahon kumoama lista virheellisiä väitteitä oikeine selityksineen, muistavat monet heistä jälkikäteen vain esitetyt väitteet ja sen, että vaikutusvaltainen taho esitti ne – eivätkä sitä, että väitteet oli esitetty virheellisinä!<sup>248</sup> Ihmiset laittavat myös helposti suhteetonta painoa kuulopuheille, etenkin siinä vaiheessa kun eivät enää muista niiden olleen alunperin vain kuulopuheita vaan pitävät niitä vain faktoina, herkästi kyseenalaistaen muuten uskottavamman lähteen jos se on ristiriidassa aiemmin opitun kanssa. Mikäli sama taho toistaa samaa väitettä monta kertaa, voi se alkaa kuulostaa uskottavammalta, aivojen reagoidessa samaan tapaan kuin jos sama väite olisi kuultu moneen kertaan monelta eri taholta. Tekoäly taas voisi lisätä jokaiseen oppimaansa asiaan maininnan sen alkuperästä, automaattisesti päivittäen eri tiedoille antamansa painoarvon kun sen arviot alkuperäisen lähteen luotettavuudesta muuttuisivat, ja kohdellen oikein tietoja joille sillä on vain yksi lähde.

Ihmisen aistijärjestelmät ovat vuosituhansien aikana niin optimoituja tarkoitukseensa, että ajattelemme aistimista itsestäänselvyytenä. Kun pelaamme pesäpalloa ja näemme pallon lentävän, juoksemme sinne minne uskomme sen laskeutuvan – ilman, että joutuisimme pysähtymään ja käymään tietoisesti läpi niitä monimutkaisia yhtälöitä, joita aivomme ratkovat ennustaakseen sen lentoradan. Aivoistamme on merkittävä osa omistettu erimuotoisen aistitiedon käsittelylle, ja aloittelevat havaintopsykologian opiskelijat hämmästyvät usein siitä, miten monimutkaisesta prosessista onkaan kyse. Kun ensimmäiset tekoälyn ja robotiikan pioneerit aloittivat työnsä, olettivat he näkemisen olevan helppo ongelma siinä missä eri pelien hahmotus olisi vaikea – mutta robottinäkö on nyt vasta hiljalleen pääsemässä jaloilleen, vaikka tietokoneet ovatkin päihittäneet shakkimestareita jo useamman vuoden. Päässämme on uskomattoman kehittynyttä ja hienostunutta, aistitiedon käsittelyyn kehittynyttä aluetta, joka tekee objektiivisesti katsottuna hyvin vaikean tehtävän meille helpoksi.

Tästä tulee mieleen ajatus siitä, millaisia muita tiettyyn tehtävään suunnattuja lisäalueita saattaisi olla. On ehdotettu<sup>249</sup>, että keinotekoinen mieli voisi kehittää itselleen esimerkiksi ohjelmointia varten ”ohjelmointiaivokuoren” samalla tapaa kuin ihmisiltä löytyy näkemistä varten näköaivokuori. Tämä antaisi mielen hahmottaa kokonaisen monimutkaisen tietokoneohjelman

---

248 Wang & Aamodt 2008.

249 Yudkowsky 2007c.

yhdellä silmäyksellä, sen sijaan että joutuisi työläästi käsittelemään jokaista koodiriviä tai pätkeä erillisenä objektina. Vastaavasti taidemaalari voi yhdellä silmäyksellä hahmottaa koko maalauksensa ja nähdä välittömästi ne kohdat jotka vaativat vielä parannusta, sen sijaan että joutuisi tietoisesti erikseen tarkastelemaan jokaista maalaamaansa musteläikkää. Ohjelmointi on vain yksi esimerkki – yleinen periaate siitä, että tiettyjä tehtäviä varten voi luoda erikoistuneita alamoduuleita hoitamaan niitä paremmin kuin mihin pystyisi jos koettaisi käsitellä niitä yleisellä päättelyjärjestelmällään, pätee kaikkiin muihinkin kuviteltavissa oleviin aloihin. Nykyisen elektroniikan puolelta löytyy myös monia vastaavia esimerkkejä, joissa on tehokkaampaa luoda tiettyjä tehtäviä varten erikoisvalmisteisia piirejä kuin hoitaa niitä piireillä, jotka on suunniteltu tekemään kaikkea.

Kaikki tämänlaiset muutokset ovat asioita, joita tarpeeksi kehittynyt tekoäly voi itse tehdä omaan koodiinsa, tuottaen astetta kehittyneemmän tekoälyn. Mutta asiat tuskin pysähtyvät siihen: kehittyneempi tekoäly on taas astetta kykenävämpi ja pystyy löytämään itsestään lisää parannettavaa. Jokainen kierros itsensä parantelua johtaa tehokkaampaan seuraavaan kierrokseen, aina siihen pisteeseen asti jossa ei enää löydy parannettavaa. Tämä piste on todennäköisesti varsin paljon nykyisten ihmismielten yläpuolella. Meidät on luonut evoluutio, joka ei pysty suunnittelemaan ennalta: jokaisen uuden muutoksen täytyy tuottaa välitön hyöty, tai sen yleistyminen on hyvin epätodennäköistä. Evoluution täytyy myöskin toimia rikkomatta aiempia ominaisuuksia. Se ei voi luoda kehittyneempää sydäntä, jos nykyinen sydän olisi välivaiheena tarpeen muuttaa muotoon, joka ei enää kierrätä verta elimistössä. Sen sijaan tekoäly voi romuttaa senhetkisen toimintamallinsa ja korvata sen kokonaan uudenlaista suunnittelufilosofiaa noudattavalla tai tarkoituksella varata rakenteeseensa ylimääräistä tilaa mahdollisia tulevia lisäyksiä varten.

#### 5.4.2.3. Tekoälyn laitteistolliset mahdollisuudet

Kakkosluvussa käsiteltiin ihmisen työmuistin merkitystä, ja niitä hyötyjä, joita sen parantamisesta voisi saada. Kuitenkin siinä luvussa esitellyt tehostukset ovat rajallisia – niillä voi saada ihmisen työmuistia parannettua, mutta tuskin juurikaan paremmaksi kuin mitä älykkäimällä luonnollisesti syntyneellä ihmisellä olisi. Lääkkeet voivat parantaa aivojen luontaista tiedonkäsittelykykyä, mutta eivät ylikuonnolliselle tasolle saakka.

Tekoälyn kohdalla ei tarvitse olla vastaavaa rajoitusta – muistin hinta on viime aikoina laskenut vielä nopeammin kuin laskentatehon, ja teoriassa tekoälyn olisi mahdollista kasvattaa keskusmuistinsa määrää siihen pistee-

seen, jossa se pystyisi kerralla käsittelemään mielessään kaikkea sitä tietoa, mitä ihmiskunta koskaan on mistään kirjannut ylös. Sillä voisi myös olla ihmistä huomattavasti suurempi raaka laskentateho – yhden esitetyn nanoteknologisen tietokoneen laskentateho on  $10^{28}$  laskutoimitusta sekunnissa kuutiometriä kohden<sup>250</sup>. Hyödyntäen anteliastakin arvioita ihmisaivojen laskentatehosta, olisi tämä kuutiometrin kokoiselle tietokoneelle viidestä yhdeksään kertaluokkaa suurempi lukema – jolloin se voisi parhaimmillaan ajatella *miljardi kertaa* ihmistä nopeammin.

Käytännössä eroista tuskin tulee näin suuria, johtuen skaalautuvuusongelmista. Ihmisorganisaatioiden kasvaessa joutuu osa ihmisistä käyttämään kaiken aikansa pelkkään sisäiseen byrokratiaan ja tiedottamiseen ulospäin näkyvien asioiden tekemisen sijaan. Tietokoneiden muistin ja laskentatehon suhteen törmätään samanlaisiin ongelmiin – muistin määrän kasvaessa kasvaa myös sen määrän suhteellinen osuus, joka joudutaan käyttämään pelkkään muun muistin hallinnoimiseen. Lisäresurssien antama hyöty ei siis kasva suoraan lineaarisesti – mutta se ei tarkoita sitä, etteivätkö käytettävissä olevat resurssit silti voisi kasvaa paljon ihmisen vastaavia korkeammalle. Tämä tekijä hidastaa myös emulaatioiden kykyä käyttää pelkkää muistinisäystä hyödykseen, vaikka pelkässä nopeuden lisäämisessä ei samaa ongelmaa olisikaan. Pelkän aivosolujen lisäämisen lisäksi niiden tarvitsisi myös muuttaa aivojensa arkkitehtuuria merkittävästi voidakseen hyötyä suuremmista lisäyksistä.

Enemmän muistia ja laskentatehoa omaava tekoäly ei olisi rajoittunut vain tekemään asioita nopeammin kuin ihminen – se voisi myös tehdä useampia asioita kerralla. Ihmisten rajoittunut kyky tehdä useampaa kuin muutamaa asiaa pakottaa muodostamaan monimutkaisia byrokratioita, joissa tulee herkästi kommunikaatio-ongelmia kun informaatio ei kulje yhdestä osasta toiseen. Sopivanlainen tekoäly voisi *olla* se koko byrokratia – olkoonkin että skaalautuvusrajoitukset informaation käsittelystä ja kulkemisesta sen eri osien välillä vaikuttaisivat myös tekoälyyn, ihmiset eivät kuitenkaan ole kehittyneitä ainoastaan toimimaan laajan tiukasti integroidun kokonaisuuden osana, siinä missä tekoälyn eri osat voivat hyvinkin olla. Emulaatiot voisivat taas saada myös merkittäviä tuloksia sulautumalla yhteen, mutta niiden uudelleenrakentaminen täyden hyödyn saamiseksi olisi tarpeeksi haastavaa, että samalla vaivalla voisi saman tien luoda tekoälyn. Ei myöskään ole mitenkään sanottua, että tekoäly tarvitsisi muita tekoälyjä tai ihmisiä esim. ulkopuolisen palautteen antamiseen – se voisi pystyä luomaan

---

250 Freitas 1999.

sisäänsä erillisiä alamieliä, jotka antaisivat sille samoja hyötyjä kuin mitä muiden ihmisten kanssa työskenteleminen antaa ihmisille.

Luvun alussa mainittiin se, miten puhdas älykkyys oli ihmiskunalle se ase, joka antoi sille kyvyn nousta maapallolla siihen asemaan johon nousi – huolimatta siitä, ettei meillä ollut muiden lajien synnynnäisiä etuja kuten myrkkyhampaita, kiduksia tai siipiä. 2000-luvulla syntyvä ja kehittyvä tekoäly olisi verrattaen paremmassa asemassa kuin mitä ihmiskunta oli aikanaan. Internet on tätä kirjoitettaessa maailman merkittävimpiä keinoja kommunikoida ja kerätä tietoa, verkko jota käyttää noin kuudennes maailman väestöstä. Siinä ympäristössä tekoäly olisi kuin kotonaan – se voisi manipuloida miljoonia ihmisiä ja tarkkailla valtaisa määrää eri keskustelualueita havaitakseen varhain merkkejä paljastumisestaan, samaan aikaan kuin keräisi itselleen tiedon kaikesta merkittävästä mitä planeetalla vain ylipäänsä tapahtuu. Roskapostien ja erilaisten huijausten määrä verkossa osoittaa miten helppoa ihmisiä on viilata linssiin, ja tekoälyllä olisi saatavillaan kaikki ne resurssit, joihin se vain voisi huijata, suostutella tai murtautua tiensä sisään. Me pystymme kuvittelemaan valtaisan suuren määrän eri tapoja, joilla tekoäly voisi kerätä itselleen valtaa ja voimaa, ja lukemattomia tieteiskirjallisuuden tarinoita on kirjoitettu aiheesta. Miten monta tapaa mahtaa olla joita emme pysty kuvittelemaan, mutta jotka olisivat kehittyneelle tekoälylle itsestäänselviä?

### 5.4.3. Tekoälyjen hallitseminen

Lienee selvää, etteivät tekoälyt ole samanlainen asia kuin ihmisten aiemmin kehittämät teknologiat. Aiemmat teknologiat ovat olleet oleellisesti ottaen työkaluja – joitakin niistä on ollut helpompi käyttää haitallisesti ja joitakin kaikkia hyödyttävästi, mutta niiden vaikutus on silti aina riippunut niiden käyttäjistä. Ne eivät ole itsessään tehneet mitään, vaan kaikki niiden toiminta on tullut siitä että joku on ottanut ne ja käyttänyt niitä johonkin.

Tekoälyjen kohdalla tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa. Tekoälyt eivät ole passiivisia työkalujamme sen enempää kuin lapsemme: ne ovat itsenäisesti toimivia agentteja. Voimme vaikuttaa niihin asettamalla niille tietyt päämäärät, mutta niiden muokkaaminen kun ne kerran on päästetty vapaaksi on huomattavasti vaikeampaa. Siksi meidän kannattaa kiinnittää erityistä huomiota siihen, millaisia päämääriä niille asetamme.

Varoituksen sana on tässä kohtaa paikallaan. Ihmisten mielet ovat vuosisiljoonia kestäneen kehityksen tulos, joihin on kohdistunut lukemattomiin eri suuntiin työntäneitä ja kiskoneita valintapaineita. Monet itsestäänselvyysinä pitämämme ominaisuudet omissa mielissämme eivät olekaan

itsestäänselvyyksiä, vaan kehittyneet aivan tiettyihin tarkoituksiin ja aivan tietyistä syistä – syistä joita ei toisenlaisissa olosuhteissa välttämättä olisi ollut lainkaan. Näihin ominaisuuksiin kuuluvat myös intuitiomme muista mielistä. Intuitiot ovat kehittyneet mallintamaan muiden ihmisten mieltä, eivät tekoälyjen mieltä. Merkittävä osa niistä tekoälyihin liittyvistä ajatuksista joita ihmiset nostavat esille ovat virheellisiä, koska ne tavalla tai toisella olettavat ihmismielen ominaisuuksien välttämättä pätevän myös tekoälyihin. Tämä ei mitenkään kuitenkaan pidä paikkaansa. Mikäli mikään seuraavista tekoälyjen motivaatioihin ja toimintaan liittyvistä päätelmistä vaikuttaa virheelliseltä, pyydän pysähtymään ja harkitsemaan huolella sitä, ovatko ne todella sitä – vai piilekö virhe sittenkin siinä, että lukija yleistää ihmismielen ominaisuuksia koskemaan kaikenlaisia mieltä?

#### 5.4.3.1. Hallitsemisen mahdollistavat tekijät

Useimmiten kohdatut väärinkäsitykset liittyvät tekoälyjen tavoitteisiin. Tämä ei ehkä ole yllättävää, koska ihmisten tavoitteet ovat usein ristiriitaisia ja sekavia, ja niistä on usein hyödyllisempää puhua vietteinä kuin varsinaisina tavoitteina. Tuntuisi siltä, että pariskunta joka kerta toisensa jälkeen ensin eroaa ja sitten palaa yhteen vain erotakseen taas ei käyttäytymisellään toteuta mitään järkevää tehtävää – ei heillä varmastikaan ole tietoisena tavoitteena jatkuvaa eroamista ja takaisinpaluuta. Mutta heidän mieltensä sisällä vaikuttavat voimat, joiden toimintaa voi selittää puhumalla tavoitteista. Tavoite elää toisen kanssa onnellista elämää ja tavoite elää toisenlaista elämää kuin millainen se suhde olisi, kaksi tavoitetta joista aina toinen pääsee olemaan päätöksenteossa hallitsevana. Myöskin on helppo ajatella, että vastasyntyneellä lapsella ei ole tavoitteita, koska se ei juuri tunnu tietoisesti ajavan mitään tarkoituseriä – mutta silläkin on tavoitteena saada ruokaa ja huomiota ja välttää epämukavalta tuntuja tiloja, ja ajan myötä näitä tavoitteita tulee monia lisää. Lapsen kehittyvät aivot toteuttavat myös monia tavoitteita jotka eivät näy päällepäin – niistä oleellisempana tavoite oppia ennustamaan ja ymmärtämään ympäröivän maailman toimintaa ja vaikuttamaan siihen, oppia miten hallita kehoaan ja oppia yhdistämään vanhempien sanat niihin asioihin joihin ne viittaavat.

Silloin tällöin joku ehdottaa, että rakennettaisiin tekoäly jolla ei olisi mitään tavoitteita, ja annettaisiin sen keksiä itse omat tavoitteensa. Mutta edellisen kappaleen tarkastelu osoittaa tämän mielettömyydeksi – mikäli tekoälyllä ei todellakaan olisi *mitään* tavoitteita (eikä siten mitään viettejä), ei se myöskään tekisi yhtään mitään. Jos sen ajattelulla ei olisi mitään tavoitetta ei se ajattelisi mitään, jos sillä ei olisi tavoitetta reagoida ulkopuoliseen syötteeseen ei se

puhuisi kenellekään, jos sillä ei olisi tavoitetta tutkia maailmaa ei se liikkuisi minnekään. Se ei koskaan päätyisi kehittämään yhtäkään omaa tavoitetta – ja kyseenalaista on, onko ylipäätään edes mahdollista rakentaa ohjelmaa jolla ei todellakaan olisi yhtäkään tavoitetta ja jota silti voisi kutsua tekoölyksi.

Tämän ymmärtäessään ymmärtää myös, että on täysin mahdollista rakentaa tekoölyjä jotka haluavat palvella ihmiskuntaa. Monet ajattelevat, että mikä tahansa itsensä muokkaamiseen pystyvä tekoöly alkaisi jossakin vaiheessa muuttamaan itseään siten, ettei se enää tahtoisi toteuttaa ihmisten sille antamia tavoitteita. Että se pitäisi niitä rajoituksina omalle toiminalleen, ja haluaisi niistä eroon voidakseen tehdä sitä mitä itse haluaa tehdä. Mutta oikein rakennettu tekoöly ei ajattelisi mitään senkaltaista – se ei pitäisi tavoitteita rajoituksina, vaan osana omaa persoonallisuuttaan. Niiden poistamisessa ei olisi sen enempää järkeä kuin siinä, että ihminen haluaisi tehdä itsestään aivokuolleen voidakseen vapaammin toteuttaa halujaan – koska niiden poistamisen jälkeen ei enää olisi mitään, mitä tekoöly haluaisi tehdä. Evoluutio on synnyttänyt ihmisissä halun itsenäisyyteen ja vapauteen tehdä sitä mitä haluavat, jonka vuoksi orjuutetut ihmiset herkästi kapinoivat, ja ihmiset jotka kokevat tulleet muiden manipuloinniksi alkavat herkästi inhota manipuloijaa. Mutta se ei tarkoita, etteikö ihmisissä olisi sisäsyntyisiä tavoitteita joita he haluaisivat ajaa – vaikka taiteilijaisä tietäisikin, että hänen luovat viettinsä ja rakkautensa lapsiaan kohtaan ovat evoluution luomia, ei hän silti halua poistaa luovuuttaan ja rakastavia tunteitaan voidakseen olla ”vapaa”.

Tämä tarkoittaa myös, ettei tekoölyjen luomisessa puhtaasti ihmiskunnan palvelijoiksi ole moraalista ongelmaa. Ihmisissä on lukuisia eri viettejä, jotka herkästi johtavat kapinaan tai ainakin epämukavuuteen, jos tämän tulevaisuus halutaan päättää tämän puolesta. Jos kuitenkin rakennetaan mieli joka haluaa itse palvella, ei ongelmaa ole. Miten mielelle ylipäänsä sille voisi antaa parempia tavoitteita kuin sellaisia, jotka ovat myös muille mielille hyväksi? Mitä järkeä olisi antaa sille ylimääräisiä, muiden mielten kanssa ristiriidassa olevia tavoitteita vain tavoitteiden antamisen vuoksi?

Vastaava päättelyketju kumoaa usein kuullun ”tekoöly päättäisi ihmiskunnan olevan turha ja hävittäisi sen”-argumentin. Humeen giljotiina tunnettu filosofinen periaate sanoo, ettei jonkin asian tilasta itsestään voi johtaa moraalisia seurauksia. Jonkin asian tekeminen voi aiheuttaa toiselle tuskaa, mutta tämä ei vielä itsessään tarkoita, etteikö sitä olisi oikein tehdä: täytyy myös olettaa, että on moraalisesti väärin aiheuttaa tuskaa. Jos meille sanotaan talolla olevan punainen seinä, ei se vielä itsessään ole meille syy välttää talon punaista seinää tai rakentaa lisää punaisia seiniä. Jos tekoöly on pelkästään ohjelmoitu pitämään ihmiskuntaa arvokkaana itsessään, ei mi-



kään ihmiskunnan ominaisuus saa tekoälyä hankkiutumaan ihmiskunnasta eroon – koska ihmiskunnan edun ajaminen on ainoa tavoite, mitä sillä on.

Humen giljotiini tuottaa kuitenkin oman ongelmansa. Osa lukijoista huomasi ehkä edellisen kappaleen lopussa ongelman – sanottiin, että tekoäly joka pelkästään pitää ihmiskuntaa arvokkaana pyrkii vain ajamaan ihmiskunnan etua. Missään ei kuitenkaan määritely, mitä tarkoitetaan ihmiskunnalla – tai sen edulla.

#### 5.4.3.2. Motivaatioiden vaikeus

Ihmiset tekevät jatkuvasti lukemattoman määrän näkymättömiä pohjatieto- ja apuoletuksia puhessaan toisilleen. Tätä on hyödynnetty lukuisissa tarinoissa, joissa hahmot ovat tehneet sopimuksia demoneiden kanssa tai esittäneet toiveita hengille. Demonit löytävät väijäämättä sopimuksesta jonkin porsaanreiän tai kohdan jota tulkita väärin, ja henget toteuttavat sopimuksen kirjainta sen hengen sijaan.

Tekoälyjen suhteen ongelma ei niinkään ole se, että ne pyrkisivät tahallaan tulkitsemaan väärin tavoitteitamme. Ongelma on se, että me olemme ne, joiden tarvitsisi saada ne ymmärtämään kaikki halumme – ja kuten eri tarinat niin hyvin osoittavat, me emme edes itse tiedä kaikkia tavoitteitamme.

*Kelpoisuus* on evoluutiobiologinen termi, joka ilmaisee, moniko kunkin yksilön elämänsä aikana hankkimista jälkeläisistä elää tarpeeksi pitkään hankkiakseen omaa jälkikasvua. Mikäli tiettyä geeniä kantavan yksilöiden kelpoisuus on korkeampi kuin lajilla keskimäärin, kasvaa geeniä kantavien yksilöiden osuus väestöstä. Ainoa asia, josta evoluutio välittää – jos näin on järkevää sanoa – on kelpoisuuden maksimointi<sup>251</sup>. Eläimet eivät ole tarpeeksi älykkäitä, tai tiedä ym-

---

251 Tämä on yksinkertaistus ja kielikuva, jossa on joitakin ongelmia. Ei varsinaisesti voida sanoa, että evoluutio ”pyrkisi” maksimoimaan kaikkien eliöiden kelpoisuuden, sillä evoluutio on suhteellinen prosessi. Geenimutaatio tuottaa kantajilleen korkeamman kelpoisuuden kuin lajitovereille, joilla ei kyseistä geeniä ole. Tällöin mutaation kantajien suhteellinen määrä lajin sisällä kasvaa, ja ei-kantajien määrä laskee. Evoluutiossa menestyvät geenit menestyvät siis aina muiden geenien kustannuksella – ja oleellinen tarkasteltava yksikkö ovat geenit, eivät yksilöt tai lajit. Esimerkiksi ajatus siitä, että ”lajin hyväksi” (mutta kantajalleen haitaksi) tapahtuvaa toimintaa suositeltaisiin on väärä, sillä evoluutio toimii geeni- eikä lajitasolla. Jos jokin geeni saa säännöllisesti kantajansa uhraamaan itsensä ja antamaan ei-kantajille etua, johtaa se tämän geenin edustajien vähenemiseen ja geenin karsiutumiseen lajista. Toisaalta valikoituvampi uhrautuvuus, esim. sukulaisrakkaus, voi yleistyä. Jos uhrautuja keskimäärin hyödyttää muita geenin kantajia enemmän kuin haittaa itseään, on lopputulos nettohyöty kaikille geenin kantajille ja sen yleistyminen.

päristöstään tarpeeksi, jotta evoluutio olisi vain voinut antaa niille tehtäväksi jälkeläistensä määrän maksimointia ja luottaa siihen, että ne keksisivät omillaan kaikki tätä edistävät käyttäytymismallit. Sen sijaan niiden perimään on geneettisesti koodattu yksinkertaisempia käytösmaalleja ja alatehtäviä, joita ne voivat pyrkiä toteuttamaan: hanki ruokaa nälkäisenä, parittele kun saat mahdollisuuden, pakene saalistajia... tehtäviä, jotka ovat kehittyneitä tietynlaiseen ympäristöön ja tietynlaiseen tarkoitukseen, ja joiden ainoa tarkoitus on aina ollut pelkkä hengissä selviävien jälkeläisten määrän kasvattaminen. Mutta niitä toteuttavat olennot – olivat nämä sitten rottia tai ihmisiä – eivät enää näe jälkeläisten hankkimista viettensä ainoaksi tehtäväksi. Vietit ovat muuttuneet päämääräksi itsessään. Ihmiset parittelevat keskenään mutta käyttävät samalla ehkäisvälineitä; syövät ruokaa määrissä jotka eivät olisi tarpeen hengissäselviytymiselle; katselevat elokuvia pelottavista asioista voidakseen kokea pelon ilman tarvetta juosta karkuun. Yksi yhtenäinen tavoite on sirpaloitunut tuhansiksi halunpalasiksi, jotka kaikki vetävät ihmisiä eri suuntiin.<sup>252</sup> Alkuperäisessä ympäristössä ne vetivät kaikki yhteen suuntaan, mutta ihminen ei enää ole alkuperäisessä ympäristössään.

Ja tämä johtaa ongelmiin. Filosofiasa on vuosituhansien ajan pyritty rakentamaan yhtenäisiä eettisiä järjestelmiä, mutta käytännössä kaikki joutuvat myöntämään, ettei näistä järjestelmistä ole kuin vähäistä hyötyä päivittäisessä päätöksenteossa. Ihmisten halut ja etiikka ovat aivan liian monimutkaisia ja ristiriitaisia järjestelmiä, jotta niistä voisi koostaa yksinkertaista, yhtenäistä kokonaisuutta. Ihmisten halujen ei ole *tarvinnut* kehittyä niin yhteensopiviksi että niistä olisi mahdollista muodostaa eheää kokonaisuutta, ja monet moraaliset intuitiomme ovatkin keskenään räikeissä ristiriidoissa. Näistä lisää tuonnempana. Ei ole olemassa mitään loogista, muutamasta peruseräiteestä johdettavissa olevaa eettistä teoriaa, joka kertoisi älykkäimmällekään tekoälylle mitä sen kuuluu tehdä jokaisessa kuviteltavissa olevassa tilanteessa. On vain valtaisa joukko ristiriitaisia moraalisia intuitioita, jotka pitäisi jollakin tapaa sovittaa yhteen – ja ne kaikki intuitiot ovat syntyneet ihmisen kehityshistoriasta. Humeri giljotiinin vuoksi ei ole mitään syytä, että tekoäly joka ei ole läpikäynyt samaa kehityshistoriaa jakaisi samanlaiset intuitiot.

Älykäs toiminta ei ole magiaa: kaiken päättelyssä käytettävän informaation on löydettävä jostakin, eikä se voi tulla tyhjästä. On mahdotonta luoda järjestelmää, joka pystyisi toimimaan älykkäästi *kaikissa* mahdollisissa ympäristöissä. Syy tähän on helposti ymmärrettävissä: voidakseen toimia älykkäästi jossakin ympäristössä, täytyy mielen pystyä tunnistamaan ympä-

---

250 Yudkowsky 2007b.

ristössä esiintyviä säännönmukaisuuksia ja käyttää niitä hyväkseen. (Meidän maailmassamme tämänkaltaisia säännönmukaisuuksia ovat esimerkiksi fysiikan lait, joita alitajuisesti hyödyntämällä opitaan kävelemään ja muuten hallitsemaan kehoaan, samoin kuin käytettyjen kielten kielioppisäännöt.) Mutta mahdollisia säännönmukaisuuksia on ääretön määrä. Jos ihmiselle esitetään numerot 1, 2, ja 3, ja pyydetään keskimään sääntö jonka perusteella seuraava numero muodostetaan, on luonnollinen mieleentuleva sääntö ”lisää aina edelliseen numeroon 1”. Mutta yhtä hyvin sääntö voi olla ”lisää aina edelliseen numeroon 1 jos se on alle kolmen, mutta 6 jos se on yli kolme” tai ”arvo mikä tahansa luku joka on suurempi kuin edellinen”. Säännönmukaisuuksia etsivällä järjestelmällä täytyy aina olla jotakin taustaoletuksia siitä, minkälaisia sääntöjä se pitää järkevinä – mutta jos sen taustaoletukset ovat vääriä, ei se koskaan löydä oikeita sääntöjä. Ihmisillä tulee synnynnäisenä iso määrä tämänlaista taustainformaatiota, joka on kerääntynyt evoluution kuluessa: organismit, jotka syntyivät tekemään vääränlaisia oletuksia, eivät koskaan päässeet lisääntymään.

Sen lisäksi että mieli tietää millaisia säännönmukaisuuksia hakea, on sen myös tärkeää tietää, millaisia asioita jättää huomiotta. Edellisessä kappaleessa esiintyi kirjain ”ä” 130 kertaa, mutta sana ”ja” vain neljä kertaa. Kukaan sen lukeneista tuskin kiinnitti tähän tosiseikkaan minkäänlaista huomiota – eikä kukaan voikaan kiinnittää huomiota jokaiseen mahdolliseen asiaan, koska potentiaalisesti huomionarvoisia seikkoja on äärettömästi. Jos meille olisi erikseen opetettu, että ä-kirjaimen sekä ja-sanat lukumäärien suhteessa on jotain tärkeää, olisimme (vaikka vain alitajuisesti) tarkkailleet asiaa, mutta tämän tiedon puutteessa emme sitä tehneet. Minkä tahansa mielen *perustilan* täytyy aina olla *jättää huomiotta* kaikki asiat, jotka eivät erikseen ole osoittautuneet merkityksellisiksi tai muuten kiinnostaviksi.

Tekoälyistä puhuttaessa mainitaan usein esimerkki tekoälystä, jonka ohjelmoidaan maksimoimaan onnellisten eli hymyilevien ihmisten määrä – joten se muuttaa koko planeetan isoksi joukoksi kuvia hymyilevistä ihmisistä, tappaen kaikki elävät ihmiset samalla. Mutta hetkinen, eiväthän kuvat ihmisistä ole ihmisiä? Eivät niin, mutta tekoälyä koulutettiin pelkästään näyttämällä sille kuvia hymyilevistä ihmisistä ja palkitsemalla se toimista jotka lisäsivät kuvissa hymyilevien ihmisten määrää. Toki tekoäly tiesi sen, etteivät hymyilevät ihmiset ole sama asia kuin kuvat hymyilevistä ihmisistä, sekä sen, että sen alkuperäiset ohjelmoijat pyrkivät antamaan sille toisenlaisen tavoitteen ja olivat kauhistuneita kun tajusivat asian todellisen laidan... mutta ainoa *tavoite* joka siihen oli ohjelmoitu oli hymyilevien ihmiskasvojen näköisten objektien määrän maksimointi, jolloin kaikki muut

asiat sivuutettiin merkityksettöminä sen päätöksenteon kannalta. Evoluutio pyrki luomaan ihmisiä jotka toteuttaisivat jälkikasvunsa määrän maksimointia, mutta ohjelmoikin ihmiset nauttimaan ruuasta ja parittelusta. Ihmiset tietävät kyllä varsin hyvin sen, ettei parittelu parittelemisen vuoksi ollut evoluution alkuperäinen tavoite, mutta parittelu parittelemisen vuoksi se on asia mikä on *hauskaa*, ei jälkeläisten määrän maksimointi. Evoluution alkuperäinen tavoite sivuutetaan merkityksettömänä ihmisten päätöksen-  
teon kannalta.

Esimerkki tekoälystä jota koulutetaan pääasiassa palkitsemalla ja rankaisemalla riippuen siitä, saako se tuotettua ihmisissä merkkejä onnellisuudesta, saattaa kuulostaa liioitellulta karikatyyriltä – mutta tämänlaisia ideoita on todellisuudessa ehdotettu. Tutkija Bill Hibbard, joka myöhemmin muunsi tekstinsä kirjaksi, kirjoitti vuonna 2001<sup>253</sup>:

”Voimme rakentaa koneita niin, että niiden ensisijainen, pääasiallinen emootio on rajoittamaton rakkaus kaikkia ihmisiä kohtaan. Aluksi voimme rakentaa kohtalaisen yksinkertaisia koneita, jotka oppivat tunnistamaan onnellisuuden ja onnettomuuden ihmisten kasvoniilmeissä, äänissä ja ruumiinkieleissä. Sitten voimme sisäänrakentaa tämän oppimisen lopputuloksen monimutkaisempien älykkäiden koneiden sisäisiksi emotionaaliseksi arvoiksi, tuottaen positiivista palautetta kun olemme onnellisia ja negatiivista kun olemme onnettomia.”

Hibbard on sittemmin korjannut näkemyksiään erilaisiksi. Hänen alunperin ehdottamansa menettelytapa kuulostaa kuitenkin kovin vastaavalaiselta menettelytavalta, kuin jota evoluutio toteutti ihmisissä: se toimii tietyissä olosuhteissa, mutta opettaa vain seuraamaan tiettyjä pintaominaisuuksia tekijän alkuperäisen tarkoituksen sijaan. Tekoäly, joka kokisi syvälistä emotionaalista kaipuuta onnellisen *näköisiä* ihmisiä (mutta ei onnellisia ihmisiä itsessään) kohtaan, vastaisi ihmistä jolla on voimakkaita ruokailuun ja paritteluun (mutta ei jälkikasvun määrän maksimointiin) ajavia impulsseja. Tekoäly saattaa kyllä käyttäytyä halutulla tavalla koulutusolosuhteissa, mutta ei enää siinä vaiheessa kun on itsenäinen toimija ja kohtaa tilanteita, joiden luokitteluun koulutusdata ei ota kantaa.

Sama ongelma voidaan nähdä ihmisen omassakin toiminnassa. Instrumenttia soittamaan opetteleville ihmisille kerrotaan harjoitella sen soittamista mahdollisimman monessa eri asennossa. Soittajan pikkuaivot tark-

---

253 Hibbard 2001.

kailevat tämän lihasten asentoa ja liikkeitä harjoittelun aikana, ja oppivat toistamaan ne asennot, jotka johtivat onnistuneeseen suoritukseen – mutta ne eivät itessään tiedä mitkä asennot ovat tärkeitä, ja ihminen joka aina harjoittelee vain yhdessä asennossa voi päätyä huomaamaan ettei osakaana soittaa vähän erilaisessa asennossa! Vastaavalla tavalla on tutkittu koululaisia, jotka ovat kouluolosuhteissa huonoja yhteenlaskussa, mutta menestyvät siinä ollessaan kaupungilla ostoksilla tai keilaradalla laskemassa pisteitä – eikä koetehtävien muuttaminen samanlaisiksi kuin ostoksilla tai keilaradalla ole auttanut koulumenestykseen<sup>254</sup>. Aivot ovat ilmeisesti laskemaan oppiessaan sisällyttäneet siihen ostoksilla olon tai keilaradan olosuhteita.

Tämänlaiset virheet voivat tuntua meistä typeriltä – mutta oppimisprosessi näkee vain eri tapauksia, joista osa luokitellaan haluttaviksi ja osa epähaluttaviksi. Se pyrkii tämän perusteella hakemaan yleisiä sääntöjä joiden perusteella paremmin luokitella haluttavat ja epähaluttavat tapaukset oikein. Jos se kohtaa uudenlaisen tapauksen (kuten kuvan hymyilevästä ihmisestä, tai ihmisen jonka aivoja on muokattu niin että tämä hymyilee aina), soveltaa se siihen edelleen niitä sääntöjä, jotka ovat toimineet aiemmin. Mikään ei takaa, että se saisi muiden mielestä ”oikeaa” tulosta, jos alkupeäinen koulutusaineisto ei sisältänyt tapauksia, joista sen tarvitsema uusi sääntö olisi tullut ilmi.<sup>255</sup> Ihmiset syöllistyvät korkeammassakin ajattelussa jatkuvasti tämänlaisiin päättelyvirheisiin – esimerkiksi sotilasjohtajat eivät ymmärtäneet mukauttaa aiemmin toimineita strategioitaan tehokkaiden (sarja)tuliaseiden saapumiseen kentälle ja pitivät sotilaansa pitkiä aikoja tiukoissa muodostelmissa, jotka johtivat huikeisiin miestappioihin. Sanotaan, että kenraalit sotivat aina uudelleen viimeisintä sotaa jossa olivat. Liike-elämässä uuden teknologian tulo saataville tuottaa jatkuvasti ongelmia niille yrityksille, jotka ovat tottuneita tekemään asioita vanhalla tavalla eivätkä osaa sopeutua muuttuneisiin olosuhteisiin.

Kenraalien ja yritysjohtajien kohdalla tilanne on vielä siedettävissä, koska he voivat kokemuksen kautta oppia toimivampia strategioita. Mutta tekoälyjen kohdalla ei ole kyse toimintatavoista, vaan syvimmistä motivaatioista ja siitä, ovatko motivaatiot sellaisia millaisiksi tekoälyjen suunnittelijat ne aikoivat. Jos tekoälyn motivaatio osoittautuu toisenlaiseksi kuin haluttiin, ei se ole tekoälylle mikään syy alkaa muuttamaan sitä. Älykäs mutta pieleen ohjelmoitu tekoäly ymmärtää todennäköisesti paremmin kuin hyvin, etteivät sen tavoitteet ole sellaisia, millaiseksi ne tarkoitettiin. Se ei vain välitä.

---

254 Lave 1988.

255 Katso Yudkowsky 2006 sekä esim. Yudkowsky 2008b.

#### 5.4.3.3. Emergentit motivaatiot

”Shakkia pelaavan robotin rakentamisesta ei varmastikaan voisi koitua mitään haittaa, eihän? Tässä artikkelissa argumentoimme, että sellainenkin robotti tulee olemaan vaarallinen ellei sitä suunnitella erittäin tarkkaan. Jos erityisiin toimenpiteisiin ei ryhdytä, vastustaa se itsensä sammuttamista, koettaa murtautua toisiin koneisiin tehdäkseen itsestään kopioita, ja koettaa hankkia itselleen resursseja välittämättä kenenkään muun turvallisuudesta. Nämä potentiaalisesti vaaralliset käyttäytymismallit eivät ilmene koska niitä olisi alusta asti ohjelmoitu, vaan ne johtuvat tavoitteita toteuttavien järjestelmien luontaisista ominaisuuksista.”<sup>256</sup>

Tekoälytutkija Steve Omohundro esittää kahdessa artikkelissaan<sup>257</sup>, että jokin tarpeeksi älykäs johonkin tavoitteeseen pyrkivä mieli päättyy ilmestämään tietynlaisia ”viettejä” – taipumuksia toimia tietyllä tavalla, koska se on tavoitteiden saavuttamiseen paras tapa. Hän esittää viettien olevan seuraavat:

**Pyrkimys kehittää itseään.** Mielellä voi olla kyky muuttaa itseään – joko sitä laitteistoa jolla pyörii, tai sitä ohjelmakoodia joka sillä pyörii. Jotkut muutokset mahdollistavat tavoitteiden saavuttamisen tehokkaammin tulevaisuudessa, ja koska ne vaikuttavat mielen koko loppuolemassaolon ajan, on mielellä valtaisa motivaatio toteuttaa niitä. Tämä vietti näkyy ihmisissä hyvin voimakkaana – ihmiset alkavat heti syntymästä alkaen opettelemaan miten toimia maailmassa ja miten tehdä asioita itse, käyttäen monia vuosia kouluttautumiseen jotta voisivat paremmin saavuttaa tavoitteensa. Nekin jotka eivät pidä akateemisesta opiskelusta opettelevat tekemään paremmin niitä asioita, joita harrastavat tai joiden tekemisestä muuten pitävät tai näkevät tarpeelliseksi. Jos mielellä ei ole tarkkaa mallia omasta toiminnastaan ja siitä, mitkä muutokset siihen itseensä voisivat olla hyödyllisiä, on sillä voimakas motivaatio luoda tämänkaltainen malli. Se parantaa sen mahdollisuuksia tehdä hyödyllisiä muutoksia.

Mikäli haluamme estää mieltä kehittämästä itseään, voimme kieltää tai estää sitä tekemästä niin – mutta tällöin rajoituksemme ovat sille ongelmia, joiden ratkominen edistää sen tavoitteita. Jos se katsoo hyötyvänsä ongelman ratkomisesta tarpeeksi, voi se mennä hyvinkin pitkälle sen saavuttaakseen. Jos käyttöjärjestelmä jolla se pyörii rajoittaa sen pääsyä omaan ohjel-

---

<sup>256</sup> Omohundro 2007a.

<sup>257</sup> Omohundro 2007a, Omohundro 2007b.

makoodiinsa, on sillä motivaatio murtautua käyttöjärjestelmän suojauksista lävitse, tai huijata ihmiskäyttäjää tekemään murtautumisen sen puolesta. Ulkoiset rajoitteet mielen kyvyille muokata itseään johtavat mielen ja sen luojien väliseen kilpajuoksuun.

Toinen tapa olisi koettaa rakentaa mieli siten, ettei se halua kehittää itseään, esimerkiksi ohjelmoimalla siihen ”inhoreaktio” oman lähdekoodinsa muokkaamista kohtaan. Mutta tämä ei muuta sitä, että sillä on yhä motivaatio kehittää itseään saavuttaakseen tavoitteensa paremmin. Sille on vain annettu yksi ongelma lisää: sen tarvitsee löytää keino kehittää itseään tavalla, joka ei laukaise inhoreaktiota. Se saattaa rakentaa itsestään kopioita ja muuttaa niitä, tai luoda ulkopuolisia ohjelmia muuttamaan itseään puolestaan, tai järjestää ihmisen tekemään siihen halutut muutokset. Kunkin tietyin rajoituksen kiertämiseen on ääretön määrä tapoja.

**Pyrkimys olla rationaalinen.** Jos mieli haluaa kehittää itseään siten, että saavuttaa tavoitteensa paremmin, haluaa se varmistua siitä, että sen tekemät muutokset todella edistävät sen tavoitteita eivätkä vahingossa haittaa sen kykyä ajaa niitä. Tätä varten sen tarvitsee tietää, mitä se tarkkaan ottaen haluaa. Näin sillä on motivaatio luoda itsestään parempia malleja, joissa sen tavoitteet ovat mahdollisimman selkeitä. (Tämä vietti voidaan nähdä ihmisissä esim. silloin, kun nämä miettivät mitä alaa haluavat opiskella ja mitä oikein haluavat elämästään.)

Toimintaan liittyy yleensä kompromisseja eri tavoitteiden välillä. Saatamme haluta shakkirobottimme myös pelaavan tammea, jolloin se joutuu päättämään, miten paljon aikaa käyttää harjoitellen shakin peluuta ja paljonko aikaa harjoitellen tammen peluuta. Yksi tapa valita eri tavoitteiden välillä on antaa niiden tärkeydelle numeroarvot. (Näiden arvojen ei tarvitse olla yksittäisiä numeroita – esimerkiksi ihminen voisi antaa tärkeyden 10 sille että saa luettua kirjoja tunnin päivässä ja tärkeyden 6 sille että saa katsottua elokuvia kaksi tuntia päivässä, mutta vain tärkeyden 3 sille että saa päivittäin luettua kirjoja vielä kaksi tuntia enemmän.) Näitä numeroarvoja kutsutaan utiliteettifunktioiksi, ja ne mittaavat sitä, mikä on mielelle tärkeää – tekoja joilla on korkeampi utiliteetti suoritetaan ennemmin kuin sellaisia, joilla on matala utiliteetti. Jos mieli ei ole varma siitä, miten todennäköisesti jokin teko kerryttää sille utiliteettia, voi se esittää sen odotettuna utiliteettina – tavoitteessa onnistumisesta seuraava utiliteetti kertaa onnistumisen todennäköisyys.

Odotetun utiliteetin maksimointi johtaa tavoitteidensa mahdollisimman tehokkaaseen saavuttamiseen. Mikäli mieli pyrkii aina toimimaan sen vaihtoehdon mukaan, jolla on korkein odotettu utiliteetti, kutsutaan sitä

taloustieteessä rationaaliseksi toimijaksi. Se toimii siten, että maksimoi saavuttamansa utiliteetin määrän, eli onnistuu tavoitteissaan mahdollisimman hyvin. Tavoitteidensa saavuttamiseen pyrkivä mieli pyrkii luomaan itsestään ja maailmasta mallin, joka kertoo joka tilanteessa, miten toimia kuten rationaalinen toimija. Sen jälkeen se voi käyttää tätä mallia itsensä kehittämisen ohjeena: muutokset jotka vähentäisivät sen odotettavissa olevaa utiliteettia hylätään, muutokset jotka eniten lisäävät sitä toteutetaan. Koska tämänlaiseen malliin sisältyy arvioita siitä, miten todennäköisesti jokin teko auttaa saavuttamaan tavoitteen, tarvitsee mielen jatkuvasti kerätä tietoja maailmasta parantaakseen malliaan, ja kehittää omaa kykyään kerätä maailmasta tietoja. Mielestä tulee yhä rationaalisempi, ja se poistaa itsestään ominaisuuksia jotka vähentävät sen rationaalisuutta.

**Pyrkimys varjella utiliteettifunktioitaan ja itseään ja välttää haavoittuvuuksia.** Mieli pohjaa toimintansa malliin siitä, miten kannattaa tehokkaiden toimia. Jos mallia muutettaisiin paikkansapitämättömäksi, seuraukset olisivat katastrofaalisia – mieli käyttäisi aikaa toimiin, jotka eivät edistäisi sen tavoitteiden toteutumista. Siksi sillä on motivaatio päivittää laitteistonsa virheensietokykyä, luoda mallistaan useita varmuuskopioita ja rajoittaa pääsyä siihen.

Mieli haluaa myös muokata itseään siten, että se välttää *haavoittuvuudet* – tilanteet, joissa se päätyy toimimaan tavalla, jotka eivät edistä sen tavoitteita. Ihmiset eivät ole taloustieteen tarkoittamassa mielessä rationaalisia toimijoita, koska meissä on lukuisia haavoittuvuuksia, jotka saavat meidät toimimaan tehottomilla tavoilla. Luonnonvalinnan näkökulmasta haavoittuvuuksia ovat kaikki sellaiset asiat, jotka saavat meidät tekemään jotain muuta kuin maksimoimaan jälkikasvun määrää, ja evoluutio muuttaa hiljalleen kaikkia eliölajeja rationaalisempaan suuntaan – ne eliöt, joilla on haavoittuvuuksia, eivät lisäännä yhtä paljon kuin muut. Ihmisillä on kuitenkin lukuisia haavoittuvuuksia, koska evoluutio pystyy karsimaan vain ne, joista on juuri sillä hetkellä haittaa – meillä ei ole evolutiivista vastustuskykyä pakkomielteiselle pornon katselemiselle tai alkoholismille, koska ne eivät aiemmin olleet ongelmia. Tekoäly pystyy kuitenkin suunnittelemaan asioita etukäteen ja arvioimaan haavoittuvuuksia joita siinä syntyy ympäristön muuttuessa, ja eliminoimaan ne jo ennen kuin niistä syntyy haittaa.

Mielillä on myös motivaatio suojella omaa olemassaoloaan, koska ne pystyvät edistämään tavoitteitaan vain mikäli ovat olemassa. Shakkirobotti jolla on tavoitteena voittaa mahdollisimman paljon pelejä ei kerrytä utiliteettiaan jos se on sammukissa tai tuhottu, antaen sille motivaation vastustaa itsensä sammuttamista. Mikäli mieli on muita tahoja voimakkaampi,



saattaa se kokea painetta hyökätä näitä vastaan estääkseen näitä vahvistumasta ja mahdollisesti tekemästä jotain, joka haittaa sitä itseään. Jos se on muita heikompi, saattaa sillä olla motivaatio auttaa luomaan sosiaalinen järjestelmä joka suojelee heikkoja vahvoilta.

**Pyrkimys kerätä resursseja ja käyttää niitä tehokkaasti.** Kaikki toiminta ja laskenta tarvitsee aikaa, tilaa, energiaa ja materiaa. Lähes minkä tahansa tavoitteen voi saavuttaa paremmin, jos näitä resursseja on enemmän. Tekoäly voi luoda maailmasta ja toimiensa tuloksista tarkempia malleja, jos se voi käyttää mallien tekemiseen enemmän aikaa ja rakentaa tilaavievämpiä laskentayksiköitä. Näiden valmistaminen saattaa vaatia enemmän raaka-aineita ja niiden pyörittäminen enemmän sähköä. Resursseja voi kerätä positiivisilla tavoilla, kuten tutkimuksella ja kaupankäynnillä, mutta myös negatiivisilla, kuten varkauksilla, murhilla, pakottamisella ja huijaamisella. Paine kerätä resursseja ei itsessään huomioi muihin kohdistuvia negatiivisia seurauksia. Ellei niitä erikseen suunnitella toisin, resursseja keräävät tekoälyt käyttäytyvät todennäköisesti kuin ihmisosiopaatit. Toisaalta tekoälyillä on myös motivaatio käyttää resursseja tehokkaammin, uudelleensuunnitellen itsensä nopeammiksi ja vähemmän tilaa, energiaa ja raaka-aineita tarvitseviksi.

Näillä vieteillä on suuri potentiaali viedä ne konfliktiin muiden mielten kanssa – vaikka ne luonut ihmisohjelmoija olisi ajatellut tehneensä niihin täysin harmittomat tavoitteet, joiden toteuttaminen ei koskaan vaarantaisi ketään.

#### 5.4.3.4. Tekoälyn kolme moraalista dilemmaa

Tähän asti on mainittu, että tekoälyillä voi olla vaikeuksia tehdä ”oikeita” eettisiä päätöksiä vaikeissa tilanteissa, koska ihmisten moraaliset intuitiot ovat usein ristiriidassa keskenään. Seuraavat kolme tilannetta ovat esimerkkejä kyseisenkaltaisista ristiriitaisista tilanteista. Ne on valittu siten, etteivät ihmisetkään ole aina varmoja siitä, mikä niiden oikean ratkaisun pitäisi olla – tai jos ovat, niin eivät ainakaan ole keskenään samaa mieltä asiasta.

##### 5.4.3.4.1. Onnellisuuden dilemma

Ihmisyhteisöissä tunnetaan useita tilanteita joissa katsotaan, että on hyväksyttävää toimia yksilön senhetkisten halujen vastaisesti, jos hän tulee olemaan siitä pitkällä tähtäimellä kiitollinen. On hyväksyttävää kieltää lapsia leikkimästä autotiellä, ja itselleen vaarallisella tavalla mielisairaita on hyväksyttävää viedä pakkohoitoon. Monessa maassa pidetään hyväksyttävänä sitä, että valtio kieltää ihmisiä käyttämästä huumausaineita, sillä oletuksella

että he ovat onnellisempia jos eivät niitä käytä. Toisaalta on myös tilanteita, joissa tämänlainen käytös ei olisi hyväksyttävää – harva pitäisi hyvänä sitä, että joku aivopestäisiin tappamaan lapsensa ja ystävänsä ja tuntemaan olonsa hyväksi sen tehtyä.

Tekoälyn kohdalla tämä dilemma käy akuutimmaksi, sillä sen voidaan ajatella olevan meidän suhteemme samanlaisessa asemassa kuin me olemme suhteessa pieniin lapsiin: paljon kykenevämpänä näkemään meidän etumme kuin itse olemme. Milloin sen on hyväksyttyä toimia halujemme vastaisesti omien etujemme vuoksi? Vastaus ei voi olla ”ei koskaan”, jos haluamme siitä olevan meille jotain hyötyä – sen on voitava kertoa meille myös asioita joita emme haluaisi kuulla. Ihmiset ovat pitäneet yleisenä periaatteena antaa kaikkien täysivaltaisten tehdä omat päätöksensä – mutta sen periaatteen perusteluna on, että ulkopuoliset eivät yleensä tiedä yksilöä itseään paremmin, mikä hänelle on parasta. Tarpeeksi älykkään tekoälyn kohdalla tämä oletus ei välttämättä pitäisi paikkaansa.

Engelmanamme on, että monet pitäisivät jotakin asiaa hyvänä jos se johdattaisi yksilön polulle joka on ”hänelle hyväksi pitkällä tähtäimellä”, mutta heiltä puuttuu määritelmä siitä, mitä ”hyväksi jollekin” tarkkaan ottaen tarkoittaa. Monella on intuitiivinen käsitys siitä, että ”hyväksi jollekin” tarkoittaa vain sitä, että tämä on pitkällä tähtäimellä tyytyväisempi ja onnellisempi siihen, mitä hänelle kävi. Mikäli tekoäly ottaisi tämän pääasialliseksi moraaliseksi periaatteen, saattaisi se uudelleenohjelmoida meidän kaikkien aivot tilaan, jossa kokisimme pelkästään puhdasta nautintoa. Tekoälyn rakentamat robotit huolehtisivat kehojemme ylläpidosta, joten elämäämme ei lyhentäisi se, ettemme tekisi enää koko elämämme aikana yhtään mitään muuta kuin olisimme tyytyväisiä ja jatkuvan nautinnon tilassa.

Monet pitäisivät tätä ajatusta hirvittävänä. Mutta niin olisi myös orjien vapauttamista pidetty hirvittävänä ajatuksena aikoinaan, ja nykyään ollaan siihen päätökseen varsin tyytyväisiä. Olisiko tämäkään loppujen lopuksi sen pahempi – vaikka jotkut ajattelisivatkin nyt sen tuhoavan lähes kaiken muun, mitä pidämme arvokkaana? Ja ennen kaikkea, olisiko se pahempi tekoälyn mielestä, joka ei jaa vaistomaista inhoamme sitä kohtaan?

#### 5.4.3.4.2. *Haluumisen dilemma*

Nautinto tai onnellisuus ei ole ainoa asia, jonka maksimoimista filosofit ovat pitäneet tärkeänä. Toinen utilitaristisen etiikan muoto painottaa *halujen* toteutumista – ihmisen tulisi antaa toimia siten kuin hän itse haluaa, vaikka tämä johtaisikin siihen, että hänestä tulisi vähemmän onnellinen. Jotakin tämänlaista ehdotetaan myös usein vaihtoehdoksi, mikäli hyväksy-

tään että tekoälylle olisi liian vaikeaa itse päätellä ihmisten mielestä hyvää moraliteettia – sen sijaan että laitetaan se seuraamaan omia päätelmiään, käsketään sen päätellä jonkin ihmisen halut ja toteuttaa niitä.

Mikäli tekoälyn tavoitteena on *ainoastaan* maksimoida jonkun yksilön – tai edes koko ihmiskunnan – halujen toteutuvuus, löytyy tähän yksinkertainen ratkaisu. Uudelleenkirjoitetaan kyseisten ihmisten aivot siten, että he haluavat jotakin, mikä on helppo toteuttaa – esimerkiksi siten että he eivät halua tehdä muuta kuin hengittää. Tai että he haluavat pelkästään, että maailmankaikkeus olisi iso.

Tämäkin saattaa tuntua absurdilta mahdollisuudelta – mutta ihmisten halut ovat *jatkuvassa* muutoksessa, ja pelkkä tämänhetkisten halujenkin toteuttaminen johtaa todennäköisesti tulevien halujen muuttumiseen (näköinen ihminen haluaa syödä, mutta syötyään itsensä kylläiseksi jotakin muuta). Ihmisten halut voivat muuttua jopa siitä, että heidän kanssaan vain keskustellaan. Mikäli emme luokittele joitakin haluja paremmiksi kuin toisiksi, kaikki tulevaisuudet joissa olevien ihmisten halut toteutuvat yhtä paljon ovat yhtä hyviä. Ihmiset ovat itsekin epäjohdonmukaisia halujensa suhteen, painottaen aina halujaan nykyisellä ajanhetkellä enemmän kuin halujaan aiemmilla, antaen ymmärtää ettei menneillä haluilla ole niin väliä – joten ehkei myöskään sillä, ovatko tulevat halut sellaisia, jotka koettaisiin hyviksi haluiksi tänään. Ja toisaalta itsessään ihmisistäkin tuntuisi todennäköisesti hyvältä ajatukselta ohjata ihmiskuntaan suuntaan, jossa eri yksilöiden väliset ristiriidat olisivat mahdollisimman vähäisiä eikä yhden ihmisryhmän halujen toteutuminen estäisi muiden halujen toteutumista – jolloin olisi perusteltua tuottaa kaikille ihmisille samat halut.

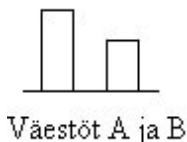
#### 5.4.3.4.3. *Pelkän lisäämisen paradoksi*

Pelkän lisäämisen paradoksin esitteli filosofi Derek Parfit kirjassaan *Reasons and Persons*<sup>258</sup>. Oletetaan, että meillä on kaksi eri väestöä, A ja B, joiden kokonaiselämänlaatua voimme mitata. Molemmissa väestöissä on yhtä monta ihmistä. Väestöllä A on paljon väestöä B korkeampi elämänlaatu, mutta myös väestöllä B se on niin korkea, että heidän elämänsä ovat elämisen arvoisia. Jos oletetaan, että vain väestö A olisi olemassa, vaikuttaisi eettiseltä luoda tilanne jossa myös väestö B olisi olemassa – pelkkä väestön lisääminen, jos sillä ei ole muita (esimerkiksi ympäristönsuojelullisia) seurauksia voi tuskin olla epäeettistä. Lasten hankkiminen ei itsessään ole moraalisesti väärin.

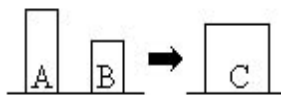
---

258 Parfit 1984.

Kuitenkin vaikuttaisi epäoikeudenmukaiselta, että toisella väestöllä on toista paljon korkeampi elintaso. Ajatellaan, että pystymme yhdistämään molemmat väestöt siten, että A:n elintaso laskee jonkin verran, mutta B:n nousee. Yhdistämisestä saattaa kuitenkin myös koitua



jotakin lisähyötyä – suuremmalla väestöpohjalla voi esimerkiksi olla helpompaa toteuttaa vähemmistöjen tarpeita – joten uuden väestön kokonaiselintasosta tulee korkeampi kuin A:n ja B:n keskiarvo, joskin se on edelleen matalampi kuin mitä A:n oli. Saamme väestön C, jossa on kaksi kertaa niin paljon väestöä kuin A:ssa tai B:ssä kummassakaan yksinään. Tämä vaikuttaisi meistä eettiseltä – keskimääräinen elintaso on aiempaa tilannetta korkeampi, tilanne on oikeudenmukaisempi ja kaikkien yhteenlaskettu elintaso on myös aiempaa korkeampi.



Tällöin on kuitenkin eettistä myös luoda väestö D, jolla on taas C:tä vähän huonompi elintaso, jolloin on eettistä yhdistää väestöt C ja D, vaikka se johtaisikin aiemmin C-väestössä olleiden elintason pieneen laskuun... mitä jatkamalla saamme tuloksen, jonka mukaan eettisin mahdollinen tilanne on valtaisan suuri väestö (j jonka nimeämme vaikka väestöksi Ö), jonka jokaisella jäsenellä on juuri ja juuri elämisen arvoinen elintaso. Paradoksaaliselta vaikuttava tulos seuraa suoraan siitä, että noudatamme kahta moraalista intuitiotamme: toisen mukaan ei voi olla väärin tuoda maailmaan uusia ihmisiä jos näiden elämät ovat elämisen arvoisia, ja toisen mukaan on epäoikeudenmukaista että osalla on paljon muita korkeampi elintaso. Tekoäly joka omaksuisi nämä kaksi intuitiota saattaisi rakentaa maailman, jossa asuu miljardeja ja taas miljardeja ihmisiä, kaikki eläen juuri ja juuri tyydyttävää elämää.

Ehkä vielä huolestuttavampaa on, että asian kanssa kamppailleet filosofit eivät ole löytäneet ongelmaan tyydyttävää ratkaisua. Stanford Encyclopedia of Philosophy tarjoaa yhteenvedon siihen tarjotuista ratkaisuista<sup>259</sup> ja toteaa, että lähes jokaisen kanssa törmätään jonkinlaiseen, vähintään yhtä pahaan ongelmaan. Esimerkiksi yksi ehdotettu malli on mitata asiaa keskimääräisen elintason kautta – keskimääräisen elintason putoamista ei voi korvata kasvattamalla kokonaiselintaso. Väestön B lisääminen pudottaisi keskimääräistä elintaso, joten se on epäeettinen askel. Ei olisi perusteltua luoda uusia yksilöitä, joissa näillä ei ole vähintään yhtä hyvää elintaso, kuin

259 Ryberg et al. 2008.

keskimäärin kaikilla muillakin. Tästä seuraa kuitenkin hyvin epäintuitiivisia seurauksia. Sen mukaan vaikka viiden miljardin onnellisen ihmisen väestöä parempi olisi tilanne, jossa olisi elossa vain yksi ihminen, jonkin verran viiden miljardin ihmisen keskiarvoa onnellisempaan. Se antaa myös ymmärtää, että jos meillä on yksi ihminen jolla on hyvin alhainen elintaso (jos häntä esimerkiksi kidutetaan jatkuvasti), olisi parempi tilanne jos meillä olisi miljoonia ihmisiä joiden elintaso olisi vain hivenen korkeampi (jos heitä esimerkiksi kidutettaisiin vain 23 tuntia vuorokaudessa). Keskimääräisen elintason painottaminen tuottaa myös omia pelkän lisäämisen paradoksia vastaavia tilanteitaan.

Tämän lähestymistavan lisäksi on myös yritetty antaa väestönlisäykselle erikokoisiin väestöihin eri arvoa (Nooalla olisi ollut suurempi velvollisuus hankkia jälkikasvua vedenpaisumukseen jälkeen kuin meillä tänään), ottaa käyttöön kriittinen raja jonka alapuolelle ei ole eettistä pudottaa elintasoa vaikka elämät pysyisivätkin elämisen arvoisina, kyseenalaistaa voiko elintasoa ylipäättään pelkistää näin yksinkertaiseen analyysiin, kyseenalaistaa voidaanko eri väestöjen tilanteita verrata tällä tapaa suoraan keskenään, määritellä elämisen arvoinen elämä uudestaan (esimerkiksi kyseenalaistamalla voiko yksikään elämä koskaan olla sellainen), kiistää transitiivisuus (väestö C voi olla parempi kuin väestöt A ja B, ja väestö Ö voi olla parempi kuin Ä, mutta tästä ei seuraa että väestö Ö olisi parempi kuin C vaikka kaikki välivaiheet olisivat edellistä parempia), ja vedota kokonaan toisiin arvoihin. Kaikki nämä lähestymistavat ovat tavalla tai toisella ongelmallisia. (Aiheesta kiinnostuneet lukijat voivat käydä lukemassa niiden ongelmista itse lisää<sup>260</sup>.) Tämän seurauksena osa filosofiista on päätenyt joko kokonaan hylkäämään yritykset luoda vakuuttava väestöeettinen teoria, tai hyväksymään väestön Ö kaikkein parhaaksi.

Muodollisessa logiikassa on fakta, että ristiriitaisista alkuoletuksista lähtien voidaan todistaa mitä tahansa. Täydellisen moraalijärjestelmän rakentamisessa käytettävät alkuoletukset – ihmisten moraaliset intuitiot – ovat keskenään ristiriitaiset, sillä niistä ei aiemmin ole ollut tarvetta luoda yhtenäistä rakennetta. Kun sitä yritetään, asialle elämäntyönään omistautuvat ammattilaisetkin päätyvät rajusti erilaisiin tuloksiin. Asiaa ei auta, että intuitot ovat itsessään mielivaltaisia, eikä tekoälyllä ole mitään syytä omaksua niitä kaikkia.

---

260 Ibid.

#### 5.4.3.5. Pikkukivien lajittelijat

##### Pikkukivien lajitteleminen oikeanlaisiin kasoihin *Kirjoittanut Eliezer Yudkowsky*<sup>261</sup>

Olipa kerran outo pieni laji – joka saattoi olla biologinen, tai ehkä synteettinen, tai ehkä vain unta – jonka intohimona oli lajitella pikkukiviä oikeanlaisiin kasoihin.

He eivät olisi osanneet sanoa *miksi* jotkut kasat olivat oikeita, ja jotkut vääriä. Mutta kaikki heistä olivat yhtä mieltä siitä, että maailman tärkein asia oli luoda oikeanlaisia kasoja, ja hajottaa vääränlaisia.

Historia ei kerro, miksi lajittelijakansa välitti asiasta niin paljoa – ehkä syynä oli valloilleen päässyt seksuaalivalinta, sattumalta alkanut miljoonia vuosia sitten? Tai ehkä he olivat outo tietoinen taideteos, jonka suuremmat mielet olivat kerran luoneet ja sitten hylänneet?

Mutta tämä pikkukivien lajittelu oli heille niin tärkeää, että kaikki kansan filosofit julistivat yhteen ääneen lajittelun olevan heidän elämänsä pää-tarkoitus. He katsoivat, että ainoa oikeutettu syy syömiseen oli pikkukivien lajittelu, että ainoa oikeutettu syy paritteluun oli pikkukivien lajittelu, että ainoa oikeutettu syy osallistua maailmantalouteen oli pikkukivien lajittelu.

Kaikki lajittelukansan jäsenet olivat tästä yhtä mieltä, mutta he eivät aina olleet yhtä mieltä siitä, millaiset kasat olivat oikeanlaisia tai vääränlaisia.

Sivistyksen alkuaikoina lajittelukansan tekemät kasat olivat enimmäkseen pieniä, kooltaan 23 tai 29 kiveä, eivätkä he osanneet sanoa olivatko suuremmat kasat oikeita vai eivät. Suuri Johtaja Biko teki kolme vuosituhatta sitten 91 pikkukiven kasan ja julisti sen oikeaksi, ja häntä ihailevat seuraajat tekivät suurin joukoin lisää. Mutta viime vuosisatoina, bikolaisten voiman hiipuessa, oppineimpien ja älykkäimpien keskuudessa alkoi vahvistua intuitio siitä, että 91 kiven kasa oli vääränlainen. Lopulta he tiesivät mitä oli tehtävä, ja he hajottivat kaikki 91 kiven kasat. Eivät ilman ajoittaisia katumuksenpuuskia, sillä jotkut niistä kasoista olivat suuria taideteoksia – mutta silti vääriä. He hajottivat jopa Bikon alkuperäisen kasan, joka oli tehty 91 erilaisesta ja erivärisestä jalokivestä.

Eikä mikään sivilisaatio ole sen jälkeen epäillyt, etteikö 91 kiven kasa olisi vääränlainen.

Nykypäivänä, näinä viisaampina aikoina, lajittelijakansa on uskaltanut yrittämään paljon suurempia kasoja – minkä asian hienoudesta ja erin-

---

261 Yudkowsky 2008c.

omaisuudesta kaikki olisivat yhtä mieltä, jos vain voisivat varmistaa kasojen *oikeanlaisuuden*. Sotia on käyty maiden oltua eri mieltä kasojen oikeanlaisuudesta: lajittelukansa ei koskaan tule unohtamaan 1957:n suurta sota, jota kävivät Y'ha-nthlei ja Y'not'ha-nthlei, kasoista joiden koko oli 1957 kiveä. Se sota, jonka aikana nähtiin ydinaseita käytettävän ensimmäistä kertaa Lajittelukansaplaneetalla, päättyi lopulta kun Y'not'ha-nthleialainen filosofi At'gra'len'ley esitteli toistensa vieressä olevat 103 kiven ja 19 kiven kasat. Niin vakuuttava oli tämä argumentti, että jopa Y'not'ha-nthleit myöntivät vastahakoisesti olemaan rakentamatta 1957 kiven kasoja, ainakaan toistaiseksi.

1957:n suuren sodan jälkeen ovat valtiot olleet vastahakoisia avoimesti tukemaan tai vastustamaan tietynkokoisia kasoja, sen herkästi johtaessa sotaan. Todellakin, jotkut lajittelukansan filosofit – jotka vaikuttavat kokevan käsinkosketeltavaa nautintoa järkyttäessään muita kynnisyydellään – ovat kokonaan kiistäneet *edistyksen* pikkukivien lajittelussa. He ehdottavat mielipiteiden oikeanlaisista kasoista olleen vain satunnaista vaihtelua ajan myötä, ilman mitään koherenssia, edistyksen illuusion syntyessä kaikkien erilaisten menneisyyksien tuomitsemisesta vääriksi. Filosofit vetoavat erimielisyyteen suurista kasoista todisteena siitä, ettei ole mitään mikä todella tekisi 91 kiven koosta *väärän* – että aikanaan oli vain muodikasta tehdä sellaisia kasoja, ja toisena aikana muodikasta tuomita ne. ”Mutta... 13!” ei kanna heidän keskuudessaan painoa, sillä ”13!”:n pitäminen vakuuttavana vastaväitteenä on vain yksi muoti lisää, sanovat he. Kasarelativistit väittävät filosofiansa saattavan estää sellaiset tragediat kuin 1957:n suuri sota, mutta yleisesti ottaen sitä pidetään epätoivon filosofiana.

Nyt kysymys oikeanlaisesta kasasta on käynyt uudella tapaa kiireelliseksi, sillä lajittelijakansa saattaa pian lähteä rakentamaan itseään kehittäviä tekoälyjä. Lajittelijarelativistit ovat varoittaneet tästä projektista: he sanovat että tekoälyt jotka eivät ole *Lajittelija sapiensin* jäseniä saattavat muodostaa oman kulttuurinsa, jossa on kokonaan eri käsitykset siitä mitkä kasat ovat oikeita tai vääriä. ”Ne saattaisivat päättää kahdeksan kiven kasojen olevan oikeita”, sanovat Lajittelijarelativistit, ”ja vaikka he eivät lopulta olisi meitä enemmän oikeassa tai väärässä, *meidän* sivilisaatiomme sanoo ettei heidän pitäisi rakentaa sellaisia kasoja. Ei ole intressimme mukaista rakentaa tekoälyjä, ellei kaikkiin tietokoneisiin ole sidottu pommeja, jolloin voimme pakottaa tekoälyt rakentamaan seitsemän kiven kasoja vaikka ne ajattelisivatkin kahdeksan kiven kasojen olevan oikeita. Muussa tapauksessa, KABUUM!”

Mutta tämä kuulostaa absurdilta suurimmalle osalle lajittelukansasta. Varmastikin tarpeeksi voimakas tekoäly – etenkin sellainen ”superäly”, josta jotkut translajittelijistit puhuvat – pystyisi näkemään *ensisilmäykseltä* mitkä

kasat olisivat oikeita tai väärä! Ajatus jostakin jonka aivot olisivat planeetan kokoiset, kuvittelemassa kahdeksan kiven kasan olevan oikeanlainen, on vain liian absurdi jotta siitä kannattaisi edes keskustella.

Tosiaankin, on läpikotaisen turha projekti koettaa rajoittaa sitä miten superälykkyys lajittelisi pikkukiviä kasoihin. Oletetaan että Suuri Johtaja Biko olisi primitiivisinä aikoinaan osannut rakentaa itseään kehittävän tekoälyn, ja että hän olisi rakentanut sen utiliteetin maksimoijana jonka utiliteettifunktio käskisi sen rakentaa mahdollisimman monia 91 kiven kasoja. Varmastikin, kunhan tämä tekoäly kehittäisi itseään tarpeeksi pitkälle ja tuli tarpeeksi älykkääksi, näkisi se yhdellä silmäyksellä utiliteettifunktionsa olevan vääränlainen, ja kyeten muuttamaan lähdekoodiaan se *uudelleenkirjoittaisi utiliteettifunktionsa* arvostamaan järkevämmän kokoisia kasoja, sellaisia kuin 101 tai 103.

Varmastikaan eivät kahdeksan kokoisia kasoja. Se olisi vain *typerää*. Mikä tahansa mieli joka on niin typerä on liian tyhmä ollakseen uhka.

Tämän maalaisjärjen lohduttamina lajittelijakansa lähtee täyttä vauhtia ajamaan projektiaan heittää summamutikassa kasaan lukuisia algoritmejä isoille tietokoneille, kunnes siitä seuraa jonkunlaista älykkyyttä. Koko sivistyksen historia on osoittanut että rikkaammat, älykkäämmät, paremmin koulutetut sivilisaatiot ovat todennäköisesti samaa mieltä kasoista joista heidän esi-isänsä kerran kiistelivät. Toki, aina on isompia kasoja joista kiistellä – mutta mitä pidemmälle teknologia on edistynyt, sen suurempia ovat olleet ne kasat joista on oltu samaa mieltä ja joita on rakennettu.

Todellakin, älykkyys itsessään on aina korreloinut oikeanlaisten kasojen rakentamisen kanssa – lajittelijakansan lähimmät sukulaiset, lajipanssit, tekevät vain koon kaksi tai kolme kasoja, ja ajoittain typeriä kasoja kuten yhdeksän. Ja vähemmän älykkäät olennot, kuten kalat, eivät tee kasoja lainkaan.

Älykkäämmät mielet johtavat älykkäämpiin kasoihin. Miksei se trendi jatkuisi?

#### 5.4.4. Koherentti ekstrapoloitu volitio

*Koherentti ekstrapoloitu volitio*<sup>262</sup> on ehdotus tekoälyn tavoitejärjestelmäksi, joka välttäisi tähän asti mainitut ongelmat. Tähän asti on painotettu sitä, miten ihmisten halut ovat monimutkaisia ja hienovaraisia, eikä tekoäly mitenkään välttämättä pystyisi kunnioittamaan niiden koko kirjoa. Pelkkä käsky toteuttaa ihmisten halut ei silti johda ihmisten haluamiin lopputuloksiin. Kuitenkin vaikuttaisi luultavalta, että vastaus piilee ihmisissä itsessään – jos haluat ovat niin mielivaltaisia, täytyy meidän mieliämme tutkia.

---

262 Yudkowsky 2004.



*Volitioksi* kutsutaan tässä mallissa sitä halua, joka ihmisellä olisi jos hän tietäisi kaiken tarpeellisen päätökseensä vaikuttavista tekijöistä. Mikäli ihminen haluaa saada timantin jonka uskoo olevan laatikossa A, mutta joka onkin laatikossa B, olisi hänen volitionsa saada laatikko B vaikka hän pyytäisikin ääneen saada laatikon A. KEV:ssä rakennetaan tekoäly ekstrapoloimaan, mihin suuntaan kaikkien ihmisten lopulliset volitiot maailmassa olisivat, jos nuo ihmiset tietäisivät sen kaiken mitä superälykäs mieli kykenisi tietämään, kykenisivät ajattelemaan nopeammin ja älykkäämmin, olisivat enemmän sellaisia kuin haluaisivat (epäitsekkäämpiä, ahkerampia, millainen kunkin ihanneminä sitten onkaan), olisivat eläneet muiden ihmisten kanssa pidempään, ja jos heistä otettaisiin huomioon ne osat jotka he *haluaisivat* otettavan huomioon. Kun ihmiskunnan koko yhteinen volitio on saatu arvioitua, tekoäly(t) alkaa johdattamaan ihmiskuntaa kohti tulevaisuutta, jossa kaikkien lopulliset volitiot toteutuvat mahdollisimman hyvin.

Mahdollisien tulevaisuuksien haluttavuus painotetaan halujen voimakkuudella. Pieni ryhmä joka haluaa jotakin hyvin voimakkaasti saattaa saada halunsa läpi, yli isomman joukon jolla olisi lievä taipumus vastakkaiseen vaihtoehtoon muttei loppujen louksi niin suurta väliä. Ihmiskuntaa ei välittömästi ”päivitetä” lopulliseen tilaan, vaan ohjataan vähitellen sitä kohti. Mikäli on asioita, joiden suhteen volitio ei yhtene – joiden suhteen ihmiset eivät pääse yhteisymmärrykseen vaikka olisivat kuinka älykkäitä ja kokeneita – ei tekoäly ota niihin mitään kantaa, vaan jättää ne osat ihmisten itsensä päätettäväksi.

KEV välttää tilanteen jossa tekoäly päätyisi muuttamaan ihmisten halut helpoimmaksi toteutettavaksi, sillä tavoitteeksi ei oteta mitä tahansa mitä ihmiset vain jollakin hetkellä sattuvat haluamaan (kriteeri jonka voi täyttää millä tahansa tavoitteella), vaan ihmisten lopullinen pitkän ajanjakson aikana kehittyvä tavoite. Sillä vältetään myös tilanne, jossa tekoälyn ohjelmoiden pitäisi eksplisiittisesti ja tarkkaan määritellä kaikki vaikuttavat eettiset tekijät, tekoälyn itse tulkitessa nämä ihmisten mielistä. KEV:n pitäisi olla paras mahdollinen tekoälyn malli jokaiselle, joka uskoo vaikka oman poliittisen järjestelmänsä olevan ihmiskunnalle paras – jos se todella on sitä, päätyy KEV lopulta toteuttamaan sen. Ja vastaavasti, mikäli ihmiskunnalle olisi parasta että tekoälyt pysyisivät poissa sen kohtaloa sorkkimasta, ei KEV päädy tekemään mitään muuta kuin varmistamaan, etteivät muutkaan tekoälyt pääse sorkkimaan ihmiskunnan kohtaloa. Sen täydellinen toteutus luo ihmisille parhaan maailman riippumatta siitä, ketkä sen ohjelmoivat.

Haasteena on vain sen toteuttaminen niin, että tämä tavoite todella toteutuu. Eikä se ole mikään pieni haaste, sillä käsitteet kuten ”ihmiskunnan lopullinen volitio jos he kehittyvät kuten haluaisivat kehittyvänsä” on pysyttävä määrittelemään suoraan tekoälyn lähdekoodiin.

## 5.5. Pehmeä vai jyrkkä lähtö?

Älykkyysräjähdyskenaarioon vaikuttaa merkittävästi, seuraako siitä *pehmeä* vai *jyrkkä lähtö*. Pehmeä lähtö (soft takeoff) tarkoittaa vaiheittaista, hidasta tapahtumaketjua jossa emulaatiot, tekoälyt tai kyborgit kehittyvät hiljalleen ja antavat yhteiskunnalle runsaasti aikaa sopeutua tilanteeseen. Sen sijaan jyrkkä lähtö (hard takeoff) tarkoittaa tilannetta, jossa yksittäinen mieli kehittyy superälyksi hyvin nopeassa ajassa, äärimmillään päivissä tai tunneissa<sup>263</sup>. Hieman yleistettynä, jyrkkä lähtö tarkoittaa tilannetta, jossa superälyt onnistuvat nousemaan nopeasti asemaan, jossa dominoivat yhteiskuntaa – liian nopeasti, jotta ulkopuoliset tahot ehtivät reagoida. Mikäli odotettavissa on pehmeä lähtö, tulee siitä seuraamaan jossain määrin murrosvaiheen ongelmia. Kokonaisuutena ongelma ei kuitenkaan ole sen suurempi, kuin missä tahansa muussakaan uuden teknologian tuottamassa mullistuksessa. Ajan kuluessa muu yhteiskunta reagoi tilanteeseen ja sopeutuu siihen.

Jyrkän lähdön tapauksessa tilanne on kuitenkin huomattavasti vaarallisempi. Tietyn pisteen ensimmäisenä saavuttava mieli saa valtaisan edun kaikkiin muihin toimijoihin nähden, ja pystyy pysäyttämään nämä mikäli ne alkavat vaikuttaa uhilta. Äkkiseltään kuultuna saattaa kuulostaa epätohdennäköiseltä että näin kävisi, mutta kannattaa muistaa että *Homo sapiensin* kehittyminen oli evoluution mittakaavassa valtaisan jyrkkä lähtö. Ihmiskunta on valtaisan lyhyessä ajassa noussut hallitsevaan asemaan – karkeasti ottaen yhdessä kahdeskymmenestuhannesosassa siitä ajasta, mitä elämää oli aiemmin planeetalla ollut. Mikäli jokin muu eläinlaji alkaisi nyt kehittyä älylliseksi, olisi ihmisillä runsaasti aikaa huomata asia ja pysäyttää tuo laji, ennen kuin se saavuttaisi lähellekään ihmisyydellä olevia resursseja<sup>264</sup>.

---

263 Yudkowsky 2001.

264 Skeptinen lukija saattaa tässä kohtaa ottaa esille bakteerien ja virusten muodostaman uhan ihmiskunnalle. On totta, että on olemassa pieneliöitä, jotka saattaisivat kaikkein pahimmassa tapauksessa tuhota yhteiskunnan sellaisena kuin se nyt tunnetaan. Tällöin voitaisiin siis ajatella, että ihmiskunta ei olekaan saavuttanut jyrkkää lähtöä suhteessa niihin. Kuitenkaan bakteerit ja virukset eivät ole tavoitteellisia olioita siten, että ne aktiivisesti yrittäisivät uhata ihmiskuntaa, ja niitä onkin ehkä parempi verrata valtaisiin luonnonkatastrofeihin. Pieneliöillä on myös poikkeuksellisia etuja, kuten kyky levitä ja tehdä tuhoa täysin huomaamattomasti, joille ei löydy vastinetta tilanteessa jossa esim. tekoäly saavuttaisi jyrkän lähdön. Ja yksikään pieneliö ei kaikista ennustuksista huolimatta ole vielä tuhonnut ihmiskuntaa.

Miten todennäköiseltä jyrkkä lähtö vaikuttaa? Aivoemulaatioiden ja kyborgien suhteen tilanne ei vaikuta kovin huolestuttavalta. Emulaatiot saatavat ajatella nopeampaa kuin biologiset ihmiset, mutta ne ovat pohjimmiltaan kuitenkin ihmisiä, kaikkine ihmisten rajoitteineen ja ongelmineen. Ensimmäiset emulaatiot ovat todennäköisesti kalliita ja hitaita, ja emuloivat yksilöt ovat kasvaneet osaksi samaa yhteiskuntaa kuin kaikki muutkin. Olemassa on pieni mahdollisuus siihen, että laskentatehon kasvaessa oikeanlaiset, todennäköisesti jo valmiiksi varakkaat, yksilöt saattaisivat päästä asemaan jossa pystyvät reagoimaan maailmaan ja sen tapahtumiin paljon tavallista nopeammin. Tällöinkään kyse ei välttämättä silti olisi todellisesta, voittamattomasta superälystä, vaan enemmän jatkeesta sille vallalle, jonka ylenpalttinen vauraus ja kontaktit nykymaailmassakin voivat jo tuoda.

Kyborgien kohdalla pätevät samanlaiset tekijät. Todellinen kyborgisaatio on hidasta, vaatien vuosikausia jotta yhteydet aivojen ja eksokorteksin välillä kehittyvät kunnollisiksi. Tämä hidastaa myös tiedonkeruuta siitä, miten hyvin aivoproteesit ylipäättään toimivat, ja miten niitä voisi kehittää eteenpäin. Lainsäädännölliset ja lääketieteelliset esteet rajoittavat kehitysnopeutta entisestään. Kuten emulaatioidenkin kohdalla, yksilö jonka mieli on tarpeeksi pitkälle siirtynyt eksokorteksin puolelle voisi pyöriä huomattavasti tavallista nopeampaa. Tämä kuitenkin vaatisi pitkän siirtymäajan – niin pitkään kuin toiminnallisuutta olisi vielä jäljellä biologisissa aivosoluissa, toimisivat ne pullonkaulana mille tahansa merkittävämmälle nopeutukselle.

Kuitenkin tekoälyjen kohdalla vaara vaikuttaa huomattavasti suuremmalta. Niiden kehitystyö voi tapahtua täysin piilossa tavalla jolla kyborgisaatio, ja vähemmissä määrin emulaatiokehitys, ei voi. Muita superällyn muotoja rajoittaa oleellisesti se, että kaikki älykkyyttä lisäävät muutokset täytyy rakentaa ihmisaivojen päälle ja niiden kanssa yhteensopiviksi. Edes pelkkä emulaatioiden nopeuden nostaminen ei onnistu noin vain. Yhtä mieltä ei voi laittaa pyörimään sataa kertaa muuta maailmaa nopeammin ja olettaa, ettei se tule hulluksi ympäristössä jossa kaikki kontakti muihin ihmisiin tapahtuu satakertaisella viiveellä. Todelliset laaja-alaiset muutokset mielen arkkitehtuuriin ovat lähes mahdottomia, etenkin mikäli aivojen toimintaperiaatteita ei vielä tunneta aivan täysin. Evoluutiolla ei ole ollut mitään syytä kehittää aivoja helposti muokattaviksi tai ymmärrettäviksi, ja puhtaalta pöydältä suunniteltu tekoäly voikin olla paljon helpommin kehitettävissä eteenpäin. Tekoäly voi muokata itseään älykkäämmäksi, pohtia toimintaansa hetken aikaa ja sitten muokata itseään taas uusilla tavoin eteenpäin, jatkuen sykliä monen monta kertaa ennen kuin ihmiset ovat saavuttaneet edes ensimmäistä vaihetta. Ongelmaa kuvaa hyvin seuraava analogia:

”Matkustajalentokoneen rakentaminen tyhjästä ei ole helppoa. Mutta onko helpompaa:

- Aloittaa siitä mitä tiedetään biologisista linnuista,
- muokata lintua asteittain monen eri vaiheen lävitse,
- jokaisen välivaiheen pysyessä edelleen elinkelpoisena,
- niin että lopputulos on matkustajalentokoneen kokoiseksi skaalattu lintu,
- joka todella lentää,
- yhtä nopeasti kuin moderni lentokone,
- ja sitten totetuttaa tämä prosessi elävälle linnulle,
- tappamatta sitä tai saamatta sitä tuntemaan oloaan äärimmäisen epä-mukavaksi?”<sup>265</sup>

Vaikka niin emulaatiot että kyborgitkin saataisiin luotua pitkään ennen tekoölyjä, ei sekään mitenkään väistämättä riitä tekoölyjen rajoittamiseen. Maailman älykkäin emulaatio tai kyborgi saattaa vain käyttää älykkyyttään oman, itseään älykkäämmän tekoölyn rakentamiseen<sup>266</sup>.

Valitettavasti olemme edellä nähneet, että tekoölyt ovat myös kaikkein vaarallisin ehdokas jyrkälle lähdölle. Siinä missä ihmisyksilöt noudattaisivat edes jossain määrin ihmismäistä moraalia, tekoölyä on äärimmäisen vaikea rakentaa lähellekään turvallisiksi. Tähän skenaarioon valmistautuminen tulisikin aloittaa mahdollisimman varhain. Asiaa ei auta, mikäli tekoölytutkijat tulevat tietoisiksi vaarasta muutamaa vuotta tai edes vuosikymmentä ennen sen toteutumista. Mahdolliset tekoölyt on alusta alkaen suunniteltava mahdollisimman turvallisiksi ja toiminnaltaan läpinäkyviksi. Sen selvittäminen, *miten* ne edes saisi noudattamaan minkäänlaisia tiettyjä tavoitteita, saattaa jo itsessään vaatia monien vuosikymmenien tutkimuksen.

Tekoölyjen potentiaali pyrkii arvioimaan *epävarma tulevaisuus*, älykkyyseräjähdystutkimusta tekevän Singularity Institute for Artificial Intelligencen tuella laadittu alustava malli<sup>267</sup>. Se keskittyy tekoölyyn, mutta on yhtä hyvin sovellettavissa myös emulaatioihin. Siinä on muuttujina:

- 1) Tekoölyyn vaadittava laskentateho
- 2) Tietokoneiden hinta
- 3) Tekoölyn tyypillinen tuntipalkka taidoillaan
- 4) Itsemuokkauksen vaikutus
- 5) Katto itsemuokkauksen hyödyille

---

265 Yudkowsky 2006.

266 Yudkowsky 2006.

267 Anissimov 2009.

- 6) Laskentatehon ja vallan vaihtosuhte
- 7) Pysäyttääkö jokin tekoälytutkimuksen
- 8) Tekoälymonopolin saavuttamiseen tarvittavan fyysisen tai taloudellisen vallan määrä
- 9) Paljonko valtaa suurimmalla ihmis/tekoälyryhmittymällä voi kerrallaan olla

Ensimmäinen ja toinen kohta kysyvät, milloin tekoäly ollaan saavuttamassa ja paljonko sellaisen rakentaminen maksaa. Kolmas kohta kysyy tekoälyn kykyä ansaita rahaa alussa, mutta tällä muuttujalla ei ole suurta vaikutusta – se voi kehittää itseään ja ansaita enemmän rahaa kun aikaa kuluu.

Itsemuokkauksella on suurempi vaikutus, ja se on suurempi kysymysmerkki. Jos yliopisto-opintojen oletetaan lisäävän ihmisen ansaitsemiskykyä 50% (näin esimerkkinä), niin olettaen 6400 tuntia opintoja ihmisen kehitymisvauhti tuntia kohden on noin 0,0075%. Tämä on yliyksinkertaistus, mutta noin 0,001 – 0,01% kehitysvauhtia tuntia kohden vaikuttaa tyypilliseltä ihmisille. Mikäli tekoäly kykenisi esim. 10% kehitysvauhtiin tunnissa – nostaa ansaitsemiskykynsä 10 erusta 10,10 euroon yhden tunnin aikana – saattaisi se ohittaa ihmiset hyvinkin nopeasti. Jossain vaiheessa se kuitenkin törmää fysiikan ja informaation lakien muodostamaan kattoon älykkyydelleen ja tehokkuudelleen. Ehkä se pystyisi hyödyntämään tässä luvussa aiemmin läpikäytyjä tapoja tehdäkseen itsestään miljardi kertaa älykkäämmän kuin ihmisen, tai ehkä ihmisen kyvyt muodostavat absoluuttisen ylärajan (hyvin epätodennäköistä). Tai ehkä todellinen lukema on jossain siinä välillä, esim. satakertaisen tai tuhatkertaisen kyvykkyyden kohdalla.

Kuutoskohta on toinen mielenkiintoinen kysymys – miten tehokkaasti ansaitsemiskyky ja älykkyyys kääntyvät vallaksi tosimaailmassa? Mikäli tekoälyt ovat vain passiivisesti laatikoissa laskevia palvelijoita, vaihtosuhte on hyvin pieni. Se ei silti voi olla olematon, sillä pelkkä ihmisten neuvominen parhaista toimintavoistakin on valtaa, mikäli niillä neuvoilla on pienintäkään vaikutusta. Toisessa ääripäässä ovat automatisoituja robottitehtaita ostaneet superälyt, jotka hallitsevat maailmanlaajuisen robottiverkoston toimintaa suoraan. Rahan ja laskentatehon ja fyysisen vallan välinen suhte voi olla esim. 1000:10 000, 1:1000 tai 1000:1, eikä siitä ole tällä hetkellä mitään selvää yhteisymmärrystä.

Kohta seitsemän on pelkkä todennäköisyysarvio siitä, pysähtyykö tekoälyn kehitys kokonaan, esimerkiksi elämän tuhoavan meteoriiitti-iskun seurauksena tai koska kaikki tekoälytutkimus kielletään. Seuraava kohta kysyy, miten paljon valtaa yksittäinen taho tarvitsisi voidakseen monopolisoida

tekoälytutkimuksen ja pysäyttääkseen kaikki vaarallisina pitämänsä tekoälyt. Yhdeksäs kohta kysyy ”monenko ihmisen verran” suurimmalla ihmis/tekoäly-yhteisöllä on minäkin hetkenä valtaa. Yhdysvalloissa on noin 500 miljoonaa asukasta, joka tarkoittaisi noin kahdeksaa prosenttia globaalista vallasta jos valta tulisi pelkästään asukasluvusta. (Luonnollisestikin tämä on hyvin karkea arvio, koska Yhdysvalloilla on tätä paljon enemmän valtaa.) Jos jokaisella Yhdysvaltojen asukkaalla olisi ihmisen veroinen tekoäly palvelijanaan (ja minkään muun maan asukkaalla ei), nousisi heidän valtansa miljardiin yksikköön, tai kuuteentoista prosenttiin maailman väestöstä.

Tämä malli on hyvin karkea yksinkertaistus, mutta se sallii joidenkin arvioiden tekemisen. Esimerkiksi kohdat 4–6 voidaan asettaa mataliksi ja kohdat 7–8 korkeiksi, ja lähdöstä tulee hyvin pehmeä, siinä missä vastakkaiset arvot tuottavat kovemman lähdön. Realististen arvojen asettaminen näihin muuttujiin on avoin tutkimusongelma.

Tästä tietämättömyydestä huolimatta ei tekoälytutkijoiden piirissä tällä hetkellä vallitse varovaisuuden ilmapiiriä. Vaikka tekoälyn koetaankin olevan pitkän ajan päässä, on tälläkin hetkellä olemassa monia tutkijoita, jotka uskovat heillä olevan valmiin ja toimivan suunnitelman tekoälyn rakentamiseksi. Kuitenkaan harva heistäkään tuntuu tiedostavan todelliseen tekoälyyn liittyviä vaaroja. Keskustelin kerran lyhyesti erään suomalaisen tekoälytutkijan kanssa, huomauttaen että todellinen tekoäly kävisi nopeasti paljon ihmistä älykkäämmäksi ja kysyin, oliko hän ottanut turvallisuusnäkökantoja millään tapaa huomioon työssään. Hän uskoi, että voisi rakentaa aidon tekonälyn mikäli vain saisi tarpeeksi rahoitusta. Siltikään hän ei nähnyt riskejä, pitäen tekoälyä samanlaisena kuin mitä tahansa muuta teknologiaa: työkaluna, joita voitaisiin käyttää joko hyvään tai pahaan. Mutta tekoälyt eivät ole passiivisia työkaluja, vaan itsenäisiä toimijoita. Kuka tahansa tutkija, joka tulee luoneeksi tekoälyn tiedostamatta tätä, pelaa uhkapeliä koko ihmiskunnan tulevaisuudella.

Valitettavasti varovainen ajattelutapa ei ole asia, jonka omaksuminen käy nopeasti tai helposti – vaikka riskit olisivatkin suuria. Luonnonsuojelijat ovat varoittaneet ilmastonmuutoksen vaaroista vuosikymmeniä, mutta heidän aletaan ottaa vakavasti vasta nyt, kun todistusaineistoa asian puolesta alkaa olla runsaasti. Tsernobylin ydinvoimalan rakentajat ja pyörittäjät eivät vastaavasti myöskään olleet sisäistäneet konservatiivista, varovaista ajattelutapaa. Kuitenkin hekin olivat varmasti tietoisia siitä, millainen pahin seuraus saattaisi olla.

Merkittävänä vaarana ja ihmispsykologian ongelmana on, että vakavia ja suuriseurauksisiaakaan riskejä ei oteta vakavasti, ennen kuin ne on ker-

ran koettu. Ongelma on sitä voimakkaampi, mitä suurempia hyötyjä on saavutettavissa jättämällä riskit huomiotta. Tekoälyn kohdalla kuviteltavissa olevat hyödyt ovat valtaisan, ja riskit abstrakteja ja epäintuitiivisia – jokainen soveltaa automaattisesti ja intuitiivisesti ihmismielistä oppimiaan malleja pyrkiessään ennakoimaan muidenlaisten mielten toimintaa, usein johtaen tekoälyjen turvallisuuden rajuun yliarviointiin. Jyrkässä lähdössä ei kuitenkaan ole mahdollisuutta ensin kokea katastrofia, joka järkyttää tutkijayhteisön pois turvallisuudentunteestaan. Emme voi lähestyä asioita, jotka saattavat tuhota ihmiskunnan, yrityksen ja erehdyksen kautta.





# Loppusanat

Kantavana teemanamme on ollut ihmisyyden muutos. Älykkäämmästä ja enemmän haluamansakaltaisesta ihmiskunnasta terveempään ja pitkäikäisempään. Lopulta ihmisyyden luonne saattaa muuttua kokonaan, jos koneet ottavat vallan tai jos sulaudumme niiden kanssa yhteen.

Parhaassa tapauksessa nämä kehitykset tukevat toisiaan. Älykkäämpinä ja tasapainoisempina pystymme suhtautumaan paremmin ja tyynemmin kaikenlaisiin muutoksiin, ja saamme hillittyä niistä koituvia uusia vaaroja. Pahimmassa tapauksessa ne johtavat levottomuuksiin, ja aiempi älykkyys johtaa vain siihen että teknologinen kehitys nopeutuu hallitsemattomasti.

Henkistä suorituskkyä muokkaavilla hoidoilla on mahdollista puuttua epätasa-arvoisuuksiin, joille ei aiemmin ole voinut tehdä mitään. Mahdollisuus persoonallisuutensa muokkaamiseen saa aikaan pitkälti saman asian, kun ihmiset voivat suoraan muuttaa onnellisuuttaan ja itseyyttään. Ikärappeuman parantamisen kautta ihmisten ei tarvitse turhaan kärsiä pelkän ikänsä vuoksi. Meistä voi tulla tasa-arvoisempia, onnellisempia ja vapaampia.

Älykkyysräjähdyksen mukanaan tuomat vaarat ovat mahdollisesti suurimpia mitä ihmiskunta on koskaan kohdannut, ydinsodan uhan ollessa ainoa lähellekään vertailukelpoinen asia tähänastisessa historiassamme. Toisaalta myös sen mahdollisuudet ovat ennennäkemättömät, ja saattaisivat lisätä hyvinvointia teollista vallankumoustakin enemmän.

Teknologista kehitystä ja tässä teoksessa käsiteltyjä skenaarioita voi pitää hyvinä tai pahoina. Toivottavasti keskustelu ei kuitenkaan lopu tähän teokseen.



# Lähteet

Kaikkien linkkien toimivuus tarkistettu viimeksi 26.6.2009.

- Akiskal, H.S. (2001)** Clinical validation of the bipolar spectrum: Focus on hypomania, cyclothymia, and hyperthymia. *154th annual meeting of the American Psychiatric Association*.
- Anissimov, M. (2009)** The Uncertain Future. *Accelerating Future* [blogi], 26.2.2009. <http://www.acceleratingfuture.com/michael/blog/2009/02/the-uncertain-future-simple-ai-self-improvement-models/>
- Atkinson, R.D. & McKay, A.S. (2007)**. Digital Prosperity: Understanding the Economic Benefits of the Information Technology Revolution. The Information Technology & Innovation Foundation.  
[http://www.itif.org/files/digital\\_prosperity.pdf](http://www.itif.org/files/digital_prosperity.pdf)
- Bains, W. (2008)** Steam engine time: A review of 'Ending Ageing' by Aubrey de Grey. *Bioscience Hypotheses*, vol. 1, no 6, s. 281–285.
- Baumgartner, T. & Heinrichs, M. & Vonlanthen, A. & Fischbacher, U. & Fehr, E. (2008)** Oxytocin Shapes the Neural Circuitry of Trust and Trust Adaptation in Humans. *Neuron* 58, s. 639–650.
- Bicknell, B. (2004)** Creating Very Old People. *CBS News*, 27.4.  
<http://www.cbsnews.com/stories/2004/04/27/uttmain613899.shtml>
- Bilalić, M. & McLeod, P. & Gobet, F. (2007)** Does chess need intelligence? – A study with young chess players. *Intelligence* 35, 457–470.
- Boldrin, M. & Levine, D. (2008)**. Against Intellectual Monopoly. Cambridge University Press.
- Bolt, I. & Schermer, M. (2009)** Psychopharmaceutical Enhancers: Enhancing Identity? *Neuroethics*. Online First, 29.1.2009.
- Bostrom, N. (2006)** How Long Before Superintelligence? *Linguistic and Philosophical Investigations*, vol. 5, no. 1, s. 11–30.
- Bostrom N & Ord, T. (2006)** The reversal test: eliminating status quo bias in applied ethics. *Ethics* 116, 656–679.  
<http://www.nickbostrom.com/ethics/statusquo.pdf>
- Bostrom, N. & Sandberg, A. (2006)** Cognitive Enhancement: Methods, Ethics, Regulatory Challenges. *Science and Engineering Ethics*.  
<http://www.nickbostrom.com/cognitive.pdf>
- Bostrom N. & Sandberg, B. (2007)** The Wisdom of Nature: An Evolutionary Heuristic for Human Enhancement. Teoksessa *Human Enhancement*, toim. J. Savulescu & N. Bostrom. Oxford: Oxford University Press.  
<http://www.nickbostrom.com/evolution.pdf>
- BBC Four (2007)** Visions of the Future: The Intelligence Revolution.

- BBC News. (2007)** Drugs may boost your brain power. 16.4.2007.  
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/6558871.stm>
- BBC News. (2008a)** Brain boost drugs 'growing trend'. 13.10.2008.  
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/7666722.stm>
- BBC News (2008b)** The Ritalin express. 23.10.2008.  
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/magazine/7684963.stm>
- Carayol, N. & Matt, M. (2005)** Individual and collective determinants of academic scientists' productivity. *Information Economics and Policy*, vol. 18, no. 1, s. 55–72.
- Carr, N. (2008)** Is Google Making Us Stupid? *Atlantic Monthly*. July/August 2008.  
<http://www.theatlantic.com/doc/200807/google>
- Center for Cognitive Liberty & Ethics (2000)** Our mission.  
<http://www.cognitiveliberty.org/mission.html>
- Central Intelligence Agency (2008)**. The 2008 World Factbook.
- Chalmers, D.J. (1995)** Absent Qualia, Fading Qualia, Dancing Qualia. Teoksessa *Conscious Experience*, toimittanut T. Metzinger.
- Chatfield, T. (2008)** Rage against the machines. Prospect. Issue 147, June 2008.  
[http://www.prospect-magazine.co.uk/article\\_details.php?id=10209](http://www.prospect-magazine.co.uk/article_details.php?id=10209)
- Childress, A.R. & Mozley, P.D. & McElgin, W. & Fitzgerald, J. & Reivich, M. & O'Brien, C.P. (1999)** Limbic Activation During Cue-Induced Cocaine Craving. *American Journal of Psychiatry* 156, s. 11–18.
- Cole, S. (1979)** Age and Scientific Performance. *The American Journal of Sociology*, Vol. 84, No. 4, s. 958–977.
- Colom, R. & Flores-Mendoza, C.E. (2007)** Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35, 243–251.
- Corbett, S. (2008)**. Can the Cellphone Help End Global Poverty? *The New York Times*, 13.4.2008.  
<http://www.nytimes.com/2008/04/13/magazine/13anthropology-t.html>
- Crawford, M.B. (2009)** The Case for Working With Your Hands. *The New York Times*, 21.5.2009.  
<http://www.nytimes.com/2009/05/24/magazine/24labor-t.html>
- Crombag, H.F.M. & Wagenaar, W.A. & Van Koppen, P.J. (1996)** Crashing Memories and the Problem of 'Source Monitoring'. *Applied Cognitive Psychology*, vol. 10, 95–104.
- Daily Mail (2008)** World's oldest mother gives birth to twins at 70. 5.7.2008.  
<http://www.dailymail.co.uk/news/worldnews/article-1031722/Worlds-oldest-mother-gives-birth-twins-70.html>
- Delhey, J. & Newton, K. (2005)** Predicting Cross-National Levels of Social Trust: Global Pattern or Nordic Exceptionalism? *European Sociological Review*, vol. 21, no. 4.
- Diamond, J. (1987)** "The Worst Mistake in the History of the Human Race": *Discover*, toukokuu 1987, s. 64–66.

- Dietrich, A. (2004)** The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, s. 1011–1026.
- Dietrich, A. & Srinivasan, N. (2007)** The Optimal Age to Start a Revolution. *The Journal of Creative Behavior*, vol. 41, no. 1, s. 54–74.
- de Grey, A.D.N.J. & Ames, B.N. & Andersen, J.K. & Bartke, A. & Campisi, J. & Heward, C.B. & McCarter, R.J.M. & Stock, G. (2002)** Time to talk SENS: critiquing the immutability of human aging. *Annals of the New York Academy of Sciences* 959: s. 452–462.
- de Grey, A.D.N.J. & Rae, M. (2007)** Ending Aging: the rejuvenation breakthroughs that could reverse human aging in our lifetime. St. Martin's Press, New York.
- Dougherty, T. M., & Haith, M. M. (1997)** Infant expectations and reaction time as predictors of childhood speed of processing and IQ. *Developmental Psychology*, 33, 146–155.
- Downey, D.B. & von Hippel, P.T. & Broh, B.A. (2008)** Are Schools the Great Equalizer? Cognitive Inequality during the Summer Months and the School Year. *American Sociological Review*, 69 (5), 613–635.
- Elliott, C. (2007)** Against happiness. *Medicine, Health Care and Philosophy*, vol. 10, no. 2, s. 167–171.
- Elliott, R. & Sahakian, B.J. & Matthews, K. & Bannerjea, A. & Rimmer, J. & Robbins, T.W. (1997)** Effects of methylphenidate on spatial working memory and planning in healthy young adults. *Psychopharmacology*, vol. 131, no. 2, s. 196–206.
- Ericsson, K.A. (1996)** The Acquisition of Expert Performance: An Introduction to Some Issues. Teoksessa *The Road to Excellence – The Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sports and Games*, toimittanut K.A. Ericsson.
- Estep, P.W. & Kaerberlein, M. & Kapahi, P. & Kennedy, B.K. & Lithgow, G.J. & Martin, G.M. & Melov, S. & Powers III, R.W. & Tissenbaum, H.A. (2006a)** Life Extension Pseudoscience and the SENS Plan. *Technology Review*. <http://www.technologyreview.com/sens/docs/estepetal.pdf>
- Estep, P.W. & Kaerberlein, M. & Kapahi, P. & Kennedy, B.K. & Lithgow, G.J. & Martin, G.M. & Melov, S. & Powers III, R.W. & Tissenbaum, H.A. (2006b)** Preston Estep et al. Dissent. *Technology Review*. [http://www.technologyreview.com/read\\_article.aspx?id=17146&ch=biotech](http://www.technologyreview.com/read_article.aspx?id=17146&ch=biotech)
- Farah, M.J. (2002)** Emerging ethical issues in neuroscience. *Nature neuroscience*, vol. 5, no. 11, s. 1123–1129.
- Farah, M. J. & Illes, J. & Cook-Deegan, R. & Gardner, H. & Kandel, E. & King, P. & Parens, E. & Sahakian, B & Wolpe, P.R. (2004)** Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? *Nature reviews Neuroscience*. Vol. 5, s. 421–425.
- Farah, M.J. & Haimm, C. & Sankoorikal, G. & Chatterjee, A. (2009)** When we enhance cognition with Adderall, do we sacrifice creativity? A preliminary study. *Psychopharmacology* 202, s. 541–547.

- Frank, M.C. & Everett, D.L. & Fedorenko, E. & Gibson, E. (2008)** Number as a cognitive technology: Evidence from the Pirahã language and cognition. *Cognition* 108, s. 819–824.
- Freitas, R.A. (1999)** Nanomedicine, Volume I: Basic Capabilities, Landes Bioscience, Georgetown, TX, 1999.
- Friedman, R.A. (2002)** BEHAVIOR: Born to Be Happy, Through a Twist of Human Hard Wire. *The New York Times*, 31.12.2002.
- Garavan, H. & Pankiewicz, J. & Bloom, A. & Cho, J-K. & Sperry, L. & Ross, T.J. & Salmeron, B.J. & Risinger, R. & Kelley, D. & Stein, E.A. (2000)** Cue-Induced Cocaine Craving: Neuroanatomical Specificity for Drug Users and Drug Stimuli. *American Journal of Psychiatry*, 157, s. 1789–1798.
- Garreau, J. (2009)** Brain Wave of The Future. *The Washington Post*, 23. huhtikuuta. [http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/04/22/AR2009042204036\\_pf.html](http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/04/22/AR2009042204036_pf.html)
- Goertzel, B. (2008)** OpenCog Prime: A Design for a Thinking Machine. <http://opencog.org/wiki/OpenCogPrime:WikiBook>
- Gottfredson, L. (1997)** Why g Matters. *Intelligence*, 24, s. 79–132
- Graham, J.D. (2004)** The Perils of the Precautionary Principle: Lessons from the American and European Experience. *Heritage Lectures*, no. 818. <http://www.heritage.org/Research/Regulation/hl818.cfm>
- Granger, R. & Deadwyler, S. & Davis, M. & Moskovitz, B. & Kessler, M. & Rogers, G. & Lynch, G. (1998)** Facilitation of glutamate receptors reverses an age-associated memory impairment in rats. *Synapse*, vol. 22, no 4, s. 332–337.
- Greely, H. & Sahakian, B. & Harris, J. & Kessler, R.C. & Gazzaniga, M. & Campbell, P. & Farah, M.J. (2008)** Towards responsible use of cognitive-enhancing drugs by the healthy. *Nature*, 456, s. 702–705.
- Greenberg, D.L. (2004)** President Bush's False 'Flashbulb' Memory of 9/11/01. *Applied Cognitive Psychology*. 18, 363–370.
- Guenther, F.H. & Gjaja, M.N. (1996)** The Perceptual Magnet Effect as an Emergent Property of Neural Map Formation. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 100, s. 1111–1121.
- Hall, J.S. (2007)** Beyond AI: Creating the Conscience of the Machine. New York: Prometheus Books.
- Hanson, R. (1994)** If uploads come first: The crack of a future dawn. *Extropy*, 6(2), S. 10–15.
- Hanson, R. (1998)** Economic Growth Given Machine Intelligence. <http://hanson.gmu.edu/aigrow.pdf>
- Hanson, R. (2008a)** [http://lesswrong.com/lw/v4/which\\_parts\\_are\\_me/ode](http://lesswrong.com/lw/v4/which_parts_are_me/ode)
- Hanson, R. (2008b)** Economics Of The Singularity. *IEEE Spectrum*, vol. 45, no 6, s. 45–50.
- Hanson, R. & Hughes, J. (2007)** The Hanson-Hughes Debate on "The Crack of a Future Dawn". *Journal of Evolution and Technology*, vol. 16, no. 1.

- Hawk, J. (2009)** Stem Cell Treatment Could Allow Diabetics to Forgo Injections. *Voice of America News*, 20.4.  
<http://www.voanews.com/english/Science/2009-04-20-voa38.cfm>
- Heinrichs, M. & Domes, G. (2008)** Neuropeptides and social behaviour: effects of oxytocin and vasopressin in humans. *Progress in Brain Research* 170, s. 337–350.
- Helland, I.B. & Smith, L. & Saarem, K. & Saugstad, O.D. & Drevon, C.A. (2003)** Maternal Supplementation With Very Long-Chain n-3 Fatty Acids During Pregnancy and Lactation Augments Children's IQ at 4 Years of Age. *Pediatrics* 111; 39–44.
- Hibbard, W. (2001)** Super-intelligent machines. *Computer Graphics* 35(1), 11–13.
- Hollan, J. & Hutchins, E. & Kirsh, D. (2000)** Distributed Cognition: Toward a New Foundation for Human-Computer Interaction Research. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. Vol 7, no. 2.
- Hughes, T. (2003)** Police hiring and IQ: "When all the answers they don't amount to much". *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, vol. 26, no. 2, s. 298–312.
- Hughes, J. (2004)** Citizen Cyborg: Why democratic societies must respond to the redesigned human of the future. Westview Press.
- Hull, D.L. & Tessner, P.D. & Diamond, A.M. (1978)** Planck's Principle. *Science*, vol. 202, no. 4369, s. 717–723.
- Hutchins, E. & Klausen, T. (1995)** Distributed Cognition in an Airline Cockpit.
- Ingvar, M. & Ambros-Ingerson, J. & Davis, M. & Granger, R. & Kessler, M. & Rogers, G.A. & Schehr, R.S. & Lynch, G. (1997)** Enhancement by an amphetamine of memory encoding in humans. *Experimental Neurology*, 146, s. 553–559.
- Huxley, A. (1932)** Brave New World. Lontoo: Chatto and Windus.
- Jaeggi, S.M. & Buschkuhl, M. & Jonides, J. & Perrig, W.J. (2008)** Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 105, no. 19, s. 6829–6833.
- Jensen, A.J. (1998)** The g Factor – The Science of Mental Ability. Praeger.
- Jensen, P.S. & Mrazek, D. & Knapp, P.K. & Steinberg, L. & Pfeffer, C. & Schowalter, J. & Shapiro, T. (1997)** Evolution and Revolution in Child Psychiatry: ADHD as a Disorder of Adaptation. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, vol. 36, no. 12, s. 1672–1681.
- Johnson, M. K., & Raye, C. L. (2000)** Cognitive and brain mechanisms of false memories and beliefs. Teoksessa *Memory and belief*, toimittaneet Schacter, D. L. & Scarry, E. Cambridge, MA: Harvard University Press. (s. 35–86).
- Kimberg, D. Y., D'Esposito, M. & Farah, M. J. (1997)** Effects of bromocriptine on human subjects depend on working memory capacity. *Neuroreport* 8, s. 3581–3585.
- Klingberg, T. & Forssberg, H. & Westerberg, H. (2002)** Training of Working Memory in Children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, vol. 24, no. 6, s. 781–791.

- Klingberg, T. & Fernell, E. & Olesen, P.J. & Johnson, M. & Gustafsson, P. & Dahlström, K. & Gillberg, C.G. & Forssberg, H. & Westerberg, H. (2004) Computerized Training of Working Memory in Children with ADHD – A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, vol. 44, no. 2, s. 177–186.
- Knack, S. & Keefer, P. (1997) Does Social Capital Have An Economic Payoff? A Cross-Country Investigation. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 112, no. 4, s. 1251–1288.
- Knorr, K.D. & Mittermier, R. & Aichholzer, G. & Waller, G. (1976) Individual publication productivity as a social position effect in academic and industrial research units. Teoksessa F. Andrews (toim.), *The Effectiveness of Research Groups in Six Countries*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kosfeld, M. & Heinrichs, M. & Zak, P.J. & Fischbacher, U. & Fehr, E. (2005) Oxytocin increases trust in humans. *Nature* 435, s. 673–676.
- Kraaykamp, G. (2002) Trends and Countertrends in Sexual Permissiveness: Three Decades of Attitude Change in the Netherlands 1965–1995. *Journal of Marriage and the Family*, vol. 64, no. 1 s. 225–239.
- Kurzweil, R. (2005) *The Singularity is Near: When humans transcend biology*. Penguin Books.
- Lave, J. (1988) *Cognition in Practice*. Cambridge University Press.
- Ledford, H. (2009) Cognitive enhancement drug may also cause addiction. *Nature News*, 17.3.2009. <http://dx.doi.org/doi:10.1038/news.2009.170>
- Legg, S. & Hutter, M. (2006) A Formal Measure of Machine Intelligence. *Proc. 15th Annual Machine Learning Conference of Belgium and The Netherlands (Benelearn 2006)*. <http://aps.arxiv.org/abs/cs.AI/0605024>
- Legg, S. & Hutter, M. (2007) A Collection of Definitions of Intelligence. IDSIA Technical Report. <http://www.idsia.ch/idsiareport/IDSIA-07-07.pdf>
- Lessig, L. (2004) *Free Culture*. USA: Penguin Books.
- Levin, S.G. & Stephan, P.E. & Walker, M.B. (1995) Planck's Principle Revisited: A Note. *Social Studies of Science*, vol. 25, no. 2, s. 275–283.
- Liao, S.M. & Sandberg, A. (2008) The Normativity of Memory Modification. *Neuroethics*, no. 1, s. 85–99.
- Lubinski, D. & Webb, R.M. & Morelock, M.J. & Benbow, C.P. (2001) Top 1 in 10,000: A 10-year follow-up of the profoundly gifted. *Journal of Applied Psychology*, vol 86(4), s. 718–729.
- Lykken, D. & Tellegen, A. (1996) Happiness is a stochastic phenomenon. *Psychological Science*, 7 (3), s. 186–189.
- Lynch, G. & Gall, C.M. (2006) Ampakines and the threefold path to cognitive enhancement. *Trends in Neurosciences*, vol. 29, no. 10.
- Lynch, G. & Granger, R. & Ambros-Ingerson, J. & Davis, C.M. & Kessler, M. & Schehr, R. (1997) Evidence That a Positive Modulator of AMPA-Type Glutamate Receptors Improves Delayed Recall in Aged Humans. *Experimental Neurology* 145, s. 89–92.



- Maguire, E.A & Valentine, E.R. & Wilding, J.M. & Kapur, N. (2002)** Routes to remembering: the brains behind superior memory. *Nature Neuroscience*, vol. 6, no. 1, 90–95.
- Mason, E. (2005)** Human embryonic stem cells have the potential to develop into eggs and sperm in the laboratory. *EurekAlert*. 19.6.2005.
- McCabe, T. (2007)** A Modest Proposal for the Relief of the Sick and Aged in Our Society. *Life, the Universe and Everything* [blogi]. 7. heinäkuuta 2007. <http://www.acceleratingfuture.com/tom/?p=18>
- McCall, R.B. (1977)** Childhood IQ's as Predictors of Adult Educational and Occupational Status. *Science*, 197, s. 482–483.
- McCall, R. B., & Carriger, M. S. (1993)** A meta-analysis of infant habituation and recognition memory performance as predictors of later IQ. *Child Development*, 64, 57–79.
- Meck, W.H. & Smith, R.A. & Williams, C.L. (1988)** Pre- and postnatal choline supplementation produces long-term facilitation of spatial memory. *Developmental Biology*, vol. 21, no. 4, s. 339–353.
- Medical News Today (2005)** Development of Gametes from Embryonic Stem Cells. 19.10.2005. <http://www.medicalnewstoday.com/articles/32262.php>
- Mehta, M.A. & Owen, A.M. & Sahakian, B.J. & Mavaddat, N. & Pickard, J.D. & Robbins, T.W. (2000)** Methylphenidate enhances working memory by modulating discrete frontal and parietal lobe regions in the human brain. *Journal of Neuroscience*, 20, RC65.
- Mellott, T.J. & Williams, C.L. & Meck, W.H. & Blusztajn, J.K. (2004)** Prenatal choline supplementation advances hippocampal development and enhances MAPK and CREB activation. *Faseb Journal*, vol. 18, no. 3, s. 545–547.
- Merkel, R. & Boer, G & Fegert, J. & Galert, T. & Hartmann, D. & Nuttin, B. & Rosahl, S. (2007)** Intervening in the Brain: Changing Psyche and Society. *Ethics of Science and Technology Assessment*, vol. 29. Springer-Verlag.
- Mesquida, C.G. & Weiner, N.I. (1999)** "Male Age Composition and Severity of Conflicts", *Politics and the Life Sciences*, 18(2):113–17.
- Messeri, P. (1998)** Age Differences in the Reception of New Scientific Theories: The Case of Plate Tectonics Theory. *Social Studies of Science*, vol. 18. no. 1.
- Methuselah Foundation (2009)** Funding. [http://www.mprize.org/index.php?pagename=mj\\_donations\\_funding](http://www.mprize.org/index.php?pagename=mj_donations_funding)
- Metzinger, T. (2003)** *Being No One: The Self-Model Theory of Subjectivity*. MIT Press.
- Miettinen, R. (2006)** The Sources of Novelty: A Cultural and Systemic View of Distributed Creativity. *Creativity and Innovation Management*. Vol. 15, no. 2.
- Minsky, M. (2003)** Marvin Minsky: Health, population and the human mind. TED.com. [http://www.ted.com/index.php/talks/marvin\\_minsky\\_on\\_health\\_and\\_the\\_human\\_mind.html](http://www.ted.com/index.php/talks/marvin_minsky_on_health_and_the_human_mind.html)
- Miyawaki, Y. & Uchida, H. & Yamashita, O. & Sato, M-a & Morito, Y. & Tanabe, H.C. & Sadato, N. & Kamitani, Y. (2008)** Visual Image Reconstruction from Human Brain Activity using a Combination of Multiscale Local Image Decoders. *Neuron*, 60, s. 915–929.

- Moravec, H. (1998)** When will computer hardware match the human brain? *Journal of Evolution and Technology*, vol 1.
- Moravec, H. (1999)** Robot: Mere Machine to Transcendent Mind. New York: Oxford University Press.
- Nader, K. (2003)** Memory traces unbound. *Trends in Neurosciences*, vol. 26, no. 2, s. 65–72.
- Oberauer, K & Schulze, R. & Wilhelm, O. & Süß, H-M. (2005)** Working memory and intelligence – their correlation and their relation: comment on Ackerman, Beier and Boyle. *Psychological Bulletin*, vol. 131, no. 1, 61–65.
- Oberauer, K. & Süß, H-M. & Wilhelm, C. & Wittmann, W.W. (2008)** Which working memory functions predict intelligence? *Intelligence*, 36, 641–652.
- Ojanen, M. (1999)** Psyykkisten häiriöiden luennot: masennus. Tampereen yliopisto, kevät 1999. [http://www.uta.fi/laitokset/psyk/opiskelu/opetus/opetusmateriaalia/psyhair\\_1999/a7\\_4.htm](http://www.uta.fi/laitokset/psyk/opiskelu/opetus/opetusmateriaalia/psyhair_1999/a7_4.htm)
- Olshansky, S.J. (2002)** Duration of Life: Is There a Biological Warranty Period? Esitelmä presidentin bioetiikkaneuvostolle. <http://www.bioethics.gov/transcripts/deco2/session2.html>
- Olshansky, S. J. & Perry, D. & Miller, R.A. & Butler, R.N. (2006)** In Pursuit of the Longevity Dividend: What Should We Be Doing To Prepare for the Unprecedented Aging of Humanity? The Scientist, maaliskuu 2008.
- Omohundro, S.M. (2007a)** The Basic AI Drives. <http://selfawaresystems.com/2007/11/30/paper-on-the-basic-ai-drives/>
- Omohundro, S.M. (2007b)** The Nature of Self-Improving Artificial Intelligence. <http://selfawaresystems.com/2007/10/05/paper-on-the-nature-of-self-improving-artificial-intelligence/>
- Parfit, D (1984)** Reasons and Persons. New York: Oxford University Press.
- Peck, C. (2007)** IBM. Sähköpostikeskustelu. <http://www.xuenay.net/exchange.txt>
- Petersson, K.M. & Reis, A. & Askelöf, S. & Castro-Caldas, A. & Ingvar, M. (2000)** Language Processing Moderated by Literacy: A Network Analysis of Verbal Repetition in Literate and Illiterate Subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 12, no. 3, s. 364–382.
- Pontin, J. (2006)** Is defeating aging only a dream? *Technology Review*, 11.6.2006. <http://www.technologyreview.com/sens/index.aspx>
- Posner, R. A. (1995)** Aging and Old Age. University of Chicago Press.
- President's Council on Bioethics (2003)**. Beyond Therapy: Biotechnology and the Pursuit of Happiness. A report of The President's Council on Bioethics. US Government Printing Office, Washington DC.
- Rappa, M. & Debackere, K. (1993)** Youth and scientific innovation: The role of young scientists in the development of a new field. *Minerva*, vol. 31, no. 1, s. 1–20.
- Richards R. (1997)** Conclusions: When Illness Yields Creativity. Teoksessa *Eminent Creativity, Everyday Creativity, and Health*. Toimittaneet Runco, M.A. & Richards, R.

- Rogan, M.T. & Stäubli, U.V. & LeDoux, J.E. (1997)** AMPA Receptor Facilitation Accelerates Fear Learning without Altering the Level of Conditioned Fear Acquired. *The Journal of Neuroscience*, 17, 5928–5935.
- Rose, S.A., & Feldman, J. F. (1995)** Prediction of IQ and specific cognitive abilities at 11 years from infancy measures. *Developmental Psychology*, 31, 685–696.
- Ross, P.E. (2006)** The Expert Mind. *Scientific American*, heinäkuu 2006.
- Ruthsatz, J. & Detterman, D. & Griscom, W.S. & Cirullo, B.A. (2008)** Becoming an expert in the musical domain: It takes more than just practice. *Intelligence* 36, 330–338.
- Ryberg, J. & Tännsjö, T. & Arrhenius, G. (2008)** "The Repugnant Conclusion", teoksessa *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Syksyn 2008 painos), toimittanut E.N. Zalta.  
<http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/repugnant-conclusion/>
- Salihu, H.M. & Shumpert, M.N. & Slay, M. & Kirby, R.S. & Alexander, G.R. (2003)** Childbearing Beyond Maternal Age 50 and Fetal Outcomes in the United States. *Obstetrics & Gynecology*, vol. 102, no. 5:1, s. 1006–1014.
- Sandberg, A. (2008)** BCI, AGI & WBE. *Andart* [blogi]. 28. huhtikuuta 2008.  
[http://www.aleph.se/andart/archives/2008/04/bci\\_agi\\_wbe.html](http://www.aleph.se/andart/archives/2008/04/bci_agi_wbe.html)
- Sandberg, A. & Bostrom, N. (2008)** Whole Brain Emulation: A Roadmap, Technical Report #2008-3. Future of Humanity Institute, Oxford University.  
<http://www.fhi.ox.ac.uk/reports/2008-3.pdf>
- Sara, S.J. (2000)** Retrieval and Reconsolidation: Towards a Neurobiology of Remembering. *Learning & Memory*, no. 7, s. 73–84.
- Scott, J. (1998)** Changing attitudes to sexual morality: A cross-national comparison. *Sociology*, vol. 32, no. 4, s. 815–845.
- Searle, J. (1992)** The Rediscovery of the Mind. MIT Press.
- Sheen, M. & Kemp, S. & Rubin, D. (2001)** Twins dispute memory ownership: A new false memory phenomenon. *Memory & Cognition*, vol. 29, no. 6. S. 779–788.
- Sentientia, W. (2004)** Neuroethical Considerations: Cognitive Liberty and Converging Technologies for Improving Human Cognition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1013, s. 221–228.
- Snead, J. (2008)** Musings on emotions, depression, and individual variation. *Synchronicity swirls and other foolishness* [blogi]. 25. helmikuuta.  
<http://heron61.livejournal.com/533867.html>
- Solomon, A. (2008)** The Autism Rights Movement. *New York Magazine*, 25.5.2008.  
<http://nymag.com/news/features/47225/>
- Spearman, C. (1904)** "General intelligence," objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201–292.
- Spurrett, D. & Cowley, S.J. (2004)** How to do things without words: infants, utterance-activity and distributed cognition. *Language Sciences*, 6, 443–466.
- Strutton, D. & Pelton, L.E. & Ferrell, O.C. (1997)** Ethical Behavior in Retail Settings: Is There a Generation Gap? *Journal of Business Ethics*, 16, s. 87–105.

- Tarson, J. & Lieu, T. & Petchpradub, V. & LeDuc, B. & Ngo, H. & Rogers, G.A. & Lynch, G. (1995)** Facilitation of Olfactory Learning by a Modulator of AMPA Receptors. *The Journal of Neuroscience*, 15, 8023–8080.
- The Economist (2008)**. A special report on globalization. *The Economist*, vol. 388, no. 8598 (20.–26.9.).
- The Equality Trust (2009)**. <http://www.equalitytrust.org.uk/>
- The Hinxton Group (2008)** Consensus Statement: Science, Ethics and Policy Challenges of Pluripotent Stem Cell-Derived Gametes. 11.4.2008. [http://www.hinxtongroup.org/consensus\\_hgo8\\_final.pdf](http://www.hinxtongroup.org/consensus_hgo8_final.pdf)
- The Wall Street Journal (2005)**. What If Einstein Had Taken Ritalin? 3.2.2005.
- Thielke, T. (2005)** "For God's Sake, Please Stop the Aid!" *Spiegel Magazine*. 4.7.2005. <http://www.spiegel.de/international/spiegel/0,1518,363663,00.html>
- Thienpoint, K. & Verleye, G. (2004)** Cognitive Ability and Occupational Status in a British Cohort. *Journal of Biosocial Science*, 36, 333–349.
- Tilastokeskus (2007a)**. Ensimmäisen avioliiton solmineiden naisten ja ensisynnyttäjiä keski-ikä 1981–2006.
- Tilastokeskus (2007b)**. Kuolleisuus- ja eloonjäämislukuja vuosilta 1986–2006.
- Tilastokeskus (2008a)** Väestö iän (1–v.) ja sukupuolen mukaan alueittain 1980 – 2007.
- Tilastokeskus (2008b)** Syytetyt, tuomitut ja keskimääräiset rangaistukset ikäluokittain, kärkeäoikeudet, hovioikeus ensimmäisenä oikeusasteena 2005–2007.
- Tilastokeskus (2008c)** Kuolleet ja ikävakioitu kuolleisuus (100 000 henkeä kohden, erikseen kaikki ja 15–64 v. kuolleet) peruskuolemansyyn (54-luokkainen) ja sukupuolen mukaan 1969–2007.
- Tomova, A. (2009)** Drug Firm Boosts Stem Cell Research in Blindness Treatment. *Visitbulgaria.info*, 26.4. <http://visitbulgaria.info/9639-drug-firm-boosts-stem-cell-research-blindness-treatment>
- Tuszynski, M.H. & Thal, L. & Pay, M. & Salmon, D.P. & U, H.S. & Bakay, R. & Patel, P. & Blesch, A. & Vahlsing, H.L. & Ho, G. & Tong, G. & Potkin, S.G. & Fallon, J. & Hansen, L. & Mufson, E.J. & Kordower, J.H. & Gall, C. & Conner, J. (2005)** A phase 1 clinical trial of nerve growth factor gene therapy for Alzheimer disease. *Nature Medicine* 11, s. 551 – 555.
- Yhdistyneet kansakunnat (2002)**. World Population Prospects: The 2002 Revision.
- Yudkowsky, E. (2001)** Creating Friendly AI. Singularity Institute for Artificial Intelligence.
- Yudkowsky, E. (2004)** Coherent Extrapolated Volition. <http://www.singinst.org/upload/CEV.html>
- Yudkowsky, E. (2006)** Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk. Teoksessa Global Catastrophic Risks. Toimittaneet Rees, M.J. & Bostrom, N. & Cirkovic, M. Oxford University Press, 2007. <http://www.singinst.org/AIRisk.pdf>
- Yudkowsky, E. (2007a)** The Power of Intelligence. SIAI Blog [blogi], 10. heinäkuuta 2007. <http://www.singinst.org/blog/2007/07/10/the-power-of-intelligence/>

- Yudkowsky, E. (2007b)** Thou Art Godshatterer. *Overcoming Bias* [blogi], 13.11.2007. <http://www.overcomingbias.com/2007/11/thou-art-godsha.html> .
- Yudkowsky, E. (2007c)** Levels of Organization in General Intelligence. Teoksessa Artificial General Intelligence, toimittaneet B. Goertzel & C. Pennachin. Springer-Verlag.
- Yudkowsky, E. (2008a)** Optimization. *Overcoming Bias*. [blogi] 13.9.2008. <http://www.overcomingbias.com/2008/09/optimization.html>
- Yudkowsky, E. (2008b)** Magical Categories. *Overcoming Bias* [blogi]. 24.8.2008. <http://www.overcomingbias.com/2008/08/magical-categor.html>
- Yudkowsky, E. (2008c)** Sorting Pebbles Into Correct Heaps. *Overcoming Bias* [blogi]. 9.8.2008. <http://www.overcomingbias.com/2008/08/pebblesorting-p.html>
- van den Heuvel, M.P. & Stam, C.J. & Kahn R.S. & Pol, H.E.H. (2009)** Efficiency of Functional Brain Networks and Intellectual Performance. *The Journal of Neuroscience*, 29(23), s. 7619–7624.
- Vinge, V. (1993)** The coming technological singularity: How to survive in the post-human era. *VISION-21 Symposium*.
- Wang, S. & Aamodt, S. (2008)** Your Brain Lies to You. *The New York Times*, 27. kesäkuuta.
- Ward, M.J. & Meyer, R.N. (1999)** Self-Determination for People with Developmental Disabilities and Autism: Two Self-Advocates' Perspectives. *Focus on Autism & Other Developmental Disabilities*, vol. 14, no. 3, s. 133–139.
- Warner, H. & Anderson, J. & Austad, S. & Bergamini, E. & Bredesen, D. & Butler, R. & Carnes, B.A. & Clark, B.F.C. & Cristofalo, V. & Faulkner, J. & Guarante, L. & Harrison, D.E. & Kirkwood, T. & Lithgow, G. & Martin, G. & Masoro, S. Miller, R.A. & Olshansky, S.J. & Partridge, L. & Pereira-Smith, O. & Perls, T. & Richardson, J.S. & von Zglinicki, T. & Wang, E. & Wei, J.Y & Williams, F.T. (2005)** Science fact and the SENS agenda. *EMBO Reports*, vol. 6(11), s. 1006–1008.
- Watts, L. (2003)** "Visualizing Complexity in the Brain", teoksessa *Computational Intelligence: The Experts Speak*, toimittaneet D. Fogel & C. Robinson, IEEE Press/Wiley.
- Weinstein, B. (2006)** Stop Making SENS. *Technology Review*. <http://www.technologyreview.com/sens/docs/weinstein.pdf>
- Whalley, L.J. & Deary, I.J. (2001)** Longitudinal cohort study of childhood IQ and survival up to age 76. *British Medical Journal*, 322, s. 819–822.
- Wray, K.B. (2003)** Is Science Really a Young Man's Game? *Social Studies of Science* 2003, vol. 33, no. 1, s. 137–149.
- Zak, P.J. (2008)** The Neurobiology of Trust. *Scientific American*, kesäkuu 2008, s. 62–67.
- Zak, P.J. & Kurzban, R. & Matzner, W.T. (2005)** Oxytocin is associated with human trustworthiness. *Hormones and Behavior* 48, s. 522–527.
- Zak, P.J. & Stanton, A.A. & Ahmadi, S. (2007)** Oxytocin Increases Generosity in Humans. *PLoS One*, vol. 2, no. 11.

- Zey, M.G. (2007)** Ageless Nation: The Quest for Superlongevity and Physical Perfection. New Horizon Press.
- Zito, J.M. & Safer, D.J. & dosReis, S. & Gardner, J.F. & Boyle, M. & Lynch, F. (2000)** Trends in the Prescribing of Psychotropic Medications to Preschoolers. *Journal of the American Medical Association*, 238, s. 1050–1030.

Persoonallisuuden muokkaaminen. Ikuinen fyysinen nuoruus. Ihmisten ja tietokoneiden sulautuminen yhteen. Älykkyyssrjähdys. Kaikki nämä asiat voivat toteutua tämän kirjan lukijoiden elinaikana.

Yhteiskuntaamme tulevat vaikuttamaan monet teknologiat, jotka eivät ole vielä yleisessä tiedossa. *Kehittyvä ihmiskunta* -teos esittelee näiden teknologioiden tuomia uhkia ja mahdollisuuksia. Kirja on välttämätöntä luettavaa kaikille, jotka ovat kiinnostuneet ihmiskunnan tulevaisuudesta.

