

<http://www.jyu.fi/library/tutkielmat/196/>

Jyväskylän yliopisto  
Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos

# Olennaisia muutoksia

Paradigmatoreettinen tutkimus tieteen kehityksen dynamiikasta.

Filosofian pro gradu -tutkielma

Jose Hult 1997

## TIIVISTELMÄ

### OLENNAISIA MUUTOKSIA

Paradigmateoreettinen tutkimus tieteen kehityksen dynamiikasta

Jose Hult

Filosofia

Toukokuu 1997

108 s.

Tässä työssä tutkitaan tieteen kehityksen mekanismeja kuhnilaisen paradigmateorian pohjalta. Tieteen kehityksen dynamiikan tärkeimmäksi liikevoimaksi oletetaan tiedeyhteisön pyrkimys selviytyä omassa roolissaan. Selviytyminen merkitsee sitä, että tiedeyhteisö pystyy jäsentämään tieteenalan problematiikan ratkaistavissa oleviksi ongelmiksi. Toisin sanoen ongelmat eivät saa olla tiedeyhteisön kompetenssiin nähden liian vaikeita. Tiedeyhteisön kompetenssin ja ongelmien vaikeuden välistä suhdetta kuvataan yksinkertaisuus-käsitteen avulla. Yksinkertaisuus on käsite jolle tieteenfilosofiassa on lukuisia kertoja yritetty turhaan kehitellä universaalia määritelmää. Tässäkin tutkimuksessa yksinkertaisuuden merkittävyys tieteen kehityksen kannalta tunnustetaan, mutta määritelmän asemesta yksinkertaisuus-ominaisuutta tarkastellaan siihen liittyvien erilaisten problematiikkojen avulla.

Tieteen kehitykseen sisältyy kumouksia, jotka eivät ole täydellisiä katkoksia traditiossa. Ne ovat seurausta anomalioiden kasautumisen edellyttämien *ad hoc* -luonteisten korjausten aiheuttamasta monimutkaistumisesta (eli yksinkertaisuuden katoamisesta). Kumoukset ovat episodeja, joiden aikana tiedeyhteisö normalisoi tilanteen muuttamalla tieteenalan kentän jälleen riittävän yksinkertaiseksi kompetenssiensa kannalta suorittamalla suuren luokan modifioinnin tieteenalan konseptuaalisella tasolla.

Tieteen kehityksen dynamiikka tematisoidaan tutkimuksessa kahdella tavalla. Ensiksikin erotetaan toisistaan kehityksen eri tasot, jotta olisi mahdollista suorittaa vertailuja tieteenalan eri kehitysvaiheisiin liittyvien samalle tasolle sijoittuvien objektien välillä. Toiseksi tieteen kehityksen dynamiikan sosiaalista ulottuvuutta tarkastellaan Mary Douglasin teoretisoinneille pohjautuvan mallin avulla. Malli esittää sen mekanismin, jonka mukaisesti tiedeyhteisön yhteisö rakenne, kognitiiviset arvot ja anomalioiden käsittely kytkeytyvät toisiinsa.

Avainsanat: anomalia, Kuhn T.S., tieteen kehitys, tiedeyhteisö, yksinkertaisuus

# Sisällysluettelo

Johdanto . . . . .	1
I Kuhnin paradigmatheoria . . . . .	4
Paradigman käsite . . . . .	4
Paradigma eksemplaarina . . . . .	5
Paradigma tieteenalakohtaisena matriisina . . . . .	5
Eksemplaarit . . . . .	6
Symboliset yleistykset . . . . .	8
Instrumentaatiot . . . . .	10
Kognitiiviset arvot . . . . .	11
Paradigmaattinen ontologia . . . . .	17
Paradigman aktuaalistaminen . . . . .	18
Anomaliat . . . . .	20
Tieteellinen vallankumous . . . . .	21
Kriisitieteestä tieteelliseen vallankumoukseen . . . . .	22
Paradigman vaihtumisen seurauksia . . . . .	26
II Tieteen kehityksen dynamiikan näyttämö . . . . .	28
Tieteen tarkasteluperspektiivit . . . . .	30
Näkeminen . . . . .	34
Näkeminen ja elämänmuoto . . . . .	37
Tieteen eksperimentaalinen perusta . . . . .	41
Interaktiivisen stabilisaation malli . . . . .	46
Tieteenalan sisäinen rationaalisuus tieteen kehityksen dynamiikassa . . . . .	49
III Yksinkertaisuus . . . . .	52

Metodologisen perspektiivin muutos . . . . .	53
Yksinkertaisuuden uusi tulkinta . . . . .	57
Yksinkertaisuuden kognitiivinen problematiikka . . . . .	59
Yksinkertaisuuden kulttuurinen problematiikka . . . . .	62
Yksinkertaisuuden historiallinen problematiikka . . . . .	67
Yksinkertaisuuden sosiaalinen problematiikka . . . . .	70
IV Normaalitieteen ylläpitäminen . . . . .	72
Anomalioiden merkitys . . . . .	73
Anomalioiden käsittely ja arvot . . . . .	75
Anomalioiden käsittelyn strategioiden malli . . . . .	78
Periferisen yhteisön primitiivinen torjunta . . . . .	82
Hierarkkisen yhteisön sopeuttava strategia . . . . .	84
Enklavistisen yhteisön ekskluusio-strategia . . . . .	85
Individualistisen yhteisön opportunistinen strategia . . . . .	87
Tieteen kehityksen dynamiikka . . . . .	90
Johtopäätöksiä . . . . .	93
Lähdeluettelo . . . . .	99



## Johdanto

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tieteen kehityksen dynamiikkaa kuvaavan filosofisen kehyksen tuottaminen. Kehyksen perustana on Thomas S. Kuhnin paradigmatheoria, jota modifioidaan ja täydennetään eräiden viimeaikaisessa tieteentutkimuksessa relevanteiksi koettujen tieteen kehitystä ohjaavien tekijöiden toiminnan kuvaamiseksi. Modifiointi on Kuhnin analyysin kehittämisestä "kenttäolosuhteisiin" sopivaksi. Kenttäolosuhteilla tarkoitetaan sitä, että tehtävien tarkastelujen painopistettä siirretään teorioiden kehityksen tarkastelemisesta tieteellisen käytännön tutkimuksen suuntaan: tehtäväksi asettuu filosofisen kehyksen kehittäminen tutkimusta varten.

Kuhnin paradigmatheoria tämän tutkimuksen lähtökohtana merkitsee sitä, että paradigmatheorian itsensä pätevyyttä ei aseteta kyseenalaiseksi. Kuhnin teoria ei siis kuitenkaan ole tämän työn tutkimuskohde, eikä sen kehitystä ja siitä esitettyä kritiikkiä järjestelmällisesti tarkastella.<sup>1</sup> Tutkimuksessa sitoudutaan paradigmatheorian kirjaimen asemesta sen henkeen. Kuhnin teoria muodostaa Ludwig Wittgensteinin terminologialla ilmaistuna tämän tutkimuksen "argumenttien elinympäristön". Tutkimuksessa käytetään Kuhnin käsitteistöä ja integroidaan siihen myös uudet, käyttöön otettavat käsitteet.

---

<sup>1</sup> Kuhnin ajattelun kehityksestä, sen vaikutuksesta useilla tieteenaloilla ja siihen kohdistetusta kritiikistä kiinnostuneelle lukijalle on Kuhnin oman tuotannon ohella tarjolla runsaasti teoksia ja valtava määrä tieteellisiä artikkeleita. Kuhnin paradigmatheoriaa lähinnä tieteenteorian aikaisempien kehityssuuntien (loogisen empirismin tieteenfilosofia ja popperilainen falsifikationismi) perspektiivistä kritisoivia puheenvuoroja on löydettävissä esimerkiksi teoksista Lakatos & Musgrave (ed.), (1970) ja Suppe (ed.), (1977). Paradigmatheorian inspiroivaa vaikutusta myös luonnontieteellisten tieteenalojen ulkopuolella esitellään teoksessa Gutting (ed.), (1980). Paradigmatheoriaa tulkitsevia, laajoja kokonaisesityksiä ovat esimerkiksi Verronen (1986) ja Hoyningen-Huene (1993). Kuhn-keskustelun viimeisimmän vaiheen keskeinen julkaisu on Horwich (ed.), (1993).

Tutkimuksen tavoitteena on esittää kuvaus siitä mekanismista ja niistä tekijöistä, jotka ohjaavat tieteen kehitystä. Ensimmäisessä luvussa esitellään filosofisen kehyksen perustana toimiva Kuhnin paradigmateoria. Tarkoituksena on tuottaa lukijalle sellainen ymmärrys paradigmateoriasta, jonka avulla hän voi edetä tutkimuksen seuraaviin lukuihin.

Toisessa luvussa pystytetään se näyttämö, jolla tieteen kehityksen realisoivat episodit näytellään. Luvun keskeisenä sisältönä on näkemisen-käsitteen selvittäminen ja sen yhdistäminen elämänmuodon käsitteeseen. Yhdistämisen avulla päästään käsiksi tieteellisten operaatioiden valintojen sosiaaliseen merkitykseen: vaihtoehdotiset tutkimustrategiat eivät koskaan ole neutraaleja suhteessa tiedeyhteisön elämänmuotoon. Näkemisen käsitettä koskevan tarkastelun ohella toinen luku pitää sisällään tieteen kehityksen dynamiikan tarkastelemiseen liittyviä metodologisia pohdintoja. Tarkasteltavien tieteellisten operaatioiden skaalan laajentamiselle luodaan pohjaa esittelemällä niin sanottu interaktiivisen stabilisaation malli, joka täydentää Kuhnin konseptiota mahdollistamalla tieteellisen toiminnan kuvaamisen sekä teorian että eksperimentaation tasolla.

Kolmannessa luvussa käsitellään yksinkertaisuus-arvon merkitystä tieteen kehityksen dynamiikassa. Luvussa esitellään ensin perinteinen käsitys yksinkertaisuudesta ja eräitä siihen liittyviä ongelmia. Yksinkertaisuudesta esitetään myös uusi tulkinta, jonka mukaan yksinkertaisuus ei ole yksinomaan teorian ominaisuus vaan se voidaan liittää myös toimintaan. Kiteytetysti ilmaistuna yksinkertaisuus on huomattavasti perinteisen tulkinnan antamaa käsitystä moniulotteisempi ominaisuus. Yksinkertaisuuden moniulotteisuutta halutaan korostaa myös valitulla esitystavalla, jossa yksinkertaisuutta karakterisoidaan erilaisten problematiikkojen avulla.

Neljännessä luvussa kehitellään malli, jonka avulla on mahdollista kuvata tieteen kehitystä "liikkeessä". Malli esittelee erilaiset anomalioiden käsittelemisen strategiat ja niiden soveltamisen tuottamat vaikutukset yhteisörakenteelle. Malli on peräisin Mary Douglasilta ja se on alunperin kehitelty antropologisen aineiston käsittelemiseen. David

Bloor siirsi mallin tieteenfilosofian kontekstiin. Tässä tutkimuksessa Bloorin sovellutusta on kehitelty siten, että Douglasin yhteisörakennetyypit on yhdistetty paradigmateoriassa kuvattujen kypsän tieteen kehitysvaiheiden kanssa. Yhdistämisen ansiosta tieteen kehityksen temporaalinen dimensio on tullut näkyvämmäksi kuin Bloorin sovellutuksessa. Toinen malliin tehty modifiointi on anomalioiden käsittelyn strategioiden yhdistäminen kognitiivisten arvojen kanssa. Kognitiivisten arvojen sisällyttäminen kuvaukseen on edistänyt strategioiden vaikutusten ja keskinäisten suhteiden kuvaamista.

Tutkimuksessa esitetään kuhnilainen tulkinta tieteen kehityksen dynamiikasta. Tulkinnan keskipisteessä on tiedeyhteisö ja sen pyrkimys jatkaa olemassaoloaan nimenomaan tiedeyhteisönä. Kulttuurisen statuksen säilyttäminen edellyttää aina tiettyjen kriteerien täyttämistä. Tiedeyhteisön tapauksessa kriteerinä on tieteen edistyminen. Tieteellinen toiminta on tutkimuksen eri tasojen yhteensovittamista, kuten interaktiivisen stabilisaation mallissa esitetään.<sup>2</sup> Yhteensovittaminen tapahtuu käyttämällä luovasti käsillä olevaa konseptuaalista ja fysikaalista materiaalia.

---

<sup>2</sup> Katso sivu 45.

# I Kuhnin paradigmatheoria

Tutkimuksen filosofisen kehyksen perustana on kuhnilainen paradigmatheoria. Tässä luvussa esitellään tiiviissä muodossa Kuhnin paradigmatheorian keskeiset käsitteet, kuten paradigma, eksemplaari ja anomalia. Tarkasteltavaksi toisin sanoen asettuu tutkimuksen teoreettisen kehyksen "kantamuoto", jota tutkimuksen myöhemmissä vaiheissa modifioidaan tutkimuskohdetta koskevien tulkintojen tuottamiseksi.

## *Paradigman käsite*

Paradigma on Kuhnin teorian tunnetuin ja samalla ongelmallisin käsite. Ongelmat liittyvät paradigman käsitteen monenlaisiin ja epätasällisiin käyttötapoihin. Kun paradigman käsitteen tulkintaa koskevia ongelmia käsitellään tieteenfilosofisessa kirjallisuudessa on yleensä tapana esittää viittaus Margaret Mastermanin artikkeliin "*The Nature of a Paradigm*".<sup>3</sup> Kyseisessä artikkelissa Masterman uskoo kyenneensä osoittamaan Kuhnin käyttävän teoksessaan "*The Structure of Scientific Revolutions*" paradigman käsitettä ainakin 21-mielisesti.<sup>4</sup> Tässä työssä sitoudutaan käsitykseen, jonka mukaan paradigman käsitettä voidaan käyttää kahdessa mielessä. Paradigma on suppeassa mielessä eksemplaari ja laajassa mielessä tieteenalakohtainen matriisi (*disciplinary matrix*).<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Masterman (1970).

<sup>4</sup> Artikkelissa Verronen (1988) on käsitelty seikkaperäisesti Mastermanin artikkelia "*The Nature of a Paradigm*". Mastermanin paradigma-eksegeesin osoitetaan perustuvan pääosin vähintäänkin eriskummallisille lukutavoille.

<sup>5</sup> Kuhn (1970c), sivut 178 ja 182.

### *Paradigma eksemplaarina*

Paradigmat ovat alkuperäisessä merkityksessään<sup>6</sup> "yleisesti tunnettuja tieteellisiä saavutuksia", jotka aikojen kuluessa muodostavat ongelmien ja ratkaisujen mallin tiedeyhteisölle.<sup>7</sup> Tässä mielessä paradigmat ovat eksemplareja eli esimerkkejä menestyksellisistä normaalitieteellisistä tutkimussuorituksista, mallinomaisia ratkaisuja normaalitieteellisiin pulmatehtäviin (*puzzles*). Eksemplareilla on tärkeä pedagoginen merkitys, sillä ne ovat "konkreettisia ongelmanratkaisuja, joita opiskelijat kohtaavat tieteellisen koulutuksensa alusta lähtien joko laboratorioissa tai tieteellisissä teksteissä kappaleiden lopussa".<sup>8</sup> Eksemplaarien opetteleminen ja hallitseminen ovat ehtoina opiskelijan täysivaltaiselle jäsenyydelle normaalitieteellisessä tiedeyhteisössä.

Eksemplaarit ovat välttämättömiä myös normaalitieteellisen tutkimuksen kannalta. Tieteenalan konseptuaalinen komponentti voidaan kiinnittää objektialueeseen vain eksemplaarin avulla. Tällä tavoin paradigman merkitys fysikaaliseen maailmaan nähden tulee ilmaistuksi. Eksemplaarin avulla ongelmatilanteet tunnistetaan tieteenalan kannalta relevanteiksi. Tämän ohella eksemplaarit tarjoavat mallin ongelman ratkaisusta. Myös vanhemmat tiedeyhteisön jäsenet ovat oppineet ammattinsa samojen eksemplaarien avulla. Eksemplaarien hallinnan vaatimuksen avulla pidetään yllä normaalitieteellisen tieteenharjoittamisen kannalta välttämätöntä konsensusta tieteenalan perusteista.<sup>9</sup>

### *Paradigma tieteenalakohtaisena matriisina*

Paradigman toisen merkityksen Kuhn kehittää *"The Structure of Scientific Revolutions"* -teoksen toisen painoksen loppuun lisätyssä jälkikirjoituksessa *"Postscript*

---

<sup>6</sup> Tässä on kyse paradigman käsitteen alkuperäisestä merkityksestä Kuhnin teorian sisällä.

<sup>7</sup> Kuhn (1970a), sivu viii.

<sup>8</sup> Kuhn (1970b), sivu 187.

<sup>9</sup> Kuhn (1970a), sivu 11.

1969".<sup>10</sup> Selkeyden vuoksi hän antaa tälle paradigman käsitteelle laajassa mielessä nimen tieteenalakohtainen matriisi (*disciplinary matrix*). Tieteenalakohtaisen matriisin osia ovat paradigmakohtainen ontologia, symboliset yleistyksiset, eksemplaarit, arvot ja instrumentaatiot, joita kaikkia seuraavassa tarkastellaan.<sup>11</sup>

### *Eksemplaarit*

Eksemplaarit konstituivat paradigman merkityksen havaintoon ja paradigman objektialueen manipuloitavuuteen nähden. Paradigman merkitys normaalitieteessä on palautettavissa suurelta osin siihen, missä määrin tieteenharjoittaja on kykenevä paradigman pohjalta ennustamaan, mittaamaan, kontrolloimaan ja manipuloimaan objektialueella esiintyviä ilmiöitä. Paradigman objektialueen entiteetteihin kohdistuvan manipuloinnin edellyttämä taito ei ole tyhjentävästi välitettävissä verbalisoitujen ohjeiden avulla. Tämä manipuloinnin taito sisältyy Kuhnin Michael Polanyin *Tacit Knowledge* -käsitteen inspiroimana tuottamaan verbalisoitumattoman tiedon käsitteeseen.<sup>12</sup>

Eksemplaareilla on normaalitieteessä konsensuksen ylläpitämisen funktio. Kun tieteenalan objektialueen entiteetit toimivat eksemplaarin asemassa olevassa ongelmanratkaisutilanteessa ennakoidulla tavalla, se vakuuttaa tieteenharjoittajat paradigman oikeellisuudesta. Vakuuttavuus perustuu eksemplaarin materiaalsen ja konseptuaalisen komponentin välisen ykseyden laatuun. Eksemplaarin "retorinen voima" on sen konstituivien komponenttien välisen suhteen verbalisoitumattomuudessa. Eksemplaareissa entiteettien ja voimien toimintaa ei *tulkita*, vaan se *nähdään*. Siksi normaalitieteellisessä ongelmanratkaisutilanteessa ei yleensä synny erimielisyyttä paradigman oikeellisuudesta. Mikäli paradigman ja sen objektialueen suhde perustuisi tulkinnalle, paradigman

---

<sup>10</sup> Kuhn (1970a), sivut 174-210.

<sup>11</sup> Kuhnin esittämästä poiketen tässä tieteenalakohtaiseen matriisiin sisällytetään myös instrumentaatiot.

<sup>12</sup> Polanyi (1958).

oikeellisuuden kiistäminen merkitsisi vain tiettyjen argumenttien kiistämistä. Koska eksemplaarissa realisoituva paradigman ja sen objektialueen välinen suhde kuitenkin perustuu näkemiselle, näyttää paradigman oikeellisuuden kiistäminen edellyttävän havaittujen tosiasioiden kiistämistä. Mitään loogista tai periaatteellista estettä paradigman oikeellisuuden haastamiseen eksemplaarin materiaalsen ja konseptuaalisen komponentin välisen ykseyden "dekonstruoinnin" avulla normaalitieteen vaiheessakaan ei ole. Esteet ovat pikemminkin kulttuurisia kuin loogisia tai periaatteellisia. Kulttuurisilla esteillä tarkoitetaan tässä kypsän tieteen sisäisiä tavoitteita. Kypsän tieteen tavoitteena on relevantilla fysikaalisen maailman lohkokolla esiintyvien ilmiöiden kontrollointikyvyn kasvattaminen ja mittausteknologioiden edistäminen.<sup>13</sup>

Kun uusi aktuaalistamisteoria konstruoidaan olemassaolevan eksemplaarin tarjoaman mallin mukaisesti, on ratkaistavien ongelmien määrä ja vaativuus kussakin yksittäisessä ongelmanratkaisutilanteessa niin huomattavasti vähäisempi kuin toimittaessa ilman eksemplaarin tarjoamaa mallia.<sup>14</sup> Vain poikkeustapauksissa uusille aktuaalistamisteorioille ei ole olemassa saman paradigman alaan sisältyvän eksemplaarin tarjoamaa esimerkkiä. Poikkeustapauksena voidaan pitää paradigman ensimmäisen eksemplaarin konstruointia. Uuden paradigman ensimmäistäkään eksemplaria ei luoda tyhjästä, sillä paradigmakandidaatin on aina ratkaistava suhteensa tieteenalalla olemassaolevaan konkreettisten sovellutusten kokonaisuuteen ratkaisemalla jonkin väistymässä olevan paradigman perspektiivistä relevantiksi ymmärretyn ongelman.<sup>15</sup> Paradigmakandidaatin eksemplarien konstruoinnissa käytetään aina sopivaa käsillä olevaa teoreettista ja eks-

---

<sup>13</sup> Katso Niiniluoto (1980), sivu 68. "Kontemplatiivisen tieteenkäsityksen ihanteena oli ikuisten totuuksien pyyteetön ja huoleton henkinen "katseleminen". Kiinnittäessään huomionsa jo saavutettuihin totuuksiin, se ei ollut omiaan rohkaisemaan uutta tietoa etsivää tutkimusta. Kun kontemplatiivisessa tieteenkäsityksessä korostetaan tutkimuksen tuloksena olevien totuuksien itseisarvoa, niin uudenajan *aktivistisissa* tieteenkäsityksissä nähdään usein vastaavasti totuuden etsimisprosessilla olevan itseisarvoa. Tämän näkemyksen mukaan määrätietoinen ja innostunut *tavoittelu* on arvokasta sinänsä tuloksesta riippumatta."

<sup>14</sup> Aktuaalistamisteoria on paradigman kehittyvä sovellutus jollakin tietyllä alueella. Katso Verronen (1986), sivut 142-146.

<sup>15</sup> Konseptuaalista materiaalia ovat esimerkiksi erilaiset teoreettiset käsitteet ja eksperimentaalista materiaalia ovat esimerkiksi erilaiset instrumentit ja mittausteknologiat. Tieteen eritasoisten komponenttien suhdetta käsitellään alaluvussa "interaktiivisen stabilisaation malli".

perimentaalista materiaalia, joka on tuotettu joko kyseisen tieteenalan aikaisemmissa kehitysvaiheissa tai jonkin toisen tieteenalan tai muun arvostetun tiedonalan piirissä. Kaikkein arvokkainta on sellainen materiaali, jonka avulla paradigmakandidaatin eksemplaari voidaan tuottaa analogiaa hyväksi käyttäen. Analogian tuottaminen ei edellytä, että uuden eksemplaarin konstruoinnissa materiaalina käytettävää sovellutusta olisi koskaan aktuaalisesti toteutettu.<sup>16</sup> Ratkaisevaa käytettävän materiaalin heuristisen funktion toteutumisen kannalta ei ole sen materiaalisuus, vaan visualisoitavuus. Kuvitteellinenkin entiteetti voi, ollessaan visualisoitavissa, toimia analogisessa päättelyssä lähteenä (*source*) jonkin kohteen (*target*) tarkastelussa.<sup>17</sup>

### *Symboliset yleistyks*

Täsmällisesti ilmaistuna "symboliset yleistyks

Symboliset yleistyks

---

<sup>16</sup> Sovellutuksen ei tarvitse välttämättä olla konkreettisesti fyysikaalisessa maailmassa suoritettu operaatio, vaan se voi olla myös niin sanottu ajatuskoe, kuten Galileon torni-esimerkissä. Katso Brown (1993), sivut 1-3.

<sup>17</sup> Analogisesta päättelystä katso esimerkiksi Ortony & Vosniadou (1989). Esimerkiksi yksisarvinen on kuvitteellinen entiteetti, josta voidaan tuottaa tunnistettavissa oleva visualisaatio.

<sup>18</sup> Verronen (1986), sivu 57.

<sup>19</sup> Kuhn (1970c), sivut 182-187.

<sup>20</sup> Kuhn (1970c), sivut 182-183.



tiininomaiselle soveltamiselle tiedeyhteisön toiminnassa. Huolimatta siitä että symbolisiin yleistyksiin kohdistuvasta konsensuksesta seuraa tiedeyhteisön jäsenien sitoutuminen matemaattisten ja loogisten operaatioiden tuloksiin, ei tiedeyhteisön jäsenten tarvitse olla yksimielisiä siitä, kuinka symbolisten yleistysten sisältämät symbolit kytkeytyvät havaintoihin ja koetuloksiin.<sup>21</sup>

Symboliset yleistyksiset eivät oikeastaan ole yleistyksiä. Ne ovat pikemminkin skemaattisia muotoja, joiden yksityiskohtaiset symboliset muodot vaihtelevat sovellutuksesta toiseen. Tämä merkitsee sitä, että jokaista sovellutusta varten konstruoidaan uusi symbolisen yleistyksen versio. Symbolisia yleistyksiä koskeva säännömukainen yksimielisyys perustuu eksemplaarien avulla tapahtuvaan opetukseen. Eksemplaarien toistamista harjoitteleamalla tieteenharjoittajat oppivat liittämään symboliset ilmaisut fysikaaliseen luontoon.<sup>22</sup>

Symbolinen yleistyys ilmaisee niiden empiiristen käsitteiden suhteen, jotka tieteenharjoittajan on kyettävä identifioimaan operoidessaan fysikaaliseen maailmaan lokalisoituvalla paradigman objektialueella.<sup>23</sup> Symbolinen yleistyys on teoreettinen ilmaisu, jonka ympärille eksemplaarit perheyhtäläisesti ryhmittyvät. Eksemplaarit ovat symbolisen yleistyksen yksittäisiä realisaatioita. Kuhnin mukaan yksittäisen symbolisen yleistyksen status muuttuu normaalitieteellisen tradition kehittyessä määritelmästä laiksi. Määritelmät ovat normaalitieteessä tautologisia, mutta lait voivat sen sijaan muuttua vähitellen. Tieteellisen vallankumouksen aikana symboliset yleistyksiset menettävät itsestäänselvytensä.<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> Kuhn (1970c), sivu 188.

<sup>22</sup> Kuhn (1970c), sivu 189.

<sup>23</sup> Nancy Cartwrightin mukaan  $f=ma$ -tyyppiset lait ilmaisevat sen kuinka paradigman kannalta relevantit ominaisuudet toimivat ideaalisissa olosuhteissa. Ideaaliset olosuhteet vallitsevat silloin kun koetilanteessa eivät vaikuta muut kuin symbolisessa yleistyksessä ilmaistut tekijät. Katso Cartwright (1993), sivu 272.

<sup>24</sup> Kuhn (1970c), sivut 183-184.

## *Instrumentaatiot*

Paradigmassa määrätään millaisia eksperimentaalaisia teknologioita tieteenalalla on luvallista käyttää. Eksperimentaalisten teknologioiden käsitteen alaan sisällytetään tässä sekä tieteenalalla käytettävät instrumentit että tiedon näiden instrumenttien korrekkeista käyttötavoista. Instrumenteilla operoimisen taito on suurelta osin verbalisoitumatonta tietoa. Menestyksellisen instrumenteilla operoimisen edellyttämä verbalisoitumaton tieto välittyy tuleville tieteenharjoittajille eksemplaarien opettelemisen avulla heidän tieteellisen koulutuksensa alkuvaiheessa.<sup>25</sup>

Paradigman praktinen merkitys on yhtä kuin siihen sisältyvät aktuaalistamisteoriat ja eksemplaarit. Tieteenharjoittajat konstruivat eksemplaarit instrumenttien avulla. Moderneissa luonnontieteissä eksemplaarien konstruointi edellyttää erityistä asiantuntemusta vaativien instrumenttien hyväksikäyttöä. Ulkopuolisen havainnoitsijan perspektiivistä tarkasteltuna fysikaalinen luonto esiintyy tieteellisessä käytännössä kompleksisten koe- ja mittausjärjestelyjen välityksellä. Tieteenharjoittajan kannalta instrumentti ei ole luonnon ja havainnoitsija välissä. Instrumentin tieteenharjoittajalle avaama "näkyvä" on se fysikaalinen maailma, jonka kanssa hän on vuorovaikutuksessa tutkimusta suorittaessaan. Kun instrumentin avaama näkyvä tulee samastetuksi fysikaalisen luonnon kanssa, tuon instrumentin sanotaan olevan läpinäkyvä (*transparent*).<sup>26</sup>

Instrumentaatiot ovat poikkeuksellinen komponentti tieteenalakohtaisessa matriisissa. Instrumentaatiot kehittyvät oman "logiikkansa" mukaisesti enemmän tai vähemmän paradigmaattisen tieteenalan teoreettisesta kehityksestä riippumatta. Instrumentaatioiden suhteellisen itsenäisen kehittyminen konkretisoituu siinä, että eksperimentaaliset teknologiat eivät vaihdu tieteellisen vallankumouksen myötä samanaikaisesti paradigman

---

<sup>25</sup> Kuhn (1970c), sivu 189.

<sup>26</sup> Instrumentin läpinäkyvyys merkitsee Simon Schafferin mukaan sitä, että instrumentista tulee epäilyn yläpuolella oleva luonnon viestien välittäjä. Schaffer (1989), sivu 70.

kanssa.<sup>27</sup>

### *Kognitiiviset arvot*

Normaalitieteellistä tutkimustyötä tehdessään tieteen harjoittajat joutuvat suorittamaan valintoja esimerkiksi kilpailevia aktuaalistamisteoriakandidaatteja koskien. Tällaisia paradigman aktuaalistamiseen liittyviä rutiininomaisia valintoja suorittaessaan tieteenharjoittaja soveltaa koulutuksen kautta kaikille tiedeyhteisön jäsenille välitetyjä arvoja. Kognitiiviset arvot ohjaavat tieteellistä toimintaa myös normaalitieteen ulkopuolella. Tieteellisen vallankumouksen vaiheessa tieteenharjoittajat suorittavat valintansa kilpailevien paradigmakandidaattien välillä kognitiivisten arvojen perusteella. Tieteenalakohtaisen matriisin sisältämiä arvoja ovat esimerkiksi teorian laaja-alaisuus, hedelmällisyys, ulkoinen ja sisäinen ristiriidattomuus sekä ennustusten tarkkuus.<sup>28</sup>

"First, a theory should be accurate: within its domain, that is, consequences deducible from a theory should be in demonstrated agreement with the results of existing experiments and observations. Second, a theory should be consistent, not only internally or with itself, but also with other currently accepted theories applicable to related aspects of nature. Third, it should have broad scope: in particular, a theory's consequences should extend far beyond the particular observations, laws, or subtheories it was initially designed to explain. Fourth, and closely related, it should be simple, bringing order to phenomena that in its absence would be individually isolated and, as a set, confused. Fifth - a somewhat less standard item, but one of special importance to actual scientific decisions - a theory should be fruitful of new research findings: it should, that is, disclose new phenomena or previously unnoted rela-

---

<sup>27</sup> Katso tämän työn alalukua "eksperimentaalinen perusta".

<sup>28</sup> Kuhn (1970a), sivut 174-210 ja Verronen (1986), sivut 201-214.

tionships among those already known."<sup>29</sup>

Paradigman aktuaalistamista ohjaavat arvot voidaan esittää verbalisoituna luettelona, mutta näiden arvojen vaikutus käy ilmi vasta tarkasteltaessa aktuaalista tieteellistä toimintaa.<sup>30</sup> Arvojen noudattamisen mittapuut eivät ole pysyviä, vaan ne muuttuvat tieteen edistymisen myötä. Esimerkiksi teorian tarkkuuden arvoa määrittelevä teorian antamien ennustusten ja mittausten välisen yhtäpitävyyden (*agreement*) suuruusluokka muuttuu mittausteknologioiden edistyessä. Mittausteknologioiden edistymisen käsite on ymmärrettävä tässä laajemmin kuin yksinomaan mittaainstrumentteja koskevana edistymisenä. Instrumenttien tekninen edistyminen edellyttää usein myös konseptuaalista edistymistä. Kuhn tarkastelee teorian tarkkuuden arvon toteutumisen kriteerinä olevaa kohtuullisen yhtäpitävyyden (*reasonable agreement*) käsitettä artikkelissaan "The Function of Measurement in Modern Physical Science". Hänen mukaansa ainoa kriteeri, jonka mukaan mittausten voidaan sanoa olevan yhtäpitäviä teorian antamien lukemien kanssa on siinä, että niiden välinen suhde on samaa suuruusluokkaa kuin tiedeyhteisön hyväksymässä tekstissä esitettyjen lukemien suhde.<sup>31</sup>

Ristiriitaisuus tieteenalan ulkopuolisten tiedon alueiden kanssa ei sinänsä ole aina vallitsevan paradigman kannalta kohtalokasta. Määräävä tekijä ulkoisen ristiriitaisuuden tapauksessa on se, minkä arvon tiedeyhteisö antaa sille tiedonalalle, jonka kanssa vallitseva paradigma on ristiriidassa. Kuten Kuhn edellisessä sitaatissa toteaa, teorian tulee olla ristiriidaton samanaikaisesti hyväksytyjen, kyseisen teorian sovellutusalueen ympärille sovellettavissa olevien teorioiden kanssa.<sup>32</sup> Usein tieteellisen tiedon ristiriita *common sense* -tyyppisten uskomusten tai uskonnollisiin maailman kuviin sisältyvän

---

<sup>29</sup> Kuhn (1977c), sivut 321-322.

<sup>30</sup> Artikkelissa Verronen (1984) osoitetaan kognitiivisten arvojen olevan kypsillä tieteenaloilla lähes apriorisessa statuksessa. Arvojen merkittävyyden osoittaminen suoritetaan soveltamalla reduktio ad absurdum -periaatetta, eli osoittamalla perusteltavalle asiailtilalle vastakkaisen menettelyn johtavan absurdeihin seurauksiin. Verronen (1984), sivut 12-13.

<sup>31</sup> Kuhn (1977d), sivut 185-186.

<sup>32</sup> Kuhn (1977d), sivut 231-232.

tiedon kanssa ei ole tuhoisa vallitsevan paradigman kannalta edellyttäen, että määräysvalta tieteenalaa koskevilla tieteellisillä kysymyksillä on tiedeyhteisöllä.<sup>33</sup> Teorian sisäistä ristiriitaa tiedeyhteisön on pakko sietää niin kauan kuin vaihtoehtoista paradigmakandidaattia ei ole onnistuttu konstruoimaan.

Usein teorian sisäinen ristiriitaisuus käy ilmi vain hyvin poikkeuksellisissa olosuhteissa. Edustavimman tieteenhistoriallisen esimerkin teorian sisäisen ristiriitaisuuden paljastumisesta tarjoaa Galileon suorittama ajatuskoe, jossa hän osoittaa aristotelisen fysiikan nopeuskäsitteen ristiriitaisuuden.<sup>34</sup> Teorian sisäisen ristiriidan käsitettä tarkasteltaessa on erotettava toisistaan teorian sisältämä potentiaalinen ristiriita ja realisoitunut, tiedeyhteisön tiedostama ristiriita. Mikäli tieteelliset teoriat olisivat väitelauseiden konjunktoita, myös potentiaalinen ristiriita olisi teorian kannalta kestävä. Kuhnilaisessa mallissa teorian ristiriitaisuus sen sijaan tuottaa ongelmia vasta manifestoituessaan normaalitieteellisessä toiminnassa. Koska sovellutukset eivät ole loogisesti johdettavissa paradigmasta, ei myöskään paradigman potentiaalisesti sisältämä ristiriita välttämättä realisoidu, vaan paradigman kehitys saattaa johtaa toisiin suuntiin. Galileon ajatuskoetta ei voida pitää normaalitieteellisenä operaationa, koska Galileon pyrkimyksenä ei ollut ptolemaiolaisen maailmankuvan aktuaalistaminen. Voidaan olettaa, että ilman Galileon normaalitieteen kognitiivissa arvoissa ilmaistuja tavoitteita rikkovaa kokeellista siirtoa ptolemaiolainen maailmankuva olisi pysynyt vallassa.

Teorian alan ja yksinkertaisuuden arvot liittyvät molemmat teorian instrumentaaliseen luonteeseen fysikaalisen maailman haltuun ottamisessa. Yksinkertainen teoria on ekonominen ja käyttökelpoinen jäsenyys laajasta fysikaalisen maailman alasta. Teorian yksinkertaisuus määräytyy suhteessa teorian alan laajuuteen. Hedelmällisyyden arvo on jossain määrin ongelmallinen paradigman aktuaalistamista ohjaavien arvojen joukossa siinä mielessä, että kunkin teorian hedelmällisyys paljastuu vasta etenevän aktuaalista-

---

<sup>33</sup> Vertaa Merton (1973), sivu 209.

<sup>34</sup> Kuhn käsittelee Galileon suorittamaa ajatuskoetta artikkelissa Kuhn (1977f). Ajatuskokeiden merkitystä luonnontieteissä käsitellään teoksessa Brown (1993).

misen myötä. Hedelmällisyyden arvon merkitys tulee ymmärrettäväksi, jos teorian käsite tulkitaan hieman tavallisuudesta poikkeavalla tavalla. Jos teorian ajatellaan olevan ensisijaisesti jonkin ilmiöpiirin selitys, eri tieteenaloilla käytössä olevat toisiaan muistuttavat selitykset muodostavat yhden toistuvan selitysmallin. Tällöin teorian hedelmällisyys olisi sitä, että se on käytössä monilla eri tieteenaloilla. Tieteenalan sisäisesti teorian hedelmällisyyden arvon arviointi on ongelmattomampaa. Paradigma, joka sisältää paljon eksemplareja on hedelmällinen.

"As the developmental process continues, the examples from which practitioners learn to recognize accuracy, scope, simplicity, and so on, change both within and between fields. But the criteria that these examples illustrate are themselves necessarily permanent, for abandoning them would be abandoning science together with the knowledge which scientific development brings."<sup>35</sup>

Kuhnin mukaan tieteenharjoittamista ohjaavat arvot ovat tieteen pysyviä ja välttämättömiä osia. Arvoja ei voi esittää määritelmien avulla, vaan niiden merkitys konstituoituu tieteessä suoritettavien käytännön sovellutusten kautta. Arvojen realisaatiot sen sijaan vaihtuvat tieteellisten vallankumousten myötä eksemplareiden vaihtuessa.

Tieteenharjoittajat voivat soveltaa tieteenharjoitusta ohjaavia kognitiivisia arvoja toisistaan poikkeavilla tavoilla. Yksittäisen tieteenharjoittajan arvojen soveltamisen tapaan vaikuttavat esimerkiksi tieteenharjoittajan persoonaan liittyvät ja elämäkerralliset tekijät. Tieteenharjoittajakohtaiset variaatiot arvojen painottamisissa ovat tieteeseen sisäänrakennettu mekanismi, joka takaa suuren luokan tieteellisten uutuuksien generoitumisen tieteenalan olemassaoloa vaarantamatta. Henkilökohtaiset poikkeamat arvojen soveltamisissa takaavat sen, että kaikki eivät ole kaiken aikaa kyseenalaistamassa vallitsevia paradigmoja. Vallitsevan paradigman jatkuva kyseenalaistaminen johtaisi tieteen edisty-

---

<sup>35</sup> Kuhn (1993), sivu 338.

misen keskeytymiseen.<sup>36</sup> Arvojen soveltamiseen liittyvä riski jakautuu kokonaisen tieteenalan asemesta yksittäisille tieteenharjoittajille.<sup>37</sup>

Suuren luokan tieteellisten uutuuksien syntyminen edellyttää vallitsevien paradigmojen kyseenalaistamista. Paul Feyerabend käsittelee marxilaisesta teorialaditiosta lainatun epätasaisen kehityksen käsitteen kautta sitä "radikalismia", joka on uusien paradigmojen synnyn välttämätön edellytys. Tieteessä epätasainen kehitys merkitsee sitä, että vallankumoksellisten on oltava valmiita hylkäämään vallitseva paradigma ja asettumaan uuden paradigmakandidaatin taakse.<sup>38</sup> Uuden paradigman taakse ryhmittymisen radikaalisuus on siinä, että hylätään pitkälle artikuloitu ja toimiva käsitekehys suurelta osin pelkän potentiaalisen asteella olevan kehityksen vuoksi.

Kognitiivisilla arvoilla on tieteessä kaksoisfunktio. Arvoihin vedotaan sekä ylläpidettäessä tiettyä normaalitieteellistä traditiota että syrjäytettäessä sitä. Ernan McMullin kuvaa kognitiivisten arvojen kaksoisfunktioita jakamalla kognitiivisten arvojen soveltamisen aktit kahteen kategoriaan. Arvojen soveltaminen on arviointia (*evaluation*) silloin, kun selvitetään sitä, "missä määrin tietty entiteetti realisoii jonkin arvon".<sup>39</sup> Arvojen soveltaminen on arvostamista (*value*) silloin, kun arvioidaan missä määrin jollakin ominaisuudella on arvoa jollekin entiteetille.<sup>40</sup> Arvojen soveltamisessa arvioinnin mielessä voi olla kysymys kilpailevien aktuaalistamisteoriakandidaattien asettamisesta paremmuusjärjestykseen jonkin arvon perusteella. Arvojen soveltamisessa arvostamisen mielessä voi olla kysymys esimerkiksi tiedeyhteisön sisäisestä keskustelusta, jonka

---

<sup>36</sup> Kuhn (1970c), sivut 185-186 ja Kuhn (1970b), sivu 262.

<sup>37</sup> Kuhn (1970c), sivut 185-186, Kuhn (1977d), sivu 220 ja McMullin (1983), sivut 17-18.

<sup>38</sup> Feyerabend (1980), sivut 146-147.

<sup>39</sup> McMullin (1983), sivu 5.

<sup>40</sup> McMullin (1983), sivu 5.

aiheena on eri arvojen merkitykset teorian valinnassa.<sup>41</sup>

Tieteellisen käytännön kannalta paradigmaattisten arvojen statukset poikkeavat toisistaan. James McAllister jakaa kognitiiviset arvot kahteen kategoriaan: 1) totuuden indikaattorit (*indicators of truth*) ja 2) kauneuden indikaattorit (*indicators of beauty*).<sup>42</sup> Hänen mukaansa totuuden indikaattorit ovat pysyviä ohjaavia tekijöitä, jotka yhdistävät tiedeyhteisön totuudenkaltaisuuden (*verisimilitude*) tavoittelussa. Kauneuden indikaattorit ovat historiallisesti muuttuvaisia, ja ne vaihtuvat tieteellisen vallankumouksen yhteydessä.<sup>43</sup> McAllisterin mukaan tieteellisiä vallankumouksia ilmenee silloin kun totuuden indikaattoreiden ja kauneuden indikaattorien perusteella suoritettujen arvostelmien välinen ero kasvaa liian suureksi. Tiedeyhteisön arvojen arvostamisen tapa ratkaisee tieteellisen vallankumouksen vaiheessa mikä tieteenalan hegemoniasta kamppaileva fraktio lopulta perii voiton.<sup>44</sup> James McAllisterin mukaan konservatiivisten tieteenharjoittajien muodostama fraktio toimii tieteellisen vallankumouksen vaiheessa niiden esteettisten arvojen mukaisesti, joita hän nimittää kauneuden indikaattoreiksi. Konservatiivinen fraktio korostaa vallitsevaan teoriaan liittyviä esteettisiä arvoja ja perustelee siten anomalioiden huomiotta jättämisen tai sopeuttamisen. Radikaalit fraktiot korostavat anomalioiden mer-

---

<sup>41</sup> McMullin hyödyntää kognitiivisia arvoja koskevassa jaottelussaan Rudolf Carnapin teoreettisten entiteettien statuksen käsittelyä varten konstruoimaa eksternaalinen/internaalinen -dikotomiaa. Carnapin mukaan kysymys teoreettisten entiteettien reaalisuudesta on legitimi kysymys, koska se voidaan ratkaista internaalisesti vetoamalla asianomaiseen teoriaan tai käsitekehukseen. Kysymys käsitekehysten reaalisuudesta on puolestaan eksternaalisen kysymyksen metafyyssinen muoto, johon ei voida rationaalisella tavalla vastata. Eksternaalinen kysymys on legitimi silloin, kun se koskee käsite kehysten reaalisuuden asemesta sen käyttökelpoisuutta tiedeyhteisön pyrkimyksiin nähden. McMullin (1983), sivut 12-13. Katso Carnap (1992).

<sup>42</sup> McAllister jakaa totuuden indikaattorit kahteen alakategoriaan: 1) loogiset edellytykset (*logical requirements*), joita ovat teorian sisäinen ristiriidattomuus ja ulkoinen ristiriidattomuus 2) empiiriset edellytykset (*empirical requirements*), joita ovat tarkkuus, ennustusten ala ja hedelmällisyys. Kauneuden indikaattoreita ovat yksinkertaisuus, symmetria, analoginen tulkittavuus ja yhteensopivuus vallitsevien metafyyssisten ennakkooletusten kanssa. McAllister (1989), sivut 26-30.

<sup>43</sup> McAllister (1989), sivu 31. Ernan McMullinin käsitys, jonka mukaan selitysvoima (*explanatory power*) ja teorian ennustusten tarkkuus (*predictive accuracy*) ovat tärkeimmät tieteen kehitystä ohjaavat arvot, sopii yhteen McAllisterin jaottelun kanssa. McMullin (1993), sivut 68-69.

<sup>44</sup> Hegemonian käsitettä tarkastellaan esimerkiksi teoksessa Gramsci (1979). Gramscin hegemonia-käsitettä koskevalla tarkastelulla saattaisi olla relevanssia tieteellisen vallankumouksen tematisoimisen kannalta varsinkin kun otetaan Kuhnin poliittisen vallankumouksen kuvauksen metaforinen käyttö.



kittävyttä toimimalla totuuden indikaattoreiden mukaisesti.<sup>45</sup>

McAllister on esittänyt kritiikkiä Kuhnin kognitiivisia arvoja koskevista käsityksistä. Hänen mukaansa Kuhnin näkemyksen keskeinen ongelma on siinä, että hän olettaa peräkkäisten paradigmojen välisen katkoksen liian jyrkäksi. Eräiden aikaisempien kriitikoiden tapaan McAllister väittää Kuhnin kieltävän peräkkäisten paradigmojen välisten käännösten suorittamisen mahdollisuuden.<sup>46</sup> Kuhnia koskevan tulkinnan asemesta McAllisterin kognitiivisia arvoja koskevan tarkastelun tärkein anti on edellä esitelty käsitys esteettisten kriteerien sisältöjen historiallisesta muuttuvaisuudesta.

### *Paradigmaattinen ontologia*

Paradigmaattinen ontologia muodostaa tieteenharjoittamisen teoreettisen kehyksen. Korrektit selittämisen tavat ja selittämisessä luvalliset metaforat ja analogiat sisältyvät paradigmaattiseen ontologiaan.<sup>47</sup> Kuhnin käyttämä metafora, jonka mukaan tieteenharjoittajat pyrkivät paradigmaa aktuaalistaessaan sullomaan todellisuuden paradigman tarjoamiin laatikoihin sopii kuvaamaan erityisen hyvin paradigmaattista ontologiaa.<sup>48</sup>

Paradigmaattinen ontologia kertoo mitkä ovat tieteenalan tutkimusalueen fundamentaaliset entiteetit, minkä lakien alaisia ne ovat ja kuinka nämä entiteetit vaikuttavat toi-

---

<sup>45</sup> Katso luku "anomalioiden käsittelyn strategiat". McAllisterin radikaalien toiminta muistuttaa individualistisen yhteisön opportunistista strategiaa.

<sup>46</sup> McAllister toistaa paradigmojen välisten käännösten mahdottomuuden olettaessaan muiden muassa Karl Popperin ja Stephen Toulminin tulkinnallisen erheen. Katso Popper (1970), sivu 56 ja Toulmin (1970), sivut 43-44. Kuhn ei kiellä peräkkäisten, yhteismitattomien paradigmojen välisiä käännöksiä tai vertailuja. Hän toteaa ainoastaan, että yhteismitattomat paradigmat eivät ole kohta kohdalta (*point-by-point*) vertailtavissa, koska niiden välillä ei voida tuottaa täydellistä käännöstä. Kuhn (1970b), sivut 266-267.

<sup>47</sup> Kuhn (1970c), sivu 184.

<sup>48</sup> Kuhn (1970c), sivu 5.

siinsa ja tieteenharjoittajan havaintoon.<sup>49</sup> Paradigmaattinen ontologia pitää sisällään ne entiteetikategoriat, joihin tieteenharjoittajat ryhmittelevät tieteenalan fysikaalisessa maailmassa sijaitsevalle objektialueelle lokalisoituvat entiteetit. Kun entiteetti tulee ryhmitellyksi johonkin paradigmaattisen ontologian sisältämään entiteetikategoriaan, voidaan tuota entiteettiä käsitellä muiden ryhmään jo kuuluvien entiteettien mallin mukaisesti. Koska samaan kategoriaan ryhmiteltyjä entiteettejä käsitellään samalla tavalla, ei ryhmittelyä voida suorittaa mielivaltaisesti. Virheellisen menettelyn seuraukset eivät rajoitu yksinomaan tieteellisen käytännön sisälle vaan sillä voi olla myös sosiaalisia seurauksia. Epäonnistunut tieteenharjoittaja tai tutkimusryhmä saattavat menettää asemansa tiedeyhteisössä. Yksinomaan teknologisina ja tiedollisina näyttäytyvien ongelmien sosiaalista merkittävyyttä Kuhn valaisee selviytymisarvo-käsitteen (*survival value*) avulla. Esimerkiksi sillä seikalla että sudet osataan erottaa koirista on joissakin ympäristöissä arvoa hengissä pysymisen kannalta.<sup>50</sup>

### *Paradigman aktuaalistaminen*

Välittömästi tieteellisen vallankumouksen jälkeen uusi paradigma on vain lupaus mahdollisuudesta järjestää kyseisen tieteenalan perusta ja käytäntö uudella tavalla. Uuden paradigman antaman lupauksen lunastaminen edellyttää sen sisältämän potentiaalisen aktuaalistamista. Aktuaalistaminen on yhtä kuin uuden paradigman sisältämien ideoiden soveltamista kyseisen tieteenalan käytäntöihin. Paradigman aktuaalistamisen vaihetta Kuhn nimittää normaalitieteeksi.

"Normal science consists in the actualization of that promise, an actualization achieved by extending the knowledge of those facts that the paradigm displays as particularly revealing, by increasing the extent of the match between those facts and the paradigms predictions, and by further

---

<sup>49</sup> Kuhn (1970c), sivut 4-5.

<sup>50</sup> Kuhn (1970c), sivut 195-196.

articulation of the paradigm itself."<sup>51</sup>

Veli Verrosen mukaan paradigman aktuaalistaminen koostuu kolmenlaisista, osittain päällekkäisistä operaatioista: (i) paradigman ulottaminen uusille sovellutusalueille; (ii) teorian ennustusten ja faktojen yhtäpitävyyden asteen parantaminen paradigman sovellutusalueella; (iii) paradigman artikulointi.<sup>52</sup> Paradigman ulottaminen uusille sovellutusalueille tapahtuu Verrosen mukaan siten että tieteenharjoittajat konstruoivat uusille paradigman objektialueen lohkoille kiinnittyviä aktuaalistamisteorioita eli paradigman ja luonnon välisiä kosketuspisteitä. Aktuaalistamisteoriat ovat paradigman mukaisia sovellutuksia paradigman objektialueella. Aktuaalistamisteoriat ovat paradigmassa vallitsevien objektialuetta koskevien uskomusten mukaisesti ja aktuaalistamishetkellä relevanteiksi koettuihin mittoihin sovittaen konstruoidut.<sup>53</sup> Teorian ennustusten ja faktojen välisen yhtäpitävyyden lisääminen tapahtuu mittaustilanteessa vaikuttavien tekijöiden tutkimisen, vakiolaskuun liittyvien matemaattisten välineiden kehittelyn, lähtökohtaole-  
tusten revisoinnin ja mittausinstrumenttien kehittelytyön avulla. Artikulaatio on uusien edistyksellisten aktuaalistamisteorioiden konstruointia. Uusien aktuaalistamisteorioiden menestyksellisyys ilmenee siinä, että vakiolaskun tuloksena syntyvä teorian ennustusten ja suoritettujen mittausten välisen erotuksen kertova luku pienenee.<sup>54</sup>

Paradigman aktuaalistamien merkitsee paradigman sisältämän potentiaalin realisoimista käytännön sovellutuksissa. Jokainen aktuaalistamisprosessissa tuotettu uusi sovellutus merkitsee vertikaalisen koherenssin aikaansaamista paradigman ja fyysikaalisen maailman välillä tietyssä paradigman objektialueen kohdassa. Operaatiot, joista aktuaalistaminen

---

<sup>51</sup> Kuhn (1970c), sivu 24.

<sup>52</sup> Katso Verronen (1986), sivu 140. Verronen huomauttaa, että Kuhnin kriitikot ovat jättäneet paradigman aktuaalistamisprosessin tarkastelun lähes kokonaan huomiotta tutkimuksissaan. Katso myös Kuhn (1970c), sivut 23-34.

<sup>53</sup> Verronen (1986), sivu 146.

<sup>54</sup> Verronen (1986), sivu 147. Teorian ennustusten ja suoritettujen mittausten välisen erotuksen ilmaisevan luvun pienenemisen ohella paradigman artikulaation manifestaatioita ovat Verrosen mukaan teorian vakioiden tarkentuminen ja aktuaalistamiseen kuuluvien kvantitatiivisten lakien lukumäärän kasvaminen.

koostuu suoritetaan käyttäen hyväksi paradigman tuottamaa horisontaalista koherenssia vertikaalisen koherenssin tuottamiseksi. Horisontaalinen koherenssi perustuu eksemplaarien väliselle similariteetille. Eksemplaarit tarjoavat mallin uusille sovellutuksille ja helpottavat siten vertikaalisen koherenssin saavuttamista rajaamalla teorioiden alideterminaation perusteella sopivien teorioiden joukkoa. Normaalitieteen tehokkuus perustuu siihen, että aktuaalistaminen voidaan suorittaa suurelta osin horisontaalisina operaatioina.<sup>55</sup>

### *Anomaliat*

Normaalitieteen vaihe on ajanjakso, jonka aikana tieteellinen tieto kumuloituu. Paradigman aktuaalistamisen operaatioiden ansiosta paradigma tarkentuu oman alueensa sisällä ja paradigman alue laajenee. Silloin kun paradigman aktuaalistaminen onnistuu odotetulla tavalla, mitään teoriaa tai faktoja koskevia uutuuksia ei synny. Toisinaan tiede edistyy harppauksin normaalitieteellisen jaksonkin aikana. Tällöin on kyse poikkeustilanteesta, jonka on tuottanut häiriö paradigman aktuaalistamisessa. Häiriö on on anomalia eli paradigman kohtaama vastaesimerkki. Anomalia on tilanne, jossa luonto "käyttäytyy" toisin kuin paradigmasta käsin olisi ollut lupa odottaa.<sup>56</sup>

Anomalian ilmaantuminen edellyttää tiedeyhteisöltä jonkinlaista reagointia (tai tietoista pidättäytymistä reagoimisesta). Kun anomalian olemassa olosta on varmistuttu, tiedeyhteisö keskittää tutkimuksensa anomalian alueelle. Paradigma pyritään sovittamaan anomalian instanssin sopusointuun siten, että odottamaton muuttuu odotetuksi. Tiedeyhteisön poikkeukselliset ponnistelut lakkaavat vasta, kun anomalinen instanssi muuttuu eksemplaariksi.<sup>57</sup>

---

<sup>55</sup> Vertikaalisen koherenssin ja horisontaalisen koherenssin käsitteitä tarkastellaan artikkelissa Pickering (1989), sivu 281.

<sup>56</sup> Kuhn (1970c), sivu 52.

<sup>57</sup> Kuhn (1970c), sivu 53.

Anomalioiden käsittelemiseksi on tarjolla useita erilaisia strategioita, joiden käyttöönottoon tieteen harjoittamisen sääntöjen väliaikainen löyhtyminen tarjoaa mahdollisuuden.<sup>58</sup> Anomaliat saavat tiedeyhteisön ryhtymään siihen innovointiprosessiin, jonka tuloksena suuren luokan tieteelliset uutuudet syntyvät. Koska normaalitieteen päämääränä ei kuitenkaan ole uutuusien tuottaminen, voidaan suuren luokan tieteellisten keksintöjen sanoa syntyvän konstraintentionaalisesti. Kuhnin mukaan tieteenhistoriasta käy ilmi, että normaalitiede muodostaa poikkeuksellisen tehokkaan anomaliaita paljastavan järjestelmän<sup>59</sup>.

### *Tieteellinen vallankumous*

Vallankumouksen (revoluutio) käsite on peräisin fysiikasta ja astronomiasta. Astronomiassa revoluutiolla tarkoitettiin planeettojen vuorokautista liikettä akselinsa ympäri. Revoluution merkityksessä vallankumouksen käsitteeseen sisältyi viittaus samaan tilaan palautumisesta. Lokakuun vallankumouksesta lähtien on käytetty myös jatkuvan vallankumouksen käsitettä. Tieteenfilosofiaan vallankumouksen käsite tuli 1700-luvulla.<sup>60</sup> Kuhn käyttää poliittisen vallankumouksen käsitettä paradigman vaihtumisen metaforana.<sup>61</sup> Tieteelliset vallankumoukset muistuttavat poliittisiä vallankumouksia muun muassa siinä, että vallankumousten aikana tieteelliset muuttuvat tavalla,

---

<sup>58</sup> Kuhn (1970c), sivu 80. Anomalioiden käsittely edellyttää normaalitieteen piirissä poikkeuksellista innovatiivisuutta tieteenharjoittajilta. Tavanomaisten, paradigman aktuaalistamiseen liittyvien pulmatehtävien ratkaiseminenkin edellyttää erityisen asiantuntemuksen ja taidon ohella myös luovuutta. Anomalioiden käsittelyyn tuotettavat ratkaisut poikkeavat normaaleista ongelmanratkaisuista siinä, että anomalioiden käsittelyyn tuotetut ratkaisut eivät ole eksemplaarin tarjoaman mallin rajoittamia, kuin normaalit ratkaisut. Myös epätavallisilla anomalioiden käsittelyyn tarkoitetuilla on usein mallinsa, mutta mallin valinta on olennaisesti vapaampaa kuin normaalitieteellisiä ongelmia ratkaistaessa. Anomaliaita ratkottaessa malli voidaan ottaa myös kyseisen tieteen alan ulkopuolelta. Ulkopuolisen mallin käyttö voi tulla kysymykseen silloin kun, tiedeyhteisö hyväksyy mallin käytön tuloksena syntyneen ratkaisun.

<sup>59</sup> Kuhn (1970c), sivu 52.

<sup>60</sup> Cohen (1985).

<sup>61</sup> Kuhn nimittää myös eksemplaarien vaihdoksia vallankumouksiksi. Näissä "miniatyyrivallankumouksissa" on kyse uudentyypisten ilmiöiden assimiloinnista. Katso Kuhn (1970c), sivu 92.

jonka vallitsevat instituutiot kieltävät. Tämä seikka on Kuhnin mukaan merkittävin paralleeli tieteellisen vallankumouksen ja poliittisen vallankumouksen välillä.<sup>62</sup>

Sekä poliittisen että tieteellisen vallankumouksen tapauksessa konfliktin syntyminen edellyttää vallitsevien instituutioiden epäonnistumista. Vallitsevan paradigman epäonnistuminen on edellytyksenä vallankumouksellisten ratkaisumallien kehittämiselle. Kuhn mainitsee tieteenhistoriallisina esimerkkeinä vallankumouksellisten ratkaisujen kehittäjistä astronomi Kopernikuksen ja kemisti Lavoisierin, sekä säteilyteorian ja kato-disädeputkien parissa operoineet Kelvinin, Crookesin ja Röntgenin.<sup>63</sup>

### *Kriisitieteestä tieteelliseen vallankumoukseen*

Tieteellistä vallankumousta edeltää aina kriisitieteellinen vaihe (*extraordinary science*). Kriisitieteen vaiheessa vallitseva paradigma lakkaa olemasta tieteenharjoittamisen itsestään selvä perusta.<sup>64</sup> Kriisitieteen vaiheeseen siirtymisen aiheuttaa anomalioiden kasautuminen. Luonto "käyttäytyy" paradigman mukaisten odotusten vastaisesti. Anomalioiden olemassaolo on välttämätön mutta ei riittävä ehto tieteelliselle vallankumoukselle. Kuhnin mukaan kaikilla paradigmoilla on aina vastaesimerkkejä.<sup>65</sup>

Kriisitieteen aikana normaalitieteen sääntöjen sitovuus heikentyy tilapäisesti.<sup>66</sup> Normaalitieteellisestä käytännöstä poiketen aletaan suorittaa ajatuskokeita ja tiedeyhteisön opportunistisimmat jäsenet alkavat muotoilla vallitsevan paradigman kannassa yhteismitattomia ongelmanratkaisuja. Yleensä kriisitieteen vaihe ei johda tieteelliseen

---

<sup>62</sup> Kuhn (1970c), sivu 93.

<sup>63</sup> Kuhn (1970c), sivut 92-93.

<sup>64</sup> Kuhn (1970c), sivut 23-42 ja Kuhn (1970a), sivut 4-10.

<sup>65</sup> Kuhn (1970c), sivu 80.

<sup>66</sup> Kuhn (1970c), sivu 80.

vallankumoukseen. Kriisitieteellisestä vaiheesta voidaan palata normaalitieteeseen saman paradigman kehyksessä esimerkiksi siten, että anomalia päätetään unohtaa. Tiedeyhteisöllä on useita vaihtoehtoisia strategioita anomalioiden käsittelemiseksi. Anomalian käsittelyn strategioita ovat anomalian primitiivinen torjunta, anomalian eksklusio, anomalian sopeuttaminen ja opportunisti.<sup>67</sup>

Anomalioiden ilmaantumisen myötä syntyvän kriisin aikana tiedeyhteisö jakaantuu kilpaileviin fraktioihin. Fraktioissa vallitsevat asenteet vaihtelevat konservatiivisuudesta ja revisionismista vallankumouksellisuuteen. Konservatiivit asettuvat tukemaan vallitsevaa paradigmaa kieltämällä anomalian instanssin relevanssin. Revisionistit tunnustavat anomalian, mutta haluavat säilyttää vallitsevan paradigman tekemällä siihen tarvittavat korjaukset anomalian sopeuttamiseksi. Vallankumoukselliset katsovat anomalian osoittavan paradigman vääräksi. Vallankumoukselliset käyttävät kriisiä hyväkseen ja esittelevät oman paradigmakandidaattinsa tieteenharjoittamisen uudeksi perustaksi.

Kriisitieteen vaiheessa tiedeyhteisön epäluulo kohdistuu anomalian tapauksessa yksittäisen tieteenharjoittajan kompetenssin asemesta vallitsevaan paradigmaan. Vallitsevan paradigman menestyksellinen edellyttää sitä, että tiedeyhteisö olettaa paradigman olevan loppuunkulunut. Paradigman loppuunkulumisen käsite on peräisin Georg Henrik von Wrightiltä.<sup>68</sup> Paradigman loppuunkuluminen on tieteellisen vallankumouksen syy teorioiden tasolla. Tieteellisen vallankumouksen toteutuminen ratkeaa kuitenkin tieteen sosiaalisella ulottuvuudella. Tiedeyhteisön päätös asettua jonkin vallankumouksellisessa tilanteessa hegemoniasta kamppailevan fraktion muotoileman vaihtoehdon taakse

---

<sup>67</sup> Bloor (1983), sivu 139. Katso myös Douglas (1975). David Bloor soveltaa tieteenfilosofiaan Mary Douglasin antropologian piirissä kehittelemään skeemaan. Douglasin skeema jäsentää erilaisia tapoja suhtautua muukalaisiin erilaisissa yhteisöissä. Bloor asettaa omassa tarkastelussaan muukalaisten sijaan anomaliat. Myös Imre Lakatos on kehitellyt lähes identtisen skeeman, joka jäsentää erilaisia strategioita käsitellä vastaesimerkkejä. Katso Lakatos (1983).

<sup>68</sup> von Wright (1975), sivut 28-29. Loppuunkuluminen on paradigman struktuurallinen ominaisuus, joka ilmenee ongelmina normaalitieteellisessä käytännössä. Paradigman objektialueelle lokalisoituvien entiteettien ryhmittely kategorioihin edellyttää jatkuvasti uusien verbalisoitujen lisäohjeiden käyttöönottamista. Loppuunkuluminen ilmenee paradigman kiihtyvänä monimutkaistumisena, joka johtaa paradigman käyttökelpoisuuden katoamiseen tieteellisen havainnoinnin jäsentäjänä.

ratkaisee tieteellisen vallankumouksen kohtalon.

Yhteismitattomuudesta johtuen paradigmoja ei voida vertailla käymällä läpi kohta kohdalta ongelmanratkaisutilanteessa suoritettuja päättelyoperaatioita. Paradigmojen väliset erot koskevat tehtyjen johtopäätösten ohella myös päättelyjen perustana olevia premissejä.<sup>69</sup> Yhteismitattomia paradigmoja kannattavien ryhmien välinen argumentaatio tieteellisen vallankumouksen tilanteessa muistuttaa erästä Wittgensteinin esimerkkiä, joka käsittelee yhteismitattomien maailmankuvien välisen kommunikoinnin ongelmia.

"262. Voin kuvitella ihmisen, joka on kasvanut aivan omalaatuissa olosuhteissa ja jolle on opetettu, että maa syntyi 50 vuotta sitten ja joka sen vuoksi uskoo tämän. Voisimme valistaa häntä sanomalla: maa on ollut jo kauan jne. - Koettaisimme antaa hänelle maailmankuvamme. Tämä tapahtuisi eräänlaisella suostuttelulla."<sup>70</sup>

Tieteessä kilpailevan paradigman kannattajiin kohdistuva suostuttelu tapahtuu vetoamalla tiedeyhteisön jäsenten jakamiin arvoihin, joita seuraten paradigmaa aktuaalistetaan normaalitieteen vaiheessa.<sup>71</sup> Vallankumouksellinen kehitysvaihe muuttuu normaali-tieteelliseksi siinä vaiheessa, kun jokin fraktio saa vakuutettua tiedeyhteisön oman vaihtoehdonsa paremmuudesta kilpaileviin vaihtoehtoihin nähden. Vakuuttaminen ei voi perustua universaalisesti sitoviin argumentteihin. Kaikki ovat pakotettuja argumentoimaan omaan paradigmaansa nojautuen. Tästä asiaintilasta seuraa, että argumentointi on

---

<sup>69</sup> Tiedeyhteisön hegemoniasta kamppailevien fraktioiden kehittämät paradigmakandidaatit ovat yhteismitattomia keskenään ja vallitsevan paradigman kanssa. Yhteismitattomuus on fundamentaalisten entiteettien tasolle ulottuvaa erimielisyyttä tieteenalaa koskevissa kysymyksissä. Peräkkäiset paradigmat jakavat tieteenalan objektialueen kategorioihin toisistaan poikkeavilla tavoilla. Vaikka argumentin vuoksi olettaisimmekin tieteellisen ongelmanratkaisuaktiiviteetin olevan palautettavissa loogisiin päättelyoperaatioihin leibnizilainen strategia, jonka mukaan oppineiden kiistat on mahdollista ratkaista "istuutulla rihvelitaulujen ääreen" laskemaan, ei tule kysymykseen tieteellisen vallankumouksen tilanteessa. Katso Kuhn (1970c), sivu 199.

<sup>70</sup> Wittgenstein (1975), sivu 76.

<sup>71</sup> Kuhn (1970a), sivu 21.



sirkulaarista.<sup>72</sup>

Reaalisessa valintatilanteessa yksittäiset tieteenharjoittajat painottavat ja soveltavat arvoja toisistaan poikkeavilla tavoilla. Tieteenharjoittajien toisistaan poikkeavat arvojen soveltamisen tavat eivät heikennä tieteenalan perusteita koskevan konsensuksen tieteenharjoittamisen käytännölle tuottamista eduista. Arvojen soveltamista koskevat poikkeamat eivät ole tiedeyhteisön kannalta ongelmallinen seikka, vaan pikemminkin tieteen edistymisen ennakkoehto. Poikkeavalla tavalla arvoja soveltavat tieteenharjoittajat riskeeraavat urakehityksensä ja statuksensa tiedeyhteisössä. Mikäli tieteenharjoittaja tai tutkijaryhmä onnistuu riskin otossaan tiedeyhteisö pitää heitä edelläkävijöinä. Normaalityteen sisäisen rakenteen vuoksi on kuitenkin todennäköisempää, että toisinajattelijoiden uhkayritykset kariutuvat. Aseman menettäminen ei uhkaa yksinomaan niitä tieteenharjoittajia, jotka kehittelevät vallitsevan paradigman kanssa yhteensopimattomia vaihtoehtoja, vaan myös niitä jotka sitoutuvat syrjätettyyn paradigmaan vielä tieteellisen vallankumouksen tapahduttua.<sup>73</sup> Kuhnin mukaan on mahdollonta sanoa missä vaiheessa syrjäytyvään paradigmaan sitoutuminen muuttuu epärationaaliseksi.<sup>74</sup>

### *Paradigman vaihtumisen seurauksia*

---

<sup>72</sup> Paradigman valintaa koskevan argumentoinnin tarkastelu avaa tieteen kehityksen sosiaalisen aspektin. Paradigmojen totuudellisuuden vaikutelma tuotetaan tiedeyhteisössä sosiaalisesti paradigmoja koskevan argumentoinnin avulla. Tiedeyhteisön arvoihin pyritään vetoamaan argumenteilla, jotka hyödyntävät tieteen kulttuurista aspektia. Kulttuurinen aspekti tarjoaa argumentoijien käyttöön retorisia resursseja. Retorisia resursseja ovat esimerkiksi auktoriteettien mielipiteet, arvostetut teoriat ja mittaustulokset. Tieteessä suoritettavan argumentoinnin erityispiirteenä on kokeen keskeinen asema. Katso Cantor (1989).

<sup>73</sup> Kuhn (1970c), sivut 151-152.

<sup>74</sup> Kuhn (1970c), sivu 159.

Kuhnin mukaan kypsiä tieteitä (*mature sciences*) ovat ne tieteenalat, joilla tiedeyhteisön kaikkien jäsenten tieteenharjoituksen perustana toimii erityisalan (esimerkiksi fysiikka-tieteenalan erityisaloja ovat mekaniikka ja valo-oppi) oma paradigma.<sup>75</sup> Kypsien tieteiden osalta pätee niin sanottu monopoliteesi. Monopoliteesin mukaan tieteenharjoittamisen perustana voi olla vain yksi paradigma kerrallaan. Tieteellisen vallankumouksen aikana jakautunut tiedeyhteisö yhdistyy kypsällä tieteenalalla uudelleen uuden paradigman noustessa johtavaan asemaan. Kypsällä tieteenalalla ei suvaita toisinajatteliijoita. Vakavasti otettavan tieteen harjoittaminen edellyttää establishmentin ajattelutavan omaksumista. Paradigman vaihdokseen liittyvän muutoksen syvällisyydestä johtuen uuden ajattelutavan omaksuminen on vaativa tehtävä. Kuhn vertaa uuteen paradigmaan sopeutumista vieraaseen kulttuuriin sopeutumiseen.<sup>76</sup>

Uuteen paradigmaan sopeutumisessa ei ole kysymys uusien tulkintojen oppimisesta. Tieteenharjoittajan on opittava näkemään fysikaalinen maailma uuden paradigman edellyttämällä tavalla. Kuhnin mukaan uuden näkemisen tavan oppiminen on tieteenharjoittajan kannalta "elintärkeää", mikäli hän haluaa säilyttää statuksensa tiedeyhteisössä.

"An appropriately programmed perceptual mechanism has survival value. To say that the members of different groups may have different perceptions when confronted with same stimuli is not to imply that they may have just any perceptions at all. In many environments a group that cannot tell wolves from dogs could not endure. Nor would a group of scientists if unable to recognize the tracks of alpha particles and electrons."<sup>77</sup>

"Havaintomekanismin ohjelmoinnilla" Kuhn tarkoittaa valmiutta nähdä maailma tavalla,

---

<sup>75</sup> Kuhn (1970c), sivut 20-21.

<sup>76</sup> Kuhn (1970c), sivu 204.

<sup>77</sup> Kuhn (1970c), sivut 195-196.

joka tieteellisen koulutuksen myötä omaksutaan. Tieteellisen vallankumouksen seurauksena havaintomekanismi joudutaan "uudelleenohjemoimaan". Vaikeinta uudelleenohjelmointi on kokeneille tieteenharjoittajille, jotka ovat kaikkein pisimpään eläneet vanhan paradigman alaisessa järjestelmässä. Toisinaan havaintomekanismin uudelleenohjelmoiminen ei onnistu lainkaan.

"He may use new theory nonetheless, but he will do so as a foreigner in foreign environment, an alternative available to him only because there are natives already there. His work is parasitic on theirs, for he lacks the constellation of mental sets which future members of the community will acquire through education."<sup>78</sup>

Syrjäytetyn paradigman kehyksessä koulutettu tieteenharjoittaja jää tulkintojen tasolle, mikäli hän ei onnistu pyrkimyksessään omaksua uuden paradigman mukaista tapaa kategorisoida tieteenalan objektialuetta. Tulkintojen tasolle jääminen merkitsee sitä, että tieteenharjoittaja ei pysty osallistumaan paradigman aktuaalistamiseen tiedeyhteisön täysivaltaisena jäsenenä.<sup>79</sup>

---

<sup>78</sup> Kuhn (1970c), sivu 204.

<sup>79</sup> Kuhn (1970c), sivu 19.

## II Tieteen kehityksen dynamiikan näyttämö

Kuhnin toteamus, jonka mukaan tieteenharjoittajat työskentelevät tieteellisen vallankumouksen jälkeen toisessa maailmassa kuin ennen tieteellistä vallankumousta<sup>80</sup>, on synnyttänyt keskustelua joidenkin hänen ajatteluaan kommentoivien tutkijoiden keskuudessa.<sup>81</sup> Paul Hoyningen-Hueneen mukaan Kuhn viittaa toteamuksellaan maailman muuttamisesta niin sanotun fenomenaalisen maailman muuttumiseen.<sup>82</sup> Fenomenaalinen maailma on tieteenalan kannalta relevantin fysikaalisen maailman alan eli tieteenalan objektialueen generoimat havainnot ynnä näiden havaintojen vallitsevan paradigman mukainen tulkinta.<sup>83</sup> Kuhnin mukaan itse fysikaalinen maailma ei muutu tieteellisessä vallankumouksessa, ainoastaan havaintojen ja selitysten välinen yhdistelmä eli vallitseva fenomenaalinen maailma korvataan uudella fenomenaalilla maailmalla. Fenomenaalisen maailman muuttuminen ei merkitse fysikaalisen maailman muuttumista. Fysikaalinen maailma nähdään tieteellisen vallankumouksen jälkeen uudella tavalla.<sup>84</sup>

Kuhn toteaa tieteenharjoittajien näkevän saman maailman vallankumouksen jälkeen kuin

---

<sup>80</sup> Kuhn (1970c), sivu 121.

<sup>81</sup> Katso Hoyningen-Huene (1993), sivut 31-63; Hacking (1991), sivut 114-119; ja Hacking (1993).

<sup>82</sup> Hoyningen-Huene (1993), sivu 33.

<sup>83</sup> Havaintojen kytkeytymistä paradigman konseptuaaliseen voidaan luonnehtia termillä "tulkinta" katsojan perspektiivistä, mutta tieteenharjoittajan osallistujan perspektiivistä tarkasteltuna kyse on "näkemisestä". Kuhnin teorian kehityksessä näkemisellä tarkoitetaan jokin ärsykeistön *välitöntä tunnistamista* tietyn paradigman sisältämän käsitteen tai käsitteiden kombinaation materialisaatioksi. Tulkinna käsite sisältää ajatuksen annetun ärsykeistön ja käsitteiden välisen suhteen kontingenssista. Tulkinnaissa tietyn ärsykeistön voidaan ajatella kytkeytyvän johonkin vaihtoehtoisista käsitteistä tai käsitteiden kombinaatioista. "Näkemisen" käsitettä selvitetään toisaalla tässä työssä.

<sup>84</sup> Katso Kuhn (1970c), sivu 53.

ennen sitä.<sup>85</sup> Kuhnin toteamus on pätevä, mikäli se tulkitaan vastaukseksi kriitikoille, joiden mukaan Kuhn väittää teorioiden ohella myös eksperimentaalisten teknologioiden vaihtuvan tieteellisen vallankumouksen aikana. Kuhnilaisen teorian kokonaisuuden kannalta fysikaalisen maailman muuttumattomuuden oletaminen johtaa ongelmallisiin seurauksiin, sillä Kuhnin oman todistuksen mukaan tieteenharjoittaja ei voi turvautua mihinkään, joka on hänen silmiensä ja instrumenttiensä tavoittamattomissa.<sup>86</sup> Se, mitä tieteenharjoittaja tavoittaa silmillään ja instrumenteillaan ei ole muuttumaton fysikaalinen maailma, vaan tieteenalan eksperimentaalinen perusta, joka tieteenharjoittajien toiminnan ansiosta on historiallisesti kehittyvä.

Kuhnilaisen teorian kannalta on hedelmällisempää tutkia fysikaalisen maailman muuttumattomuuden idean menestyksen perusteita kuin kohottaa sitä epistemologisen vakion asemaan.<sup>87</sup> Teorioiden alideterminaation teesin mukaisesti sama havaintoaineisto voidaan selittää periaatteessa lukemattomien yhteismitattomien teorioiden avulla. Ei ole olemassa mitään periaatteellista estettä fysikaalisen maailman käsitteellistämiseksi sellaisen paradigman avulla, jossa ei oleteta fysikaalisen maailman muuttumattomuutta. Perusteet fysikaalisen maailman muuttumattomaksi olettamiselle ovat pragmaattisia. Tieteenharjoittaminen edellyttää epäilyn ulkopuolella olevia tukipisteitä perustakseen, sillä kaikkea ei voida kyseenalaistaa samanaikaisesti.

Tieteen kehityksen ymmärtämisen tukipisteet ovat löydettävissä tiedeyhteisön päämäärien ja niiden saavuttamiseen tähtäävien aktuaalisten toimintojen suhteen tarkastelun avulla. Tämän luvun keskeisenä sisältönä on sen "näyttämön" pystyttäminen, jolla suoritettujen aktien kautta tiedeyhteisö realisoi elämänmuodolleen tyypillisen kosmologian

---

<sup>85</sup> Kuhn (1970c), sivu 129.

<sup>86</sup> Kuhn (1970c), sivu 114.

<sup>87</sup> Epistemologisella vakiolla tarkoitetaan tässä käsitystä jonka todeksi olettaminen kuuluu kaiken toimintamme perustaan. Ludwig Wittgensteinin mukaan "[t]iettyjen kokemuslauseiden totuus kuuluu viitejärjestelmäämme". Wittgenstein (1975), sivu 48. Lauseiden "maailma on olemassa" ja "fysikaalinen maailma on muuttumaton" statukset ovat selkeästi erilaiset. Von Wright huomauttaa lauseen "ulkomaailma on olemassa" olevan ei-kontingentti. Sen sijaan se, että meillä on juuri tällainen ulkomaailman käsite on kontingentti seikka, joka kertoo "ihmisen luonnonhistoriasta". Von Wright (1975), sivu 21.

mukaisia tavoitteita. Kosmologiat ovat maailmankuvia, jotka sisältävät yhteisöjen luontoa ja yhteisöä koskevat uskomukset.<sup>88</sup>

### *Tieteen tarkasteluperspektiivit*

Kuhn tarkastelee artikkelissaan "*The Relations between the History and the Philosophy of Science*" tieteenfilosofien ja tieteenhistorioitsijoiden metodologisten lähtökohtien eroja. Tieteenhistorioitsijoiden tavoitteena on tieteenhistoriallisten tapahtumien ymmärtäminen. Luonnontieteen nykyistä varhaisempiin kehitysvaiheisiin sijoittuvien tieteenharjoittajien teksteille pyritään löytämään rationaalinen tulkinta.<sup>89</sup>

"When reading the works of an important thinker, look first for the apparent absurdities in the text and ask yourself how a sensible person could have written them. When you find an answer, I continue, when those passages make sense, then you may find that more central passages, ones you previously thought you understood, have changed their meaning."<sup>90</sup>

Kuhnin mukaan tieteenfilosofien pyrkimyksenä on keksiä tieteen kehittymisen "mekanismeja" kuvailevia yleistyksiä. Tieteenfilosofeja eivät kiinnosta ne tekijät, jotka ovat saaneet tieteenharjoittajan tekemään tietyn tutkimusta koskevan ratkaisun. Tieteenhistorian sisältämiä teorioita arvotetaan tieteenfilosofien itsensä laatimien universaaleiksi

---

<sup>88</sup> Mary Douglasin mukaan kosmologia sisältää niin sanottuja kosmologisia skeemoja, joita ovat 1) käsitykset luonnosta. 2) käsitykset ajasta. 3) käsitykset ihmisluonnosta. 4) käsitykset sosiaalisesta käyttäytymisestä. Douglas (1978), sivut 22. Elämänmuotoon, josta Douglas käyttää ilmaisua sosiaalinen konteksti, sisältyvät sosiaalinen toiminta, yksilön valintoja ohjaavat periaatteet, kustannusrakenteen ja etujen jakamisen periaatteiden luominen. Sosiaalinen kontekstin keskeinen merkitys on siinä, että se ohjaa (mutta ei determinoi) yksilön käyttäytymistä ja valintoja palkkioiden ja rangaistusten avulla. Douglas (1978), sivu 6. Luvussa V käytetään Douglasin kehittelemää elämänmuotojen luokittelua hyväksi anomalioiden torjumisstrategioiden kuvaamisessa.

<sup>89</sup> Kuhn (1977g), sivu 5.

<sup>90</sup> Kuhn (1977a), sivu xii.

julistettujen metodisääntöjen mukaan.<sup>91</sup> Metodisääntöjen noudattaminen muodostaa demarkaatiokriteerin, jonka avulla valitaan "oikeat" uskomukset, joista tuotetaan tietehistorian rationaalinen rekonstruktio. Valitsematta jääneiden "väärin" uskomusten synnyn katsotaan johtuvan siitä, että tieteenharjoittajat ovat laiminlyöneet metodisääntöjen noudattamisen. "Väärän" tiedon synnyn selittäminen muodostaa perinteisen tieteenfilosofian perspektiivistä ymmärretyn tiedonsosiologian objektialueen. Metodisääntöjen noudattamisen laiminlyöminen selitetään perinteisesti ymmärretyssä tiedonsosiologiassa tieteen ulkopuolisten poliittisten ja ideologisten tekijöiden vaikutuksella. Väärän ja oikean tiedon synnyn selittämisen problematiikan viimeisintä vaihetta edustaa David Bloorin ja Larry Laudanin välinen Bloorin symmetriateesiä koskeva debatti.<sup>92</sup> Bloor esittää symmetriateesinsä mukaisesti, että oikeiden ja väärin uskomusten synty tulee selittää vetoamalla samanlaisiin syihin.<sup>93</sup> Laudan puolestaan edustaa yllä muotoiltua tieteenfilosofista kantaa.<sup>94</sup>

Tieteenfilosofia lähestyy objektialuettaan normatiivisesti pyrkimällä arvioimaan missä määrin reaalinen tietehistoria materialisoi ideaalisen tietehistorian. Reaalinen tietehistoria on tässä yhtä kuin kaikki tietynä ajanjaksona tieteessä suoritettut aktit ja konstruoidut teoriat. Ideaalinen tietehistoria on puolestaan reaalisen tietehistorian rationaalinen rekonstruktio. Kuhn painottaa reaalihistoriatieteellistä näkökulmaa, sillä hänen mukaansa tietehistorian tavoitteena on tuottaa ymmärrettävä ja kattava narratiivi, joka kuvailee ja selittää tieteenalan tapahtumat käsiteltävänä ajanjaksona.<sup>95</sup> Tietehistorioitsijat ovat kiinnostuneita ymmärtämään sen reaalisen tilanteen, jossa tieteenharjoittaja suorittaa tutkimustaan koskevia valintoja. Tieteenfilosofiassa tieteen reaalisen

---

<sup>91</sup> Kuhn (1977h), sivu 5.

<sup>92</sup> Katso Bloor (1984) ja Laudan (1984).

<sup>93</sup> Bloor (1984). Bloor on esittänyt symmetriateesinsä alunperin teoksensa Bloor (1991) sivulla 7. Teoksen ensimmäinen painos ilmestyi vuonna 1976.

<sup>94</sup> Laudan (1984).

<sup>95</sup> Kuhn (1970c), sivu 1.

historian tapahtumat nähdään tieteenalan ideaalisen historian enemmän tai vähemmän täydellisinä representaatioina. Imre Lakatosin tutkimus Eulerin teoreemaa koskevasta debatista on edustava esimerkki tieteenfilosofisesta tavasta ymmärtää tieteen kehitys. Lakatosin tutkimuksessa kuviteltujen henkilöiden käymä keskustelu on Eulerin teoreemaa koskevan debatin rationaalinen rekonstruktio tai "tislattu" (*distilled*) historia. Eulerin teoreemaa koskevan debatin reaalihistorian kuvaus on sijoitettu Lakatosin tutkimuksessa alaviitteisiin.<sup>96</sup>

John Krige suorittaa Kuhnin esittämää erottelua muistuttavan, metodologisten lähtökohtien jaon. Krigen suorittaman erottelun etuna on hänen metodologisille lähtökohdille antamansa informatiiviset nimet: katsojan perspektiivi (*spectators perspective*) ja osallistujan perspektiivi (*participants perspective*).<sup>97</sup> Katsojan perspektiivistä operoivalla tieteenfilosofilla on omasta mielestään etuoikeutettu ja neutraali näkökulma tieteeseen. Hänen käsitystään tieteen kehittymisen logiikasta eivät hämää kontingentit häiriötekijät, jotka saavat reaalihistoriassa operoivat tieteenharjoittajat poikkeamaan universaaleiksi oletetuista metodisäännöistä. Osallistujan perspektiivistä käsin operoimaan pyrkivällä tieteen tutkijalla on tavoitteenaan omaksua tutkimansa tiedeyhteisön tapa nähdä oma tieteenalansa. Tieteen tutkijan mahdollisuuksia omaksua tutkimansa tiedeyhteisön tapa nähdä oma tieteenalansa voidaan verrata antropologin mahdollisuuksiin omaksua tutkimansa heimoyhteisön maailmankuva. Molemmilla edellä mainituilla tieteen tarkasteluperspektiiveillä on omat vahvuutensa ja niiden välillä suoritettava valinta määräytyy tieteen tutkijan tutkimuksellisten tavoitteiden mukaan.

Osallistujan perspektiivi on pätevä lähestymistapa silloin kun halutaan selvittää sen rationaliteetin luonne ja sisältö, jonka perusteella tieteenharjoittajat tekevät tutkimustaan koskevia ratkaisuja. Tieteenharjoittajien toimintaa ei selitetä sellaisilla tekijöillä, jotka eivät ole voineet olla läsnä tutkittavassa tilanteessa. Osallistujan perspektiivin rajoitukse-

---

<sup>96</sup> Lakatos (1983), sivu 5.

<sup>97</sup> Krige (1980). Osallistujan perspektiivi muistuttaa etnometodologisen sosiologian metodologista positiota. Etnometodologia on sosiologinen suuntaus, jossa pyritään ymmärtämään tutkittavaa toimintaa sen omasta rationaliteetista käsin. Katso esimerkiksi Garfinkel (1967).



na ovat pitäytyminen tutkittavan tieteenalan kontekstissa ja sen mukanaan tuoma kritiikittömän suhtautumisen uhka tutkittavien tieteenharjoittajien omaa tieteellistä toimintaansa koskeviin lausuntoihin.<sup>98</sup> Antropologisen tutkimuksen tapaan osallistujan perspektiivistä tapahtuva tutkimus joutuu tekemisiin vieraan kulttuurin ymmärtämisen problematiikan kanssa. Tieteentutkimuksen alalla keskeinen ymmärtämisen problematiikan realisaatio on kysymys tieteentutkijan tarpeesta ja kyvystä omaksua tutkittavan tieteenalan tiedeyhteisönsä jäseniltä edellyttämiä tietoja ja taitoja. Ymmärtämisen problematiikkaan liittyvät myös kysymykset tieteenharjoittajan käyttämien ilmaisujen käsittelemisen tavasta. Täytyykö tieteentutkijalta edellyttää että hän kykenee tuottamaan päteviä käännöksiä tutkittavan tieteenalan käyttämän sanaston ja tieteentutkijayhteisön käyttämän sanaston välillä? Onko tällaisten käännösten tuottaminen ylipäätään mahdollista?

Normaalitieteen rakenteen ymmärtäminen edellyttää katsojan perspektiivin ja osallistujan perspektiivin luovaa yhdistämistä. Katsojan perspektiivi on pätevä lähestymistapa silloin, kun halutaan vertailla esimerkiksi jonkin tieteenalan peräkkäisiä kehitysvaiheita. Katsojan perspektiivistä käsin operoiva havainnoitsija voi hajottaa tieteenalan havaitsemisen perusosaset (observaatioentiteetit ja teoreettiset entiteetit) pienempiin osiin ja purkaa tieteenalan vertikaalisen dimension käsitteellisiin komponentteihin ja materiaalsiin komponentteihin. Kun vertikaalisen dimension purkaminen on suoritettu, konseptuaaliset komponentit ja materiaaliset komponentit voidaan asettaa vertailtaviksi muiden paradigmojen sisältämien vastineidensa kanssa. Tieteen vertikaalisen dimension purkaminen on mahdollista katsojan perspektiivistä operoivalle tarkastelijalle, koska hän on vapaa niiden päämäärien toteuttamisesta, jotka ehdollistavat normaalitieteellisen tiedeyhteisön jäsenen tapaa nähdä oman tieteenalansa rakenne. Normaalitieteen päämäärät ovat kognitiivisia arvoja, joiden realisoinnissa onnistuminen on normaalitieteellisen tiedeyhteisön olemassa olon oikeutuksen edellytys. Kuhn ilmaisee tämän normaalitieteen normatiivisen aspektin selviytymisarvon (*survival value*) käsitteellä. Osallistujan pers-

---

<sup>98</sup> Katso esimerkiksi Mayrl (1974): "The only thing that can be established with any certainty on the basis of descriptions from the participants' point of view is the participants' point of view. Any attempt to use members' interpretations as descriptions of social reality runs the risk of being caught up in the members' illusions." Siteerattu teoksesta Dallmayr & McCarthy (ed.), (1977), sivu 223.

pektiivi tuo selviytymisarvon käsitteen normaalitieteen tarkasteluun ja ehkäisee näin katsojan perspektiiviin sisältyvän yksittäisen universalisointitendenssin vaikutusta.<sup>99</sup> Osallistujan perspektiivin metodologisena lähtökohtana on tutkittavien tieteenharjoittajien rationaalisuuden ymmärtäminen. Tieteenharjoittajien oletetaan operoivan rationaalisesti jotakin toiminnan "logiikkaa" enemmän tai vähemmän onnistuneesti noudattaen.<sup>100</sup>

### *Näkeminen*

Näkeminen on yksi kuhnilaisen paradigmatheorian keskeisistä käsitteistä. Näkemisen käsitettä voidaan tarkastella Norwood Russell Hansonin esittämän tieteellisen havainnoinnin perustaa koskevan käsityksen pohjalta. Hanson jakaa havaitsemisen aktin fyysikaalisen luonnon havainnoitsijassa tuottamaan fotokemiallisen ärsytyksen tilaan (*state*) ja varsinaiseen näkemisen kokemukseen (*experience*). Hansonin mukaan "Ihmiset näkevät, eivät heidän silmänsä. Kameran ja silmät ovat sokeita."<sup>101</sup> Näkemisen kokemuksen sisältöä eivät määrää näkemisen tilan fysiologiset edellytykset tai yksittäiset ärsykkeet, vaan havainnoiksi organisoituneet ärsykeistöt. Organisoituminen on hajanaisen tai käsittämättömän näkymän jäsentymistä mielekkääksi kokonaisuudeksi.

"Näen yhtäkkiä piilokuvan ratkaisun. Siinä, missä aikaisemmin oli oksia, on nyt ihmishahmo. Näkövaikutelmani on muuttunut, ja huomaan nyt, että sillä ei ollut vain väriä ja muotoa, vaan myös aivan määrätty 'organisaatio'. -Näkövaikutelmani on muuttunut. -Millainen se oli aikaisemmin, millainen nyt? -Jos esitän sen tarkalla jäljennöksellä - ja eikö

---

<sup>99</sup> Wienin piirin kehittänyt tieteen ykseyden idea (*unified science*) on esimerkki katsojan perspektiiviin sisältyvästä universalisointipyrkimyksestä.

<sup>100</sup> Vieraiden yhteisöjen kulttuurien ymmärtämistä koskevia puheenvuoroja esitetään teoksessa Hollis & Lukes (ed.), (1983).

<sup>101</sup> Hanson (1958), sivu 6.

tämä ole hyvä esitys? -mitään muutosta ei näy."<sup>102</sup>

Ludwig Wittgensteinin mukaan havainnon organisoituminen ei ole mitään sellaista joka itsessään olisi havaittavissa havainnon kohteita tarkasteltaessa. Havinnon kohteiden asemesta on tarkasteltava havaintasijaita, sillä havainnon organisoituminen tai organisoitumattomuus on potentiaalisesti löydettävissä koehenkilöiden näkövaikutelmistaan tuottamista visuaalisista representaatioista. Paradigman vaihtumisen yhteydessä tapahtuvaa näkemisen tavan muutosta Kuhn kuvaa anka/jänis-hahmokuviosta avulla. Hänen mukaansa paradigman vaihtumisen yhteydessä tapahtuu sellainen näkemisen tavan muutos, jonka seurauksena se, joka ennen nähtiin ankkana, nähdään nyt jäniksenä ja päinvastoin. Paradigman vaihtuminen ilmenee niin sanottuna aspektin muutoksena (*gestalt switch*) näkemisen tasolla.<sup>103</sup> Wittgensteinin ja Hansonin terminä ilmaistuna kyse on havainnon organisaation muutoksesta. Kun koehenkilö tuottaa muistinsa varassa visuaalisen representaation anka-jänis-hahmokuviosta, jonka hän näkee ankkana, on luultavaa että hänen tuottamaansa visuaalista representaatiota ei ole mahdollista nähdä jäniksenä. Koska koehenkilö on tietoinen vain näkövaikutelmansa anka-aspektista, hän ei representaatiota tuottaessaan voi ottaa huomioon jänis-aspektin kuvaamisen vaatimuksia.

Kuhnin teorian mukaan vallitseva paradigma määrää sen, millä tavoin yksittäiset ärsykkeet organisoituvat mielekkäiksi havainnoiksi. Vallitsevan paradigman mukainen näkeminen on verbalisoitumattoman tiedon alaan sisältyvä kyky, jonka avulla tieteenharjoittaja liittyy yhteen ärsykeistön (*stimuli*) ja aistimuksen (*sensation*). Paradigman mukaisen näkemisen tavan edellyttämä verbalisoitumaton tieto<sup>104</sup> "ohjelmoidaan" tieteenhar-

---

<sup>102</sup> Wittgenstein (1981), sivu 306. Organisaation käsitettä käytetään Wittgensteinin kanssa yhteneväisellä tavalla teoksessa Hanson (1958).

<sup>103</sup> Katso Kuhn (1970c), sivu 85 ja Kuhn (1977h), sivut 5-6.

<sup>104</sup> Kuhnin mukaan näkemisen mahdollistavalla "tiedolla" on seuraavat ominaisuudet. 1) Tieto on välitetty koulutuksen kautta 2) tieto on osoittautunut kilpailevia vaihtoehtoja tehokkaammaksi tavaksi adaptoitua vastaavaan objektialueeseen 3) tieto on historiallisesti muuttuvainen koulutuksen ja paradig-

joittajan neuraaliseen järjestelmään metaforan kaltaisen prosessin avulla. Metaforan kaltaisella prosessilla (*metaphor-like process*) Kuhn tarkoittaa teorian käsitteiden merkityksen ostensiivista määrittelyä, jossa teorian käsitteitä ilmaisevat termit rinnastetaan konkreettisten esimerkkien sisältämien ärsykeistöjen kanssa.<sup>105</sup> Metaforan kaltaisen prosessin tuloksena ei synny eksplisiittisiä määritelmiä, vaan verbalisoitumaton kyky, jonka ansiosta tieteenharjoittajan on mahdollista operoida ilman eksplisiittisiä määritelmiä. Kuhnin mukaan ostensiivinen määrittely tuottaa kielen ja maailman välisen yhteyden. Kielen muodostavien termien referenssit kiinnitetään osoittamalla termin alaan kuuluvia entiteettejä. Entiteettien osoittamisen aktin muoto vaihtelee sen mukaan osoitetaanko erisnimen (*proper name*) vai luonnollisen lajin (*natural kind*) alaan kuuluvia entiteettejä. Erisnimen referenssi tulee kiinnitetyksi yhdellä osoittamisaktilla, kun taas luonnollisen lajin tapauksessa edellytetään useita osoittamisakteja, joiden avulla opetetaan käsitteen käyttöä erilaisissa tilanteissa.<sup>106</sup>

Tieteellisten termien käytön opettaminen edellyttää useiden konkreettisten ongelmanratkaisutilanteiden eli eksemplaarien esittämistä opetettavalle. Erityisen selkeästi eksemplaarien esittämisen tarve ilmenee teoreettisiin entiteetteihin viittaavien käsitteiden tapauksessa. Teoreettisten entiteettien ja eksemplaarien yhteys ei perustu ulkoiselle samankaltaisuudelle, vaan indeksisyydelle.<sup>107</sup> Eksemplaarit ovat teoreettisten entiteettien indeksisiä merkkejä siinä mielessä, että teoreettiset entiteetit ovat kausaalisia agenteja

---

man aktuaalistamisessa kohdattujen anomalioiden myötä. Kuhn (1970c), sivu 196.

<sup>105</sup> Kuhn (1979), sivut 414-415. Kuhn käyttää metaforan käsitettä tavallisuudesta poiketen rinnastaessaan termejä ja konkreettisia esimerkkejä.

<sup>106</sup> Kuhn (1979), sivut 412-413.

<sup>107</sup> Indeksien käsite on peräisin Charles Sanders Peirce'n semiotiikasta. Katso Peirce (1931-1935), osa II. Vertaa esimerkiksi sellaisen teoreettisen entiteetin kuin "sähkö" manifestaatioita. Teoreettisen entiteetin manifestaatiot (eksemplaarit) eivät muistuta ulkoisesti toisiaan, koska niiden konstruoinnissa hyödynnettävät tekniset instrumentit eivät muistuta toisiaan. Ian Hacking nimittää teoreettisten entiteettien manifestaatioiden muodostamia luokkia tieteellisiksi lajeiksi (*scientific kinds*). Hacking korvaa luonnollisten lajien käsitteen tieteellisten lajien käsitteellä siitä syystä, että tieteessä ollaan tekemisissä yhtä paljon erilaisten instrumenttien kanssa kuin itse luonnon kanssa. Hacking (1993), sivu 278.

eksemplareissa.<sup>108</sup>

### *Näkeminen ja elämänmuoto*

Tiedeyhteisön jäsenyyttä tavoittelevan noviisin on mahdotonta ilman ohjausta tunnistaa havaintonsa kohteena olevia eksemplareja jonkin teoreettisen entiteetin materialisaatioksi, koska noviisi voi operoida vain ulkoisen samankaltaisuuden käsitteen avulla.<sup>109</sup> Esimerkiksi galvanometrin osoittimen heilahdus ja merkkivalon syttyminen ovat sähköön materialisoivia indeksisiä merkkejä, jotka eivät ulkoisesti muistuta toisiinsa.<sup>110</sup> Tieteenharjoittajien kyky nähdä tieteenalan objektialue vallitsevan paradigman mukaisesti erottaa tiedeyhteisön jäsenet maallikoista. Selitystä näkemisen tapojen eroille voidaan etsiä tieteenharjoittajien ja maallikoiden elämänmuotojen erilaisuudesta. Myös samalla tieteenalalla operoivien peräkkäisiä paradigmoja kannattavien tieteenharjoittajien näkemisen tavat poikkeavat toisistaan. Kun he katsovat samaa tieteenalansa objektialueelle lokalisoituvaa näkymää he näkevät eri asioita. Kuhnin mukaan he altistuvat sa-

---

<sup>108</sup> Vertaa Kuhnin sähkövirta esimerkki edellä. Katso Kuhn (1979). Sähkövirralla on teoreettisena entiteettinä materialisaatioinaan lukuisia eksemplareja, joiden välinen similariteetti ei perustu ulkoiseen samankaltaisuuteen (ikonisuus), vaan kausaalisuuteen (indeksisyys). Ikonisuuden käsite on peräisin Charles Sanders Peircen semiotiikasta. Katso Peirce (1931-35), osa II. Ian Hacking ei käytä termiä "indeksinen" pohtiessaan erilaisten mikroskooppien avulla nähtävien rakenteiden reaalisuutta. Hän kuitenkin viittaa kausaalisuuteen ratkaisevana tekijänä rakenteiden kokemisessa reaaliseksi. Hackingin mukaan olemme vakuuttuneita mikroskoopissa näkemiemme rakenteiden reaalisuudesta ennen kaikkea siksi että olemme kykeneviä tuottamaan ja kontrolloimaan mikroskooppisia ilmiöitä. Katso Hacking (1985).

<sup>109</sup> Vertaa Hackingin käsitteeseen tieteelliset lajit (*scientific kinds*). Hacking (1993), sivu 278.

<sup>110</sup> Hilary Putnam käyttää galvanometri-esimerkkiä referenssin kausaaliteorian esittelemisessä. Katso Putnam (1975b) ja (1975c). Putnamin mukaan termin "sähkövirta" referenssi voidaan kiinnittää osoittamalla galvanometrin neulan heilahdusta. Kuhn huomauttaa, että yksi ostensiivinen nimeämisakti riittää referenssin kiinnittämiseen erisnimien tapauksessa, mutta luonnollisiin lajeihin viittaavan termin suhteen ei voida menetellä samoin. Luonnollisiin lajeihin viittaavan termin käytön oppiminen edellyttää useiden nimeämisaktien seuraamista. Toisaalta tällaisen termin sovellutusala pysyy joka tapauksessa avoimena (*open-ended*). Kuhn (1979) sivu 411. Paradigmojen entiteetikategoriat ovat avoimia siinä mielessä, että niiden sisältämien joukkojen koostumus ei ole tarkasti määriteltävissä, vaan vaihtelee koko ajan. Entiteettejä ryhmitellään kategorioihin eksemplarien mallin mukaisesti. Eksemplaarit eivät voi kuitenkaan tyhjentävästi määritellä mitkä entiteetit ryhmitellään mihinkin kategoriaan, vaan tieteenharjoittajat suorittavat ryhmittelyä tapauskohtaisesti tiedeyhteisön valvonnassa. Barry Barnes nimittää tällaista menettelyä, jossa entiteettejä ryhmitellään avoimiin kategorioihin finitismiksi. Barnes (1982) sivu 84.

moille ärsykkeille, mutta saavat eri aistimukset.<sup>111</sup>

Fysikaaliseen maailmaan lokalisoituva paradigman objektialue ei jakaudu yksittäisiin ärsykkeisiin, vaan mielekkäisiin kokonaisuuksiin, joita Kuhn nimittää aistimustemme objekteiksi.<sup>112</sup> Aistimustemme objektit voivat toimia paradigmaattisen ontologian sisältämien kategorioiden eksemplareina, joiden tarjoaman mallin avulla tieteenharjoittaja sijoittaa objektialueella kohtaamansa entiteetin johonkin kategoriaan. Normaalitieteen kannalta aistimustemme objektit ovat perusosasia huolimatta siitä, että ne ovat rakenneosia ja yksittäisten ärsykkeiden organisoituja kokonaisuuksia.<sup>113</sup> "Perusosaisuus" on ominaisuus, joka määräytyy elämänmuodon tavoitteiden ja käytössä olevien teknologioiden mukaan.<sup>114</sup> Perusosaset ovat observaatio- tai teoreettisia entiteettejä, joilla on jokin funktio normaalitieteessä ja jotka ovat käsiteltävissä käytössä olevien teknologioiden avulla.

"The distinction between a theoretical and a basic vocabulary will not do in its present form because many theoretical terms can be shown to attach to nature in same way, whatever it may be, as basic terms."<sup>115</sup>

---

<sup>111</sup> Katso Kuhn (1977b), sivu 473.

<sup>112</sup> Kuhn (1970c), sivu 193.

<sup>113</sup> Tieteenharjoittajan kannalta perusosaset ovat primäärejä havainnon kohteita. Tämä merkitsee sitä, että normaalitieteen vaiheessa perusosasia ei koosteta induktiivisesti perusosasen yksityiskohtia koskevista havainnoista. Katso Hanson (1958), sivu 87. Kysymys siitä tunnistetaanko objektit ensisijaisesti piirteidensä ja attribuuttiensa aggregaatteina vai kokonaisuuksina, joista ominaisuudet ovat myöhemmin erotettavissa on klassinen filosofinen ongelma. Smith (1989), sivu 148. Kuten todettiin Hanson edustaa kokonaisuuden primaarisiksi oletettavaa kantaa, kun taas esimerkiksi Linda B. Smith edustaa kantaa, jonka mukaan ominaisuudet ovat primaarisia kokonaisuuteen nähden.

<sup>114</sup> Perusosaset eivät ole perustavan tason entiteettejä ontologisessa mielessä, kuten esimerkiksi Demokritoksen atomit. Ontologiset perustason entiteetit ovat jakamattomia periaatteellisessa mielessä, kun taas normaalitieteellisten perusosaset ovat jakamattomia tiedeyhteisön elämänmuodon määrittävien kulttuuristen syiden mukaisesti. Yleinen havaitsemisen perustasoa määrittävä kulttuurinen tekijä on pyrkimys koherenssiin tieteenalan maailmankuvassa.

<sup>115</sup> Kuhn (1977b) sivu 467, alaviite 11. Teoreettisen sanaston ja perussanaston välisen erottelun nyky muodolla Kuhn tarkoittaa RV:n tapaa tehdä tämä erottelu.

Kuhnin toteamus voidaan tulkita siten, että hänen mukaansa normaalitieteessä teoreettisten termien yhteys fysikaaliseen maailmaan on samantyyppinen kuin observaatiotermien. Yhteyden samantyyppisyys on ilmiö, joka esiintyy tarkasteltaessa tiedettä tieteenharjoittajan perspektiivistä. Tieteenharjoittajan tavoitteiden saavuttamisen kannalta kysymys termien luontoon kiinnittymisen tavasta ei ole merkittävä siinä mielessä, että se asettuisi hänen vastattavakseen. Huolimatta siitä, että tieteellisten termien maailmaan kiinnittymisen tavan tutkiminen ei ole tieteenharjoittajan perspektiivistä mielenkiintoista, voidaan kuvitella jokin toinen ryhmä, jonka perspektiivistä sama kysymys on relevantti. Se, mitkä seikat koetaan merkittäviksi ja kuinka havaittava maailma jakautuu perusosaan määrätty yhteisön elämäänmuotoon sisältyvien tavoitteiden mukaan. Elämänmuoto ei determinoi yksittäisen yhteisön jäsenen näkemisen tapaa, vaan ohjaa yhteisön jäseniä sanktioiden avulla näkemään ja toimimaan tietyllä tavalla.<sup>116</sup> "Oikea" näkemisen tapa palkitaan menestymisellä yhteisön vuorovaikutuksessa ja "väärästä" näkemisestä voidaan rangaista esimerkiksi yhteisöstä erottamisella.<sup>117</sup>

Sitä tapaa, jolla elämänmuoto ohjaa havaintoa voidaan tarkastella arkielämän piiristä olevalla esimerkillä. Radio on havittavan fysikaalisen maailman perusosan tavallisen radionkuuntelijan kannalta elämänmuodossamme. Tunnistamme radion kokonaisuutena, emme joidenkin yksittäisten tuntomerkkien tai osien yhdistelmänä. Radio on tosin hajotettavissa osiksi, mutta tämä hajottaminen ei ole elämänmuodossamme pragmaattisesti perusteltua. Radio ei yksinkertaistu osiksi hajottamisen seurauksena. Voimme tietenkin kuvitella elämänmuotoomme sisältyvän kielipelin jonka perspektiivistä nähtynä elektronisten komponenttien yhdistelmä olisi primäärinen fysikaalisen maailman hahmottamisen tapa radioon verrattuna. Toisinaan havainnoitsijalla saattaa olla tarkka käsitys jonkin kokonaisuuden osasta, kun taas itse kokonaisuus jää tarkastelijalle hämäräksi. Fleckin mukaan johonkin relevantiksi koettuun yksityiskohtaan kiinnittyvässä

---

<sup>116</sup> Katso Douglas (1982), sivu 2 ja Douglas (1978), sivu 6.

<sup>117</sup> Epäonnistumisen katsotaan normaalitieteen vaiheessa olevan yksittäisen tieteenharjoittajan, ei teorian syytä. Kuhn (1970b), sivu 7.

havaitsemisessa on kyse koulutuksen avulla tuotetusta valmiudesta nähdä tietyllä tavalla.<sup>118</sup>

Tieteenalan objektialue jakautuu paradigman entiteetikategorioita vastaaviin luonnollisiin perheisiin (*natural families*). Asianmukaisen perseptuaalisen valmennuksen saaneelle henkilölle objektialueen entiteetit ovat välittömästi tunnistettavissa (*immediately recognizable*), mikäli entiteetikategorioiden väliin jää riittävästi tyhjää havaintotilaa (*perceptual space*). Havaintotilan laajuus määräytyy sen mukaan, missä määrin kategorioiden jäsenet muistutavat lähimpien kategorioiden jäseniä. Mitä vähemmän kategorian jäsenet muistuttavat lähimmän kategorian jäseniä, sitä enemmän tyhjää havaintotilaa on. Jos jokin luonnollinen perhe (esimerkiksi aasit) muodostaa joidenkin muiden luonnollisten perheiden (esimerkiksi hevoset) kanssa katkeamattoman jatkumon, jossa luonnollisten perheiden väliin ei jää lainkaan tyhjää havaintotilaa, tulee kategorisointia vastaavan yhteisön ottaa käyttöön jokin verbaalinen kriteeri luonnollisten perheiden jäsenten erottamiseksi toisten luonnollisten perheiden jäsenistä.<sup>119</sup> Normaalitieteen vaiheessa perusosasten jakaminen pienempiin osiin on pragmaattisesti perusteltua vain silloin, kun välittömän havainnon kannalta samanlaisilla perusosasilla on jokin sellainen ominaisuus, jonka huomioimatta jättäminen tuottaa anomalian. Anomalian syntyminen voidaan estää ottamalla käyttöön eksplisiittinen määritelmä joka ilmaisee perusosasten välisen erottavan tekijän. Eksplisiittisen määritelmän käyttöön oton perusteena on anomalian syntymisen uhka, sillä vallitsevia luokitteluja perusteettomasti kyseenalaistava ajattelu ei kuulu kypsällä tieteenalalla normaalitieteen vaiheeseen. Kuhnin mukaan tieteenalan

---

<sup>118</sup> Fleck kertoo esimerkkinä tällaisesta tapauksesta eräästä bakteriologista, joka tunnisti erittäin erottelukykyisesti tutkijoiden istuttamien tautien aiheuttamat patologiset muutokset koe-eläimissä, mutta ei pystynyt erottamaan koe-eläiminä käytettävien hiirien sukupuolta. Fleck (1986b), sivu 60.

<sup>119</sup> Kuhn (1970c), sivu 197. Kuhnin konseptioon sisältyvä erottava, verbalisoitu kriteeri muistuttaa Aristoteleen erottavan tuntomerkin käsitettä (*differentia specifica*). Aristotelisessä tiedekäsityksessä on keskeisellä sijalla pyrkimys olioiden sijoittamiseen koko luonnon kattavaan luokitteluun. Olioiden paikat luokittelussa määräytyvät olioiden olennaiset ominaisuudet ilmaisevien määritelmien avulla. Tästä yhtäläisyydestä huolimatta Kuhnin entiteettien luokittelua koskeva käsitys poikkeaa radikaalisti Aristoteleen käsityksestä. Kuhnin relativistisessä käsityksessä verbalisodut määritelmät ovat poikkeustilanteissa käytettäviä apukeinoja. Aristotelen essentialistinen käsitys puolestaan rakentuu verbalisoiduille määritelmille.



perusteita koskeva spekulatio katkaisee instrumentaalisen edistyksen normaalitieteessä.<sup>120</sup>

Verbaalisilla määritelmillä voi olla vain sekundaarinen rooli normaalitieteellisessä entiteettien tunnistamisen käytännössä. Verbaalisten määritelmien käyttö edellyttää aina myös ostensiivista määrittelyä, sillä verbaalisissa määritelmässä käytettävät ilmaisut on liitettävä ostension avulla yhteen objektialueen entiteettien tai entiteettien toiminnan kanssa. Entiteettien tunnistaminen verbaalisten määritelmien avulla on epäsuoraa havainnointia eli tulkintaa. Tulkinta on sekundaarinen aktiviteetti, johon paradigman kehittyessä yhä suuremmassa määrin joudutaan turvautumaan. Kuhnin mukaan "tulkinta alkaa siellä missä havaitseminen päättyy. Nämä kaksi prosessia eivät ole sama asia, ja se mitä havainto jättää tulkinnan huoleksi on drastisesti riippuvainen aikaisemman valmennuksen ja kokemuksen määrästä ja luonteesta."<sup>121</sup>

### *Tieteen eksperimentaalinen perusta*

Tieteenalan sisäisen kehityshistorian vallankumousta edeltävä vaihe tuottaa sen eksperimentaalisen perustan, johon vallankumouksen jälkeisen kehitysvaiheen on sovittauttava.<sup>122</sup> Tieteenalan eksperimentaalinen perusta on se ärsykeistö, joka jokaisen uuden katkoksen jälkeisen tiedeyhteisön jäsenen on opittava näkemään edeltäjistään poik-

---

<sup>120</sup> Kun paradigma hyväksytään itsestään selvänä tieteenharjoittaja voi keskittyä tutkimaansa yksityiskohtaan ja jättää tieteenalansa perusteiden pohtimisen oppikirjojen kirjoittajien huoleksi. Kuhn (1970c), sivut 19-20.

<sup>121</sup> Kuhn (1970c), sivu 198.

<sup>122</sup> Mielekäs tieteellinen ongelma on vallitsevan paradigman rajaama. Paradigman tarjoaman mallin mukaisesti suoritettujen mittausten tuottamien lukemien ja teorian ennustusten tuottamien lukemien välillä tulee vallita kohtuullinen yhtäpitävyys (*reasonable agreement*). Onnistunutta mittausta luonnehtiva kohtuullinen yhtäpitävyys ilmaistaan eksplisiittisesti kyseisen tieteenalan oppikirjoissa. Kuhn (1977d), sivu 184.

keavalla tavalla.<sup>123</sup> Eksperimentaalinen perusta muodostuu tieteenalan tieteellistä vallankumousta edeltävän vaiheen numeraalisista ja materiaalisista tuotoksista. Numeeraaliset tuotokset ovat mittaustuloksia ja niiden välisiä suhteita. Materiaaliset tuotokset ovat tiettyjen ilmiöiden esiintymisiä tai esimerkiksi visuaalisessa muodossa olevaa dataa (käyrät, valokuvat). Paradigman sovittautuminen eksperimentaaliseen perustaan merkitsee sitä, että paradigma pystyy selittämään näiden tuotosten välisiä suhteita koskevia säännönmukaisuuksia.

Tieteenalan kannalta relevanttien instrumenttien joukon kokoonpano ei muutu paradigman vaihdoksien tuottamien tieteenhistoriallisten katkosten mukaisesti.<sup>124</sup> Paradigman vaihdos saattaa tuoda mukanaan uusia instrumentteja ja instrumentaatioita, mutta monet jo syrjäytetyn paradigman aikana käytössä olleet instrumentit ja instrumentaatiot säilyttävät paikkansa.<sup>125</sup> Syrjäytetyn paradigman eksperimentaaliseen perustaan kuuluneet instrumentit ja niiden avulla konstruoidut koejärjestelyt säilyvät paradigman vaihdokses-

---

<sup>123</sup> Historiallinen esimerkki uuden paradigman sopeutumisesta eksperimentaaliseen perustaan on lääkintätaidon alalta. Lääkintätaito oli 1600-luvulla siirtymässä fysikaaliselta perustalta kemialliselle perustalle. Pyrkimyksenä oli kehittää lääkintätaidosta tiede, joka voi hyödyntää kokeellista menetelmää. Lääketieteen perustana olevassa iatrokemiassa hyödynnettiin alkemisti Paracelsuksen tekstien ohella Aristoteleen tekstejä. Iatrokemia oli eklektinen oppi, jonka observationaalisen perustan muodosti Paracelsuksen "kemiallinen filosofia". Iatrokemistit hyödynsivät Paracelsuksen tutkimustuloksia ja pyrkivät erottamaan ne mystiikkaan viittaavasta alkuperästään. Debus (1973) sivut 96-97.

<sup>124</sup> Kuhn huomauttaa järkevä yhtäpitävyyden suuruusluokan muuttuvan siirryttäessä ptolemaiolaisesta maailmankuvasta kopernikaaniseen maailmankuvaan. Se teorian antamien lukujen ja mittaustulosten suhde, joka Ptolemaiokselle on todiste oman järjestelmänsä oikeellisuudesta, on Kopernikukselle todiste ptolemaiolaisen järjestelmän erheellisyydestä. Kuhn (1977d), sivut 184-185. Edellä mainittu kopernikaaniseen kumoukseen kytkeytyvä seikka on esimerkki tapauksesta, jossa tieteelliseen vallankumoukseen liittyy numeraalisia muutoksia tieteen eksperimentaalisisessa perustassa. On kuitenkin syytä panna merkille, ettei tästä seikasta seuraa koko ptolemaiolaisen tähtitieteen eksperimentaalisen perustan kumoutuminen. Tietyissä yhteyksissä ptolemaiolaisen tähtitieteen edustajien havainnointiteknologiat ja laskentatavat säilyttivät pätevyytensä. Ptolemaiolainen tähtitiede on esimerkki sellaisesta käsitteellisestä komponentista, jota teoksessa Verronen (1986) kuvataan käsitteellä "jäädetytetty teoria" (*frozen theory*). Jäädetytetty teoria on syrjäytetty paradigma, jota ei aktuaalisteta, mutta joka voi toimia laskentainstrumenttina eli "kalkulaattorina" vallitsevan paradigman kannalta relevanttien lukuarvojen määrittämisessä. Katso Verronen (1986), sivut 147-148. "Kalkulaattorin" status uuden paradigman piirissä on samankaltainen kuin muiden instrumenttien. Mittarit ja mikroskoopit ovat materiaalisia instrumentteja, "kalkulaattori on konseptuaalinen instrumentti. Ptolemaiolaista teoriaa voidaan yhä käyttää laskentainstrumenttina eli "kalkulaattorina" teknisissä sovellutuksissa.

<sup>125</sup> Ravetz (1972), sivut 194-195.

sa materiaalisessa mielessä muuttumattomina. Paradigman vaihdoksen myötä koejärjestelyihin liittyvä havainnon organisaatio muuttuu yhteensopivaksi uuden paradigman symbolisten yleistysten kanssa.<sup>126</sup> Ian Hackingin mukaan tiedeyhteisön konstruoimat ilmiöt eivät katoa, eivätkä laitteet lakkaa toimimasta paradigman vaihtuessa. Hänen mukaansa kokeelliset teknologiat ja ilmiöt kasautuvat.<sup>127</sup> Kuhnin mukaan tiede edistyy aikojen kuluessa instrumenttina siten, että tieteen ala ja tarkkuus kasvavat.<sup>128</sup> Paradigmaattisten ontologioiden tasolla tieteessä ei tapahdu edistymistä. Esittämänsä väitteen tueksi Kuhn viittaa Aristotelisen fysiikan ja relativistisen fysiikan ontologioiden sisältämiin samankaltaisuuksiin.<sup>129</sup>

Kuhnin mukaan 1600-luvulle sijoittuvan tieteellisen vallankumouksen jälkeen efektiivistä mittaamista pystyttiin harjoittamaan niissä tieteissä, joissa mittausoperaatiot voitiin "suorittaa hyvin tunnetuilla instrumenteilla soveltaen lähes traditionaalisia käsitteitä". Kuhn kutsuu tällaisia tieteitä traditionaalisiksi tieteiksi erotuksena baconilaisista tieteistä. Baconilaisten tieteiden status tieteinä oli peräisin luonnonfilosofien eksperimentaatioon kohdistuneesta innostuksesta. Traditionaalisilla tieteillä oli usein antiikkiin saakka ulottuva historia. Traditionaalisten tieteiden tieteelliseen vallankumoukseen ajoittuvan menestyksen salaisuutena oli onnistunut kvantifikaatio, joka perustui tradition tarjoamiin konseptuaalisiin ja instrumentaalisiin resursseihin.<sup>130</sup>

Traditionaaliset tieteet olivat päässeet tieteenalan sisäisessä historiassaan kypsän tieteen

---

<sup>126</sup> Vertaa alaluku "näkeminen".

<sup>127</sup> Hacking (1991), sivut 118-119.

<sup>128</sup> Kuhnin ohella Jürgen Habermas ja Mary Hesse edustavat kantaa, jonka mukaan luonnontiede edistyy instrumentaalisesti. Katso Hesse (1980) ja Habermas (1972), sivu 191.

<sup>129</sup> Kuhn (1979), sivu 418 ja Kuhn (1970b), sivu 265.

<sup>130</sup> Kuhn (1977d), sivut 213-215. Vertaa Hacking (1983), sivut 149-152. Hackingin mukaan tieteenhistoria on kirjoitettu teorian näkökulmasta unohtaen samalla kokeen merkityksen tieteen kehittymiselle. Hänen mukaansa myös uusi, tieteellisen vallankumouksen jälkeisen kokeellisen tieteen itseymmärrys oli teoriakeskeinen. Teoreetikko Robert Boyleen (1627-1691) hallitseva asema tieteenhistoriassa suhteessa kokeensuorittaja Robert Hookeen (1635-1703) nähden on Hackingin mukaan ilmaisua kokeellisen tieteen itseymmärryksen teoriakeskeisestä painotuksesta.

vaiheeseen, jossa tieteen peräkkäisille kehitysvaiheille on leimallista instrumentaalinen edistys. Kuhnilaisella terminologialla ilmaistuna nämä toisiaan seuraavat instrumentaalisen edistyksen jaksot ovat normaalitieteellisiä vaiheita. Käsitteelliset komponentit ovat ilmaistavissa symbolisina yleistyksinä, jotka konkretisoituvat partikulaarisina, fysikaaliseen luontoon kohdistuvina interventioina eli eksemplaareina. Toimivan eksperimentaalisen komponentin konstruointi edellyttää tieteellisten operaatioiden skaalan rajoittamista tieteenalan objektialueella esiintyviä ilmiöitä koskevien selitysten avulla. Selitys ilmaisee ilmiön esiintymisen syyn ja mahdollistaa täten ilmiön esiintymistä koskevien ennustusten laatimissa huomioon otettavien tekijöiden määrän rajoittamisen. Ilmiöiden selityksille ei ole annettavissa muuta kriteeriä kuin relevantin yhteisön hyväksyntä. Tieteellisen tradition synnyttyä relevantin yhteisön muodostaa kyseisen tieteenalan tiedeyhteisö.<sup>131</sup>

Fysikaaliseen maailmaan kohdistuvat interventiot voivat olla esimerkiksi sellaisia mittauksia, joiden avulla on tarkoitus löytää säännönmukaisuuksia ilmiöiden esiintymisessä. Kuhn nimittää säännönmukaisuuksien löytämiseen tähtäävää mittaamista eksploraatioksi.<sup>132</sup> Säännönmukaisuudet voivat ilmetä useamman ilmiön toistuvana yhtäaikaista tai peräkkäisenä esiintymisenä. Ilmiöiden toistuva samanaikainen tai peräkkäinen esiintyminen ilmaistaan niin sanotun liittymislain avulla. Liittymislaki ennustaa ilmiöiden esiintymisen toistuvan yhtäaikaisuuden tai peräkkäisyyden, mutta ei selitä sitä.<sup>133</sup> Ilmiöiden esiintymistä ennustavien lakien liittäminen laajaksi mielekkääksi koko-

---

<sup>131</sup> Vertaa Kuhn (1970c), sivu 10.

<sup>132</sup> Katso Kuhn (1977d), sivu 183. Mittaus jonka funktiona on eksploraatio suuntautuu ilmiöiden esiintymiseen liittyvien säännönmukaisuuksien löytämiseen. Ei kuitenkaan tule olettaa, että säännönmukaisuuksien löytämiseen tähtäävät mittaukset olisivat neutraaleja. Mittaukset itsessään eivät myöskään tuota itseään selittäviä teorioita. "Konetta ei voida käyttää takaperin", kuten Kuhn toteaa viitaten yllämainitussa artikkelissa käyttämäänsä esimerkkiin.

<sup>133</sup> Esimerkki liittymislaista on auringonpilkkujen ja radiolähetyksen häiriöiden samanaikainen esiintyminen. Michael Scriven käyttää edellämainittua esimerkkiä kritisoidessaan Carl Hempelin käsitystä tieteellisistä selityksistä. Scriven (1960), sivu 468. Hempelin mukaan selitykset ja ennustukset ovat komplementaarisia siinä mielessä, että selityksen, ollakseen täydellinen, on voitava toimia myös ennustuksena. Hempel (1960), sivu 348. Scriven argumentoi Hempelin käsitystä vastaan toteamalla, että voimme auringonpilkkujen esiintymisen perusteella ennustaa häiriöitä radiolähetyksissä huolimatta siitä, että tätä nimenomaista korrelaatiota lukuunottamatta auringonpilkkut ovat meille mysteeri. Liittymislaki-problematiikka muistuttaa David Humen induktiiviseen päättelyyn liittyviä tarkasteluja. Humen mukaan kahden säännöllisesti yhtäaikaista tai peräkkäin esiintyvän ilmiön välille ei tule olettaa kausaalisuhdetta. Hänen mu-

naisuudeksi edellyttää kuitenkin jonkinlaisen selittävän komponentin kehittelyä. Selittävä komponentti voi olla peräisin vallitsevasta metafysiikasta tai joltakin toiselta tieteenalalta ja sen valikoitumiseen vaikuttavat tieteenharjoittajien henkilöhistoriaan ja yleiseen historialliseen tilanteeseen liittyvät seikat.<sup>134</sup> Ludwik Fleck nimittää muilta tiedon aloilta peräisin olevia selittäviä komponentteja protoideoiksi.<sup>135</sup>

Hacking on Kuhnin kanssa yhtä mieltä tieteen instrumentaalisesta edistymisestä. Tieteen valmius ennustaa ja kontrolloida objektialueensa ilmiöpiiriä paranee heidän mukaansa kaiken aikaa. Sen sijaan Kuhn ei näytä ajattelevan eksperimentaalisessa traditiossa tapahtuvasta kasautumisesta samalla tavalla kuin Hacking, jonka mukaan inhimillinen subjekti ei ainoastaan kategorisoi ja järjestä, vaan myös aikaansaa suuren osan fyysikaalisen tieteen objekteista.<sup>136</sup> Kuhnin mukaan luonnontieteen maailma koostuu muuttumattomasta fyysikaalisesta maailmasta ja paradigman sisältämästä käsitteellisestä komponentista, jotka yhdessä muodostavat fenomenaalisen maailman. Kuhnin tieteen maailma-konseption ongelma on siinä, että hän ei pysty sen avulla tematisoimaan tieteenalan eksperimentaalisessa perustassa tapahtuvan kehityksen vaikutusta ja roolia tieteenalan kehityksessä. Tieteenharjoittajat eivät yksinomaan sovita käyttämiään käsitteitä yhteen objektialueen ilmiöiden kanssa, vaan he myös aktiivisesti muokkaavat objektialueen ilmiöitä. Robert Ackermann vertaa tiedeyhteisön tilannetta ympäristöönsä sopeutuvan lajin tilanteeseen. Sisäisen muuttumisensa ohella laji voi muuttaa myös elinympäristöään esimerkiksi ajamalla pois samalla alueella olevan toisen lajin.<sup>137</sup> Tieteenharjoittajien "elinympäristön" muodostavat tieteenalalla käytettävät instrumentit sekä näiden instru-

---

kaansa samassa yhteydessä esiintyvien ilmiöiden välillä on vain peräkkäisyys. Katso Hume (1958).

<sup>134</sup> Kuhn (1970c), sivut 16-17.

<sup>135</sup> Fleck (1979), sivu 23.

<sup>136</sup> Hacking (1991), sivut 117-118. Hackingin fyysikaalisen tieteen objektien syntyä koskeva kanta ei johda äärimmäiseen konstruktivismiin, sillä inhimillisen subjektin vapaus fyysikaalisen tieteen objektien tuottamisessa ei ole rajaton. Hackingin mukaan uudentyyppisiä ilmiöitä tuotetaan "vain luonnon luvalla" (*only with a licence from the world*). Hacking (1991), sivu 115.

<sup>137</sup> Ackermann (1985), sivu 125.

menttien avulla tuotetut ja löydetyt ärsykeistöt. Sen sijaan muuttumaton fysikaalinen maailma, josta Kuhn puhuu, on kontingentti käsitteellinen konstruktio.<sup>138</sup>

### *Interaktiivisen stabilisaation malli*

Tieteellisen toiminnan tavoitteena ei ole vain kuvata ja havainnoida maailmaa, vaan muuttaa sitä, kuten Ian Hacking on Marxia siteeraten todennut.<sup>139</sup> "Maailman muuttamisella" tarkoitetaan tässä yhteydessä tieteenalan objektialueella suoritettaviin operaatioihin liittyvien instrumenttien ja eksperimentaalisten teknologioiden kehittämistä. Tieteenharjoittajien aktiivisen toiminnan ansiosta tieteenalan eksperimentaalinen perusta kehittyy ja se fysikaalisen maailman ala, joka muodostaa tieteenalan objektialueen muuttuu koko ajan. Tieteen kehityksen dynamiikan ymmärtäminen edellyttää kuhnilaisen paradigmatieteen täydentämistä lähestymistavalla joka tematisoi tieteenalan eksperimentaalisisessa perustassa tapahtuvan aktiviteetin.

Andrew Pickering on kehittänyt mallin, jota hän nimittää interaktiivisen stabilisaation malliksi. Teorian ja fysikaalisen maailman suhde muodostaa tieteen vertikaalisen dimension, jonka Pickering jakaa kolmeen tasoon. Perustavan tason muodostaa materiaallinen proseduurit (*material procedure*), joka konstituoituu fysikaalisessa maailmassa suoritettavista eksperimentaalisisista operaatioista ja instrumenteista. Toisen tason muodostaa instrumentaalinen malli (*instrumental model*), joka ilmaisee tieteenharjoittajan käsitteellisen ymmärryksen instrumenttinsa toiminnasta. Kolmannen tason muodostaa fenomenaalinen malli (*phenomenal model*), joka antaa eksperimentaalisisille löydöksille merkityksen ja signifikanssin. Interaktiivinen stabilisaatio on koherenssin ylläpitämistä modifioimalla jotakin tai joitakin tieteenalan vertikaalisen dimension muodostavista tasoista. Jokainen taso on potentiaalisesti tieteellisen käytännön plastinen resurssi

---

<sup>138</sup> Kuhn on itsekin todennut, että tieteenharjoittajilla ei ole pääsyä instrumenttinsa taakse. Katso Kuhn (1970c), sivu 114.

<sup>139</sup> Hacking (1994), sivu 274. Marx (1978), sivu 66. Katso myös Ravetz (1972), sivu 195.

(*plastic resource for practice*), jota modifioidaan stabiiteetin saavuttamiseksi, tai kiinteä piste (*fixed point*), jonka korrektiuteen nojautuen modifioinnit suoritetaan.<sup>140</sup>

Pickeringin interaktiivisen stabilisaation mallissa materiaalisella käytännöllä on keskeinen rooli tiedon tuottamisessa. Tieteenharjoittaminen on vuorovaikutusta fyysikaalisen maailman kanssa. Eksperimentaalisen käytännön plastisia resursseja modifioidaan materiaalisen maailman tuottavien epätasapainottavien vastusten sopeuttamiseksi. Tiedon ja materiaalisen maailman välinen suhde ei perustu korrespondenssille, vaan paikalliselle, potentiaalisesti epätasapainoiselle koherenssille. Pickering huomauttaa, että paikallisessa koherenssissa on kyse yksinomaan vertikaalisen dimension koherenssista. Horisontaalisen tason koherenssia, joka yhdistää tieteenalan teoreettiseksi verkostoksi hän sen sijaan ei, Kuhnista ja Feyerabendista poiketen, oletta.<sup>141</sup>

Pickeringin interaktiivisen stabilisaation mallin vahvuutena on sen kyky kuvata fyysikaalisesta maailmasta nousevien vastusten sopeuttamista sekä konseptuaalisella että materiaalisen toiminnan tasolla. Ian Hacking nimittää fyysikaalisesta maailmasta nousevien vastusten sopeuttamista Duhem-tyyppisiin ongelmiin vastaamiseksi. Duhem-tyyppiset ongelmat ovat tapauksia, joissa tieteen eri tasot eivät sovit yhteen ruutiinimaisia käytäntöjä soveltaen, vaan tasojen yhteen sovittamiseksi on Duhem-Quine-teesin mukaisesti suoritettava koetilanteen taustaoletuksiin kohdistuvia modifiointeja. Modifiointeja ei kuitenkaan rajoiteta yksinomaan taustaoletusten kaltaisten verbaalisten entiteettien piiriin vaan kysymykseen tulevat muihinkin tieteenalan resursseihin kohdistuvat muutosoperaatiot. Tieteellinen kulttuuri on niiden resurssien kokoelma, joita tieteellisessä käytännössä kombinoidaan ja modifioidaan, jotta Duhem-tyyppisiin ongelmiin voitaisiin vastata.<sup>142</sup> Ian Hacking jakaa tieteen<sup>143</sup> elementit kolmeen ryhmään: 1) ideat

---

<sup>140</sup> Pickering (1989), sivut 276-277.

<sup>141</sup> Pickering (1989), sivut 279-281.

<sup>142</sup> Katso Hacking (1992) ja Pickering (1992), sivut 2-3. Tieteellinen kulttuuri on synkroninen käsite siinä mielessä, että sillä viitataan tiedeyhteisön käytössä olevien resurssien jäsenyneeseen kokoelmaan. Jäsenyneisyydellä tarkoitetaan tässä sitä, että resurssien statukset vaihtelevat niiden käyttötavan ja niihin liitetyn arvon mukaan. Esimerkiksi mittari ja tulkintateoria ovat resursseja, jotka poikkeavat toisistaan

(*ideas*), 2) esineet (*things*) ja 3) jäljet (*marks*). Ideat muodostavat kokeen intellektuaalisen komponentin, johon sisältyy erilaisia teoreettisia osa ja näiden osien manipulointi. Esineiden joukko koostuu eksperimentaatiossa tarvittavista välineistä, kuten tieteellisistä instrumenteista ja niillä suoritettavista operaatioista. Jäljet ovat eksperimentaalisen toiminnan tuloksia, kuten esimerkiksi dataa ja datan tulkintoja.<sup>144</sup>

Hackingin esittämän laboratoriotieteen elementtien luettelon primäärisenä funktiona on ilmaista se seikka, että normaalitieteessä kohdattavien Duhem-tyyppisten ongelmien (eli anomalioiden) ratkaiseminen ei rajoitu yksinomaan tieteen konseptuaalisen komponentin tasolla suoritettaviin operaatioihin. Tieteenharjoittajat ovat aktiivisessa roolissa myös fyysikaalisessa maailmassa suorittaessaan materiaalista proseduuria modifioivia operaatioita. Huolimatta siitä että anomalioiden käsittelyä voidaan suorittaa Pickeringin interaktiivisen stabilisaation mallin mukaisesti kolmella tasolla, sitä ei voi palauttaa yksinomaan sopeuttamiseen.<sup>145</sup> Anomalia voidaan yksinkertaisesti jättää huomiotta, mikäli sen sopeuttaminen edellyttäisi jonkin korkeassa kulttuurisessa statuksessa olevan resurssin modifiointia. Resurssin kulttuurinen status määräytyy tiedeyhteisön establishmentin sitä kohtaan osoittaman arvostuksen kautta. Tosin establishmentkaan ei ole tilaisuudessa mielivaltaisesti määrittämään kulttuurisia statuksia vaan he myös joutuvat arvostamaan tiettyjä resursseja säilyttääkseen asemansa, sillä väärin suunnattu arvostelu tai arvostaminen voivat suistaa harjoittajansa tiedeyhteisön marginaaleihin. Tieteellisessä käytännössä resurssin korkea kulttuurinen status realisoituu suhteellisen suurena kiinteytenä. Eksperimentaalinen toiminta itsessään ei aseta periaatteellisessa mielessä

---

käyttötapansa puolesta. Arvonsa puolesta poikkeavat esimerkiksi valottumaton filminpala ja geiger -mittari. Filminpalan ja geiger-mittarin tapauksessa samaa funktiota toteuttavien instrumenttien välinen arvostukseen perustuva statuero on luonteeltaan triviaali. Ei-triviaali esimerkki resurssista, jolla on alhainen arvoon perustuva status tieteellisessä kulttuurissa on Newtonin kaukovaikutuksen olettamiseen perustuva gravitaation käsite. Tieteellinen käytäntö on diakroninen käsite, joka kuvaa peräkkäisistä tieteellisiä resursseja muotoilevista ja kombinoivista operaatioista koostuvaa traditiota.

<sup>143</sup> Hacking (1992). Hacking huomauttaa käsittelevänsä edellämainitussa artikkelissa ainoastaa laboratoriotiedettä.

<sup>144</sup> Hacking (1992), sivut 43-44.

<sup>145</sup> Erilaisia anomalioiden torjunnan strategioita käsitellään tämän työn luvussa IV.



rajoja anomalioiden sopeuttamiselle resurssien modifioinnin avulla.<sup>146</sup> Anomalian sopeuttamisstrategian käytön rajat ovat kulttuurisesti määrittynyttä. Pickeringin ja Hackingin positiot rikastavat tieteen kehityksen dynamiikan kuvausta tuomalla siihen aktiivisesti ymmärretyn fysikaalisen komponentin, mutta keskittyessään tieteen käytännölliseen puoleen he laiminlyövät tieteen kehitykseen vaikuttavien ei-käytännöllisten tekijöiden roolin. Yksittäisen eksperimentaalisen operaatioiden ulkopuolelta esiin nousevien tekijöiden roolin huomioonottaminen edellyttää koherenssin olettamista myös tieteen horisontaalisella dimensiolla.<sup>147</sup>

### *Tieteenalan sisäinen rationaalisuus tieteen kehityksen dynamiikassa*

Edellä suoritetun tarkastelun tavoitteena oli kuvata sitä tapaa, jolla tiedeyhteisön elämänmuotoon liittyvät seikat kytketyvät tieteelliseen havaitsemiseen. Elämänmuoto ehdollistaa tieteenharjoittajien havaintoa, mutta ei determinoi heidän tutkimustyöhönsä liittyviä ratkaisujaan. Tieteenharjoittajat tekevät tutkimustyöhönsä liittyvät ratkaisut ottaen samalla huomioon elämänmuotonsa sisäisen rationaalisuuden. Elämänmuodon sisäisen rationaalisuuden huomioon ottaminen tarkoittaa sitä, että tieteenharjoittajien toiminta on yleensä perusteltavissa vetoamalla tieteenalalla voimassaoleviin kognitiivisten arvojen sovellutuksiin, mutta toisaalta mikään ei estä heitä toimimasta tieteenalan sisäisen ratio-

---

<sup>146</sup> Kiinnitettyjä pisteitä voidaan tuottaa kalibroinnin avulla. Harry Collinsin mukaan gravitaatioasäteilyä tutkiva fyysikko Joseph Weber tuotti eksperimentaalisen proseduurinsa tulkintaa rajaavia kiinteitä pisteitä soveltamalla elektrostaattista kalibrointia gravitaatioantenneihinsa. Elektrostaattisen kalibroinnin soveltamisen ansioista Weber pystyi käsittelemään gravitaatiovoimia toiminnaltaan analogisina hyvin tunnettujen elektrostaattisten voimien kanssa. Kalibroinnin ansioista tulkinta-aktiiviteetin kohteeksi ei enää asettunut gravitaatiovoimien kvaliteetti, vaan niiden toiminta. Collins (1985), sivu 105. Vallitseva teoria ei determinoi yksittäisiä sovellutuksia. Kaikilla eksperimentaation ulottuvuuksilla voidaan suorittaa stabilisaation tuottamiseen pyrkiviä operaatioita. Eksperimentaatioon liittyvät mallit ovat plastisia. Koetilanteeseen liittyvä mallien modifiointi heikentää tieteenalan sosiaalista stabiliteettia, koska modifiointi hämärtää mallien ja vallitsevan teorian suhdetta ja korostaa mallien kiinnittymistä tietyn koetilanteen erityispiirteisiin. Pickering (1989), sivut 292-293.

<sup>147</sup> Pickering viittaa horisontaalisen dimension koherenssin merkitykseen sosiaalisen stabilisaation käsitteellään, mutta ei kehittele teemaa artikkelisanaan. Pickering (1989), sivut 292-293.

naalisuuden vastaisesti.<sup>148</sup> Tieteenharjoittajien toiminnalleen esittämät perustelut voivat olla myös negatiivisia, toisin sanoen heidän toimintansa voi olla tarkoituksellisesti vallitsevien kognitiivisten arvojen sovellutusten vastaisia. Rikkoessaan tiedeyhteisön keskuudessa vakiintuneita menettelytapoja vastaan tieteenharjoittaja riskeeraa oman jäsenyytensä tiedeyhteisössä, mutta mitään periaatteellista estettä toisinajattelulle ei ole.

Tieteen edistyminen ei edellytä tieteen rationaalisuuden universaalista pätevyyttä. Tieteenalan sisäisen rationaalisuus on riittävä perusta tieteen edistymisen jatkumiselle. Ainakin kolmen tyyppisiä argumentteja voidaan esittää tukemaan käsitystä, jonka mukaan tieteenalan sisäinen rationaalisuus on universaalisti päteväksi oletettua rationaalisuutta hedelmällisempi lähtökohta tieteen kehityksen dynamiikan tarkastelulle. Ensiksikin on olemassa tieteenalan sisäisiä yhteisöllisiä tekijöitä, jotka ehkäisevät irrationaalisuutta. Mikäli tiedeyhteisö toimii tutkimustyössään irrationaalisesti, yhteisön olemassaolo ja sen yksilöille tuottamat edut ovat vaarassa.<sup>149</sup> Yhteisöllisten tekijöiden vaikutusta tieteen kehitykseen voidaan tarkastella soveltamalla Mary Douglasin kehittämää yhteistyötyyppien luokittelua anomalioiden käsittelyyn.<sup>150</sup> Toiseksi tieteeseen olennaisena osana kuuluva eksperimentaalinen toiminta sisältää rakenteellisia esteitä irrationaalisuudelle. Fysikaalisessa tieteessä toimitaan enemmän tai vähemmän fysikaalisen luonnon ehdoilla, kuten Ian Hacking on todennut.<sup>151</sup> Luonnon ehdoilla toimiminen tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että eksperimentaalisessa toiminnassa fysikaalisen maailman tuottamia responsseja ei ole mahdollista ignoroida ilman seurauksia. Itse koeasetelmaa, instrumentteja ja eksperimentaation tuloksia voidaan modifioida ja manipuloida monin tavoin, mutta väistettyjen anomalioiden tuottamat ongelmat joudutaan kohtaamaan ennemmin tai myöhemmin jossakin muodossa. Eksperimentaalisen toiminnan rakenteellisten seikkojen ymmärrystä voidaan terävöittää kombinoimalla kuhnilainen paradigmatheoria edellä esitellyn interaktiivisen stabilisaation mallin kanssa. Kolmanneksi voidaan todeta, että

---

<sup>148</sup> Vertaa Douglas (1978), sivu 53.

<sup>149</sup> Yhteisölliset tekijät liittyvät Kuhnin selviytymisarvon käsitteeseen.

<sup>150</sup> Douglas (1970), (1978), (1982). Katso tämän työn luku IV.

<sup>151</sup> Hacking (1991), sivu 115.

ei ole olemassa sellaista kontekstia, jonka rationaalisuuden perustaan kyseisen yhteisön elämänmuoto ei olisi vaikuttanut. Metateorian "elämänmuotopitoisuuden" ilmiö tulee osuvalla tavalla käsitteellistetyksi David Bloorin muotoilemiin tiedon sosiologian vahvan ohjelman teeseihin sisältyvän refleksiivisyyden käsitteen avulla.<sup>152</sup> Refleksiivisyyden teesiin mukaan metateoriaan voidaan soveltaa samantyyppisiä selityksiä kuin tutkimuskohdeena olevaan tieteenalaan. Kun refleksiivisyyden teesi oletetaan päteväksi, metateoria ei voi toimia tieteen rationaalisuuden universaalina perustana. Tieteen rationaalisuuden ymmärtämiseksi on keskityttävä universaalien perustan konstruomisyritysten asemesta yksittäisten tieteenalojen tutkimiseen.

Tieteenalan sisäisen rationaalisuuden yleisiä piirteitä voidaan valaista tarkastelemalla teorian yksinkertaisuus-arvoon liittyviä problematiikkoja. Yksinkertaisuuden kiinnostavuus on sen olemuksen kaksimielisyydessä. Kvantitatiivisessa mielessä yksinkertaisuus-arvo on muuttumaton. Mitä vähemmän osia jokin kokonaisuus (esimerkiksi teoria) sisältää, sitä yksinkertaisempi se on. Kvalitatiivisessa mielessä yksinkertaisuus-arvo on historiallisesti muuttuvainen, sillä käsitys siitä millaisista osista kokoonpantu kokonaisuus on yksinkertaisin muuttuu historiallisesti ja paikallisesti. Myös käsitys siitä millaisiin osiin jokin kokonaisuus on jaettavissa vaihtelee aikojen kuluessa. Tiivistetysti ilmaistuna kvalitatiivisessa yksinkertaisuudessa on kyse eräänlaisesta koherenssista tieteenalan ja sen ulkopuolisten kulttuurialojen välillä.<sup>153</sup>

---

<sup>152</sup> Bloor (1991), sivu 7.

<sup>153</sup> Katso Kuhn (1970c), sivu 17.

### III Yksinkertaisuus

Tieteellisessä toiminnassa sovellettavista kognitiivisista arvoista yksinkertaisuus on kaikkein ongelmallisin. Yksinkertaisuus on kaikkein eniten riippuvainen arvottajan perspektiivistä. Onko mahdollista ylipäättään puhua yhdestä yksinkertaisuudesta? David Bloor vastaa edelliseen kysymykseen kieltävästi. Hänen mukaansa on olemassa useita yksinkertaisuuksia.<sup>154</sup> On totta, että esimerkiksi peräkkäisiä paradigmoja edustavat tieteenharjoittajat päätyvät erilaisiin tuloksiin soveltaessaan yksinkertaisuus-arvoa. Erilaisiin tuloksiin päätyemisessä ei kuitenkaan ole kysymys siitä, että sovellettaisiin eri arvoa. Erot ovat sovellutusten tasolla: peräkkäisten paradigmojen maailmankuvat ovat erilaiset, mutta sovellettava arvo on sama.

Taipumus ajatella, että yksinkertaisuuksia on yhden asemesta monia liittyy oletukseen, jonka mukaan kognitiivinen arvo tulee voida eksplikoida universaalisesti pätevänä metodisääntönä. Koska yksinkertaisuus-arvosta on olemassa suuri määrä toisistaan poikkeavia, jopa keskenään ristiriitaisia sovellutuksia, Bloor päättelee yksinkertaisuuden käsitteen viittaavan tosiasiallisesti moniin arvoihin. Tässä luvussa sitoudutaan käsitykseen, jonka mukaan yksinkertaisuudessa on kyse yhdestä kognitiivisesta arvosta. Yksinkertaisuuden ykseys perustuu siihen, että paradigmasta toiseen tieteenharjoittajat joutuvat ratkaisemaan samantyyppisiä ongelmia, jotta tieteenalan instrumentaalinen edistys voisi jatkua. Seuraavassa yksinkertaisuus-arvon merkitystä kuvataankin juuri tarkastelemalla siihen liittyviä problematiikkoja.

---

<sup>154</sup> Bloor (1984), sivut 77-78.

### *Metodologisen perspektiivin muutos*

Loogisen empirismin tieteenfilosofisessa käsityksessä (*received view*) yksinkertaisuuden katsotaan olevan selityksen sisäinen kvantitatiivinen ominaisuus. Teorian yksinkertaisuus ajatellaan voitavan selvittää matemaattisesti laskemalla selityksessä postuloitujen entiteettikategorioiden lukumäärä ja vertaamalla sitä kilpaileviin teorioihin. Occamin partaveitsi on tämän periaatteen varhainen verbalisaatio. Esimerkiksi Stephen Barker on kritisoinut loogisen empirismin tieteenfilosofiaan sisältyvää Occamin partaveitsi -tyypistä yksinkertaisuuskäsitystä siitä, että sen avulla ei ole mahdollista ratkaista samat instanssit selittävien, yhtä monta entiteettikategoriaa postuloivien selitysten välistä paremmuutta.

"And what is it for one theory or hypothesis to be simpler than another? One can say a little about this in general terms: The fewer entities postulated and the fewer the types of entities, the simpler an explanation is. But its difficult to offer any general definition of this notion of simplicity that is very illuminating."<sup>155</sup>

Barker ei päädy yksinkertaisuus-käsitteen merkityksettömyyden olettamiseen, vaan ehdottaa sen modifiointia. Yksinkertaisuus-ominaisuuden ymmärtäminen on tieteen kehityksen käsittämisen kannalta tärkeää, sillä tieteenharjoittajat faktuaalisesti suorittavat selitysten välisen paremmuuden arviointia niiden yksinkertaisuutta koskevan vertailun avulla. Tieteenharjoittajien yksinkertaisuuden arvioimisen taito ei kuitenkaan ole peräisin matematiikan ja logiikan piireistä, vaan tieteestä itsestään. Barkerin mukaan tieteenharjoittajilla on pitkälle kehittynyt yksinkertaisuuden arvioimisen kyky, jonka he oppivat olemassaolevia selityksiä tarkastelemalla.<sup>156</sup> Kuhn menee vielä Barkeriakin pidemmälle esittämällä, että tieteenharjoittajat oppivat tutkimuksen edellyttämän taitonsa, johon sisältyy myös yksinkertaisuuden taju, olemassa olevia sovellutuksia jäljittelemällä. Kuhnin

---

<sup>155</sup> Barker (1959), sivu 273.

<sup>156</sup> Barker (1959), sivu 273.

mukaan yksinkertaisuus on esteettinen ominaisuus, jonka arvottaminen on hänen mukaansa hyvin subjektiivista.<sup>157</sup>

Barkerin esittämä argumentaatio avaa kvalitatiivisen perspektiivin yksinkertaisuuskäsitteen tarkastelussa. Kvalitatiiviseen perspektiiviin siirtymisen myötä teorioiden kvantitatiivinen tarkastelu korvautuu erilaisilla kontekstuaalisia tekijöitä koskevilla ongelmanasetteluilla. Kvalitatiivinen käänne merkitsee myös sitä, että logiikan ja matematiikan menetelmät saavat väistyä sosiologisten, historiatieteellisten, antropologisten ja myöhemmin jopa kirjallisuustieteellisten tarkastelujen tieltä.<sup>158</sup> Metodologisen perspektiivin muuttumisen myötä myös kiinnostavaksi koetun problematiikan konstellaatio on muuttunut siten että yksinkertaisuus ei enää sisälly siihen.

"Simplicity as a formal criterion has been a disaster for rationalist philosophers. There are many possible ways of defining and assessing simplicity. What, then, makes a scientist choose this rather than that definition? What gives an intuition of simplicity its credibility for this or that group? How and why might 'simplicity' be adopted in preference to some other measure of theoretical virtue which may conflict with it? All simplicity does it to pose problems and point to the need for other kinds of explanation. It is more plausible to see 'simplicity' as an after-the-fact justification for opinions that have their real basis elsewhere."<sup>159</sup>

David Bloor esittää oman negatiivisen käsityksensä yksinkertaisuus-arvosta kysymysten avulla. Mikä saa tieteenharjoittajan preferoimaan jotakin tiettyä tapaa määritellä yksinkertaisuus? Mikä saa jonkin ryhmän uskomaan johonkin tiettyyn yksinkertaisuuden intuitioon? Miksi yksinkertaisuutta preferoidaan jonkin toisen, mahdollisesti sen kanssa vastakkaisen teoreettisen hyveen kustannuksella? On syytä kiinnittää huomiota siihen

---

<sup>157</sup> Kuhn (1970c), sivu 155.

<sup>158</sup> Katso esimerkiksi Woolgar (ed.), (1991).

<sup>159</sup> Bloor (1984), sivut 77-78.

seikkaan, että Bloor kiistää yksinkertaisuus-ominaisuuden hedelmällisyyden nimenomaan formaalisena kriteerinä. Kun yksinkertaisuuden formaalinen muoto unohdetaan, "kenttä" jää avoimeksi yksinkertaisuus-ominaisuuden kvalitatiivisille tarkasteluille, joita kohti voidaan edetä esimerkiksi tarkastelemalla Bloorin esittämiä kysymyksiä. Miksi tieteenharjoittaja preferoi jotakin tiettyä tapaa, periaatteessa lukemattomien mahdollisten tapojen joukossa, määritellä yksinkertaisuus? Kuhnin vastaus tähän kysymykseen vetoaa tieteenharjoittajan subjektiivisiin esteettisiin mieltymyksiin. Hänen mukaansa tieteenharjoittaja valitsee uuden teorian, joka on "kivempi", "sopivampi" tai "yksinkertaisempi" kuin vanha teoria.<sup>160</sup> Esteettiset valinnat ovat tosin subjektiivisia, mutta eivät sattumanvaraisia tai tutkimattomia.<sup>161</sup> Ne tapahtuvat aina vallitsevan historiallisen, ideologisen asetelman määrittämässä puitteissa.<sup>162</sup>

Historiallisella asetelmalla tarkoitetaan tässä aktuaalista, hierarkkisesti järjestynyttä ideoiden kokonaisuutta. Historiallisen asetelman hierarkkisuus merkitsee sitä, että vaihtoehtoisilla, samanaikaisesti olemassa olevilla ideoilla on toisistaan poikkeavat statukset. Yksilöillä on vapaus suorittaa valintoja ideoiden välillä, mutta valinnat eivät ole vaikutustensa puolesta samanarvoisia.<sup>163</sup> Suoritettujen valintojen vaikutukset eivät useinkaan rajoitu yksinomaan niihin muutoksiin, joihin valintaa suoritettaessa oletettiin päästävän. Sen lisäksi, että suoritettut valinnat saattavat aiheuttaa ennakoimattomia vaikutuksia alkuperäisen valintatilanteen tasolla, ne saattavat aiheuttaa muutoksia myös sellaisilla tasoilla, joiden yhteyttä valinnan kohteena olevaan seikkaan valinnan subjekti ei tiedosta. Koska valintatilanteisiin liittyy aina potentiaalisesti monentasoisia ja vaikeasti ennakoitavia vaikutuksia, niiden tarkastelu on koettu tärkeäksi. Useat tieteenalat

---

<sup>160</sup> Kuhn (1970c), sivu 155.

<sup>161</sup> Vertaa Kuhn (1970c), sivu 158.

<sup>162</sup> Kuhn (1970b), sivut 237-238.

<sup>163</sup> Valittavien vaihtoehtojen ja suoritettavien valintojen merkittävyys vaihtelee suuresti. Tieteessä suoritettavat valinnat eivät useinkaan ole tieteenharjoittajan yksityisasiä. Esimerkkeinä voidaan mainita Galileo Galilein ja Giordano Brunon tapaukset. Modernissa tieteessä poikkeavia valintoja suorittavat tieteenharjoittajat saavat yleensä säilyttää henkensä ja vapautensa, mutta he saattavat menettää jäsenyytensä tiedeyhteisössä.

ovat tuottaneet erilaisia perspektiivejä valitsemisen problematiikan tarkasteluun. Antropologian perspektiivistä tarkasteltuina valinnat ovat kannanottoja joko vallitsevan järjestelmän puolesta tai sitä vastaan.<sup>164</sup> Maun sosiologiassa valinnat puolestaan määrittelevät henkilön yhteiskunnallista asemaa.<sup>165</sup>

David Bloorin jälkimmäisiin kysymyksiin yksinkertaisuus-ominaisuuden ryhmäkohtaisesta kredibiliteetistä ja yksinkertaisuus-ominaisuuden preferoinnista muiden teoreettisten hyveiden kustannuksella voidaan vastata luopumalla formaalisesta yksinkertaisuudesta ja hahmottelemalla uudenlaista kontekstuaalisille muutoksille sensitiivisempää yksinkertaisuus-käsitettä. Mary Hesson mukaan formaalinen eli *prima facie* -yksinkertaisuus on problemaattinen kahdesta syystä. Ensiksikin on löydettävissä useita edustavia tieteenhistoriallisia esimerkkejä tilanteista, joissa formaalisessa mielessä yksinkertaisemmat teoriat ovat tulleet formaalisessa mielessä monimutkaisempien teorioiden syrjäyttämiksi. Yksinkertaisuus-käsitteen sisältö määräytyy kontekstuaalisista tekijöistä, joita ovat vallitsevaan historialliseen asetelmaan sisältyvät teoreettiset, teknologiset, taloudelliset, eettiset, esteettiset, maailmankatsomukselliset ja poliittiset ideat, sekä ryhmän sisäinen sosiaalinen rakenne.<sup>166</sup> Karkeasti ottaen yksinkertaisuus on arvioitavan selityksen ja vallitsevien kontekstuaalisten tekijöiden välistä yhteensopivuutta. Tavallisin yhteensopivuuden muoto on arvioitavan selityksen analogisuus tai metaforisuus jonkin toisen, jo käytössä olevan selityksen kanssa. Metaforinen tai analoginen suhde saa selityksen vaikuttamaan luonnolliselta ja itsestään selvältä. Vaikutelman taustalla on oletus todellisuuden ontologisesta homogeenisuudesta.<sup>167</sup>

---

<sup>164</sup> Douglas (1995), sivu 43.

<sup>165</sup> Bourdieu (1979).

<sup>166</sup> Katso Douglas (1978), (1982), ja (1984), sekä Bloor (1983).

<sup>167</sup> Ontologisen homogeenisuuden idean realisoituma on esimerkiksi *appetentia partiumin* käsite. Blumenberg (1987), sivu 145.



### *Yksinkertaisuuden uusi tulkinta*

Klassisessa merkityksessään yksinkertaisuus-arvo ei voi toimia adekvaattina teorian valinnan kriteerinä, koska ei ole olemassa keinoa verrata teoriaa sen vastineeseen fyysikaalisen maailman syvärakenteessa. On myös erittäin ongelmallista ylipäätään olettaa tällaisen teorian materiaalisen vastineen olemassaoloa. Yksinkertaisuus ei ole palautettavissa paradigman sisältämien entiteettikategorioiden määrään. Teorioiden yksinkertaisuus on tieteen edistymisen ymmärtämisen kannalta merkittävä tekijä, vaikka yksinkertaisuutta ei voi loogisessa mielessä objektiivisesti määrittääkään. Kaikesta huolimatta fyysikaalisen maailman kategorisoinnin tavat voidaan periaatteessa asettaa paremmuusjärjestykseen sen mukaan missä määrin ne realisoivat yksinkertaisuuden arvoa. Teorian yksinkertaisuutta koskevat arvioinnit ovat aina riippuvaisia arvioijan perspektiivistä. Yksinkertaisuuden määräytymisen perusteita on tutkittava tarkastelemalla arvioinnin tekijää ja tämän taustaa arvostelman kohteen tarkastelemisen asemesta.<sup>168</sup> Kun yksinkertaisuuden problematiikkaa lähestytään arvion suorittajan kannalta, yksinkertaisuuden käyttöä ei tarvitse rajoittaa kattamaan yksinomaan selityksiä ja muita teoreettisia representaatioita. Yksinkertaisuus voi olla myös toiminnan ominaisuus.<sup>169</sup>

Kuhnin mukaan tieteenharjoittajat tekevät tieteellisen vallankumouksen tilanteessa valintansa vertailemalla paradigmojen ongelmanratkaisukykyä.<sup>170</sup> Reaalisessa tilanteessa paradigmakandidaattiin sitoutuminen ei voi tapahtua paradigman ongelmanratkaisukykyyn kohdistuvien vertailujen perusteella. Paradigmakandidaatit ovat alkeellisia skenaarioita jonkin tieteenalan kannalta relevantin ongelman ratkaisusta. Paradigmakandidaatin kehittyminen varteenotettavaksi vallitsevan paradigman haastajaksi edellyttää joidenkin tieteenharjoittajien sitoutumista paradigmakandidaatin aktuaalistamiseen. Hedelmällisyyden ja alan laajuuden arvojen toteutuminen on arvioitavissa vasta paradig-

---

<sup>168</sup> Vertaa Hesse (1974), sivut 223-224. Hesse jakaa yksinkertaisuuden subjektiiviseen yksinkertaisuuteen ja objektiiviseen yksinkertaisuuteen.

<sup>169</sup> Katso alaluku "yksinkertaisuuden sosiaalinen problematiikka".

<sup>170</sup> Kuhn (1970c), sivut 155-156.

man aktuaalistamisen jälkeen. Kuhnin mukaan mikään teoria ei käytännössä toteuta ehtoa, jonka mukaan teorian termien kiinnittyminen luontoon olisi oltava selvillä teorian valinnan hetkellä kaikkien mahdollisten tapausten osalta. Mikäli jokin teoria täyttäisi tämän ehdon, se olisi hyödytön tutkimuksen kannalta.<sup>171</sup>

Yksinkertaisuuden arvon toteutumisen kokemus on tieteenharjoittajille keskeinen perusteryhmittyä uuden paradigman taakse. Yksinkertaisuuden käyttökelpoisuuden avain on sen esteettisyydessä.<sup>172</sup> Vähän aktuaalistettu paradigmakandidaatti on esteettisessä mielessä vertailukelpoinen pitkälle aktuaalistetun paradigman kanssa. Fleckin mukaan vertailun esteettisen pohjan muodostaa paradigmakandidaatin käyttämä ajattelutyö (*denkstil*).<sup>173</sup> Ajattelutyö on tietynlaisten ilmaisujen, metaforien, selitysten ja representaatioiden kokonaisuus, jonka vastaava ajattelukollektiivi (*denkkollektiv*) on omaksunut. Ajattelukollektiivin jäsenellä on valmius sovittaa instrumenttien käyttönsä ja havaintonsa valitsevaan ajattelutyöhön.<sup>174</sup> Ajattelukollektiivi voi käsittää esimerkiksi yksittäisen tieteenalan tiedeyhteisön ja tieteenalasta kiinnostuneet maallikot, mutta se voi olla myös laajempi: esimerkiksi jonkin kulttuurin tietyn kehitysvaiheen voidaan katsoa muodostavan ajattelutyöhön.<sup>175</sup> Kun ajattelutyö ymmärretään laajasti tulee myös yksinkertaisuuden esteettisyys ymmärrettäväksi. Yksinkertaisuus esteettisessä mielessä on tietynlaista laajasti ymmärretyn ajattelutyön sisällä. Jo olemassa olevia teoreettisia muodostelmia ja ideoita muistuttavat paradigmakandidaatit tulevat todennäköisimmin hyväksytyiksi. Koska ajattelutyö kehittyy kaiken aikaa, myös esteettiset arvostukset vaihtelevat ajallisesti ja paikallisesti. Esteettisessä mielessä yksinkertaisuuden arvoa koskevat arvioinnit ovat sidoksissa arvioijan kulttuuriseen taustaan. Kulttuuristen erojen tuottamat variaatiot yksinkertaisuus-arvon soveltamisessa tarjoavat Kuhnin mainitsemia

---

<sup>171</sup> Kuhn (1970a), sivu 16.

<sup>172</sup> Kuhnin mukaan yksinkertaisuus on eräänlainen esteettinen kriteeri. Kuhn (1970c), sivut 155-156.

<sup>173</sup> Fleck (1979), sivu 6.

<sup>174</sup> Fleck (1979), sivut 142-144.

<sup>175</sup> Katso Fleck (1979), sivut 38-51.

idiosynkraattisia eroja hedelmällisemmän lähtökohdan yksinkertaisuus-arvon uudelle tulkinnalle.<sup>176</sup>

### *Yksinkertaisuuden kognitiivinen problematiikka*

Yksinkertaisuus-ominaisuuden kognitiivisella aspektilla on kaksi puolta. Ensiksikin ihmisen kognitiiviset kyvyt ovat rajalliset. Toiseksi fyysikaalinen maailma, johon ihmisen tulee pystyä adaptoitumaan on periaatteessa äärettömän monimutkainen. Adaptoitumisen onnistuminen edellyttää fyysikaalisen maailman yksinkertaistamista. Kypsällä tieteenalalla fyysikaalisesta maailmasta tuotettu yksinkertaistus perustuu paradigmalle. Tieteenalan kannalta relevantin fyysikaalisen maailman alueelle lokalisoituvat entiteetit ryhmitellään paradigmaattisen ontologian sisältämiin kategorioihin. Tieteelliset selitykset perustuvat paradigman sisältämälle kategorisoinnille. Paradigma on kvantitatiivisessa mielessä sitä yksinkertaisempi, mitä vähemmän entiteettikategorioita se sisältää. Entiteettikategorioiden määrän ohella informaation prosessoitavuuteen vaikuttavat niiden sisäiset ominaisuudet. Paradigmaattinen kategorisointi on yksinkertainen silloin, kun mahdollisimman suuri määrä informaatiota on saatu organisoitua mahdollisimman pieneen määrään entiteettikategorioita. Yksinkertaisuuden tutkimisen kannalta on tärkeää tarkastella erilaisia tapoja, joiden avulla on mahdollista järjestää mahdollisimman suuri määrä informaatiota yhdeksi kokonaisuudeksi.

Inhimillisen subjektin informaationprosessointikyvyn rajallisuuteen liittyvää tematiikkaa voidaan selkeimmin esitellä ihmisen lyhytkestoista muistia koskevan tarkastelun avulla. Ihmisen lyhytkestoisen muistin informaation varastointikyky on seitsemän muistilohkon suuruinen.<sup>177</sup> Yhteen muistilohkoon mahtuu aina yksi informaatiokokonaisuus, joka voi

---

<sup>176</sup> Kulttuurinen tausta tulee tässä ymmärtää siten, että kulttuurieroja ei esiinny yksinomaan eri kulttuureista tulevien välillä, vaan myös eri tieteenalojen edustajien välillä ja eri paradigmojen kannattajien välillä. Vertaa Pickering (1992), sivut 2-3.

<sup>177</sup> Atkinson et al. (1993) ja Miller (1956). Millerin seitsemän muistilohkon (plus/miinus kaksi) oletuksen kanssa yhteensopiviin tuloksiin on myöhemmin päätynyt työmuistia (working memory) koskevissa tutkimuksissaan muiden muassa Alan Baddeley. Baddeley (1987), sivu 234. Mikäli yksi para-

olla joko visuaalisessa tai verbaalisessa muodossa tai jonkinlaisena kombinaationa. Visuaalisessa muodossa olevat informaatiolohkot sisältävät enemmän informaatiota kuin verbaalisessa muodossa olevat informaatiolohkot. Visuaaliset informaatiolohkot ja verbaaliset informaatiolohkot muodostavat kumpikin yhden kokonaisuuden. Tästä johtuen visuaalisilla representaatioilla operoiminen on ekonomisempaa kuin verbaalisten ilmaisujen tai numerosarjojen käyttäminen.

Verbalisoidut kuvaukset ja visuaaliset kuvaukset eivät ole vaihtoehtoisia representatiostrategioita, sillä havaintoaineiston representoiminen yksinomaan verbaalisten kuvausten avulla ei ole mahdollista. Jokaisen selitysketjun päässä on ostensiivinen määrittely, jonka avulla nimetään jokin materiaallinen, ja siten myös visuaalinen, objekti. Visuaalisuus on materiaalisuuteen nähden primäärinen kvaliteetti tieteellisen toiminnan kannalta, sillä kaikki ostensiivisessä määrittelyssä käytettävät objektit ovat visuaalisia, mutta eivät välttämättä materiaalisia. Kyse onkin siitä kuinka paljon kyetään representoimaan visualisointien avulla ilman verbalisoituja kuvauksia. Laajasti ymmärrettynä visuaalisten objektien joukkoon voidaan funktionaalisen olomuotonsa ansiosta sisällyttää myös ei-materiaalisia objekteja, kuten teoreettiset entiteetit ja mielikuvat.<sup>178</sup>

Kun teoreettisia entiteettejä käytetään esimerkiksi ajatuskokeissa, niiden funktionaalinen olomuoto on visuaalinen. Ajatuskokeissa tieteenharjoittajat konstruoivat mielessään koeasetelmia ja testaavat teoreettisten entiteettien käyttäytymistä erilaisissa tilanteissa. James Robert Brownin mukaan ajatuskokeiden avulla tulee mahdolliseksi "havaita" luonnonlait.<sup>179</sup> Visualisoitavien ajatuskokeiden etu on siinä, että suoritettavien siirtojen vaikutukset asetelman kokonaisuudessa ovat välittämästi nähtävissä. Brown on platonisti

---

digmaattinen entiteettikategoria varaisi aina yhden ihmisen lyhytkestoisen muistin entiteettikategorian, paradigman kvantitatiivinen yksinkertaisuus saataisiin laskemalla yhteen paradigmaattiset entiteettikategoriat. Entiteettikategorioiden lukumäärä ei kuitenkaan ilmaise tyhjentävästi paradigman yksinkertaisuuteen vaikuttavia tekijöitä, jotka ovat yksinkertaisuuden kognitiivisen aspektin kannalta relevantteja. Paradigman kvantitatiivisen monimutkaisuuden ohella on tarkasteltava prosessoitavuuteen vaikuttavia kvalitatiivisia tekijöitä eli sitä, missä muodossa prosessoitava informaatio on.

<sup>178</sup> Katso sivu 8.

<sup>179</sup> Brown (1993), sivut 85-87.

uskoessaan abstraktien entiteettien ajattelevasta subjektista riippumattomaan olemassaoloon.<sup>180</sup> Teoreettisten entiteettien visualisoitavuuden oletaminen ei kuitenkaan tee platonistisen kannan omaksumista välttämättömäksi. Teoreettisten entiteettien visualisoitavuudella on funktionsa tieteen käytännössä, mutta ne eivät ole olemassa tiedeyhteisöstä riippumatta.

Teoreettisten entiteettien visualisoitavissa olevat muodot ovat ajattelun välineitä samaan tapaan kuin mielikuvat. Stephen Kosslynin mukaan mielikuvat ovat kvasikuvallisia informaatiokokonaisuuksia, jotka representoivat havaintoaineistoa ekonomisemmin kuin verbalisoidut kuvaukset.<sup>181</sup> Michel Denisin mukaan mielikuvien tehokkuus ongelmanratkaisussa perustuu seuraaviin ominaisuuksiin. Ensimmäiseksi voidaan todeta, että mielikuvat muistuttavat rakenteellisesti havainnonsisältöjä. Rakenteellisen samankaltaisuuden ansiosta mielikuvien avulla on mahdollista simuloida reaalisesti suoritettuja operaatioita. Denisin mukaan koetilanteessa suurin osa koehenkilöistä valitsee valitsee mielikuvan algoritmin asemesta ratkaistakseen annetun tehtävän.<sup>182</sup> Toinen mielikuvien ekonomisuuden konstituioivista ominaisuuksista on niiden integraatiopotentiaali. Mielikuva on ominaisuuksien luetteloa ekonomisempi rekonstruoinnin tapa siitä syystä, että mielikuvassa tietyt ominaisuudet on jäsennetty mielekkääksi kokonaisuudeksi. Ominaisuuksien integroinnin ansiosta mielikuva minimoi muistin kuormituksen.<sup>183</sup> Kolmas mielikuvien ekonomisuuden kannalta relevantti ominaisuus on niiden valmius simuloida aktuaalisten tilanteiden muutoksia. Mielikuvien avulla on mahdollista tuottaa asetelmia joiden avulla on mahdollista esimerkiksi testata hypoteeseja ilman näiden asetelmien materialisointia.<sup>184</sup>

---

<sup>180</sup> Brown (1993), sivu 76.

<sup>181</sup> Katso Kosslyn (1980), sivu 2.

<sup>182</sup> Denis (1991), sivut 162-163. Koe, johon Denis viittaa on teoksessa Skinner (1953).

<sup>183</sup> Denis (1991), sivu 164.

<sup>184</sup> Denis (1991), sivu 164. Mielikuvien avulla tapahtuva asetelmien muutosten simulointi on ajatuskokeiden suorittamista. Katso Brown (1993).

Verbalisoitujen kuvausten yksinkertaisuus ei ole suoraan verrannollinen niiden pituuteen. Pidempi selitys on lyhyttä selitystä yksinkertaisempi, mikäli se voidaan esittää mielekkäänä kokonaisuutena. Selityksistä tulee kokonaisuuksia esimerkiksi silloin kun ne voidaan esittää narratiivin muodossa. Numeraalisista kuvauksista voidaan puolestaan tehdä mielekkäitä kokonaisuuksia siten, että ne samastetaan joidenkin ennestään tuttujen numerosarjojen kanssa. Muistettavien numerosarjojen samastuksen kohteena voivat toimia esimerkiksi urheilusuorituksiin liittyvät ajat.<sup>185</sup>

Koska tieteellisen tiedon subjekti on tiedeyhteisö eikä yksittäinen tieteenharjoittaja, ei tieteelliseen tietoon liittyvän yksinkertaisuuden käsitteen tutkimuksessa voida rajoittaa yksittäisen ihmisen kognitiivisten kykyjen tarkastelemiseen. Yhteisö ei ole yksinomaan jäsentensä summa, vaan sillä on tiedon subjektina ominaisuuksia, jotka eivät ole palautettavissa yksilöiden tasolle. Douglasin mukaan yksilöt voivat laajentaa informaation käsittelykykyjensä rajoja organisoitumalla yhteisöksi.<sup>186</sup> Yksittäisen tieteenharjoittajan ei tarvitse omaksua kaikkea yhteisöllä olevaa tietoa, mutta kaikki yhteisön hallussa oleva tieto on siitä huolimatta hänen käytössään. Tieteenalan tiedon kokonaisuus on koodattu tiedeyhteisön instituutioihin.

### *Yksinkertaisuuden kulttuurinen problematiikka*

Kvantitatiivisessa mielessä pitkä selitys on lyhyttä selitystä yksinkertaisempi silloin, kun samaa selitystä voidaan käyttää kahdessa tai useammassa tapauksessa jäsentämään jotakin tieteen tai jonkin muun elämänalueen kannalta relevanttia ilmiöpiiriä. Huolimatta siitä, että eri aloilla käytettävien selitysten välisestä koherenssista on hyötyä kvalitatiivisen yksinkertaisuuden kannalta, voi yhtäläisyydestä olla myös haittaa uusien selitysten justifioinnin kannalta. Tärkeä tekijä on justifioitavan selityksen mallina toimivan käsitekonstruktion lokalisoituminen kulttuurin kentässä. Newtonin käyttämä gravitaatio -

---

<sup>185</sup> Katso Atkinson (1993), sivu 317 ja Waldrop (1987).

<sup>186</sup> Douglas (1986), sivu 55.

käsite on tunnetuimpia esimerkkejä tieteen ja muiden kulttuurin alueiden välisestä käsitteellisestä yhteydestä.<sup>187</sup> Gravitaatio on kaukovaikutusta, joka Newtonin teorian synnyn aikoihin voitiin samastaa animistisiin selityksiin, jotka oli korvattu materiaalsiin partikkeleihin vetoavilla mekanistisilla selityksillä. Newtonin gravitaatio-käsitteen katsottiin olevan askel taaksepäin.<sup>188</sup> Newton yritti välttää herättämästä epäluuloja aikalaisissa pyrkimällä pidättäytymään ilmaisemasta eksplisiittisesti uskomustaan, jonka mukaan jonkinlainen jumaluus ohjaili kappaleiden liikkeitä havaittavan maailman tuolta puolen.<sup>189</sup>

Evoluutioteoria on puolestaan edustava esimerkki monelle tieteenalalle levinneestä selitysmallista. Evoluutioteoria on tunnettu selitysmalli, joka toimii uuden teorian metaforana. Metaforia voidaan käyttää suuria havaintoaineistoja organisoivien mallien konstruoinnissa. Tunnettujen metaforien käyttö tekee organisoiduista havaintoaineistoista tehokkaasti prosessoitavia informaatiokokonaisuuksia. Tällä tavoin metafora toimii ihmisen rajallisen kognitiivisen kapasiteetin tieteen edistymiselle asettamien esteiden ylittämässä.<sup>190</sup> Siinä vaiheessa, kun Darwin esitteli oman luonnonhistoriallisen evoluutioteoriansa sama selitysmalli oli jo käytössä yhteiskuntafilosofiassa ja poliittisessa taloustieteessä. Evoluutioteorian tapaus on esimerkki tilanteesta, jossa yksinkertaisuus on koherenssia teoriakandidaatin ja tieteissä vallitsevan historiallisen tilanteen välillä. Selitys tai teoriakandidaatti on sitä yksinkertaisempi, mitä vähemmän se poikkeaa tradition tarjoamasta taustasta. Käsitteiden koherenssia määrittelee niiden yhteensopivuus ihmisen taustatietojen kanssa. Koherentit käsitteet kiinnittyvät ongelmattomasti vallitsevaan maailmankuvaan.<sup>191</sup>

Kuhnilaisen tieteenteorian perspektiivistä nähtynä tieteenalan ulkopuolinen kulttuuri ei

---

<sup>187</sup> Katso Holton (1980), sivut 474-482.

<sup>188</sup> Dijksterhuis (1986), sivut 479-482.

<sup>189</sup> Holton (1980), sivut 52-53.

<sup>190</sup> Metaforien kognitiivista merkitystä käsitellään esimerkiksi teoksessa Ortony (ed.), (1979).

<sup>191</sup> Murphy & Medin (1985).

muodosta uhkaa tieteen edistymiselle niin kauan kuin tiedeyhteisö saa itse päättää missä määrin tieteenalan ulkopuolinen kulttuurin sallitaan vaikuttaa tieteenalan kehitykseen. Tieteenalan ulkopuoliseen kulttuuriin luetaan tässä kuuluviksi myös muut luonnontieteelliset tieteenalat, koska niiden paradigmat eivät ole redusoitavissa yhteen suureen luonnontieteelliseen paradigmaan. Tiedeyhteisö voi valvoa tieteenalan ulkopuolisen kulttuurin vaikutusta tieteenalan sisäiseen kehitykseen vain siltä osin kuin tämä vaikutus on tiedostettua. Toisaalta tieteen ulkopuolinen kulttuuri vaikuttaa tieteenalan kehitykseen väistämättä siksi, että kaikki tiedeyhteisön jäsenet ovat myös jonkin yleisen kulttuurin jäseniä.

Tieteen ulkopuolisen kulttuurin resurssinomainen luonne tieteen kehityksen kannalta tulee esille erityisesti uusien paradigmojen syntyessä. Kuhnin mukaan faktojen kokoaminen on esiparadigmaattisessa vaiheessa varsin umpimähkäistä ja kaikki tieteenalan kannalta relevantilta tuntuvat faktat ovat samanarvoisia.<sup>192</sup> Tieteellisen edistyksen käynnistyminen edellyttää jonkinlaisen havaintoaineiston jäsentelyperiaatteen löytämistä, jotta tieteenala olisi mahdollista järjestää mielekkääksi ongelmakentäksi. Havaintoaineiston jäsentely periaatteen löytämiseksi on turvauduttava muihin tieteenaloihin ja tieteen ulkopuoliseen kulttuuriin. Ludwik Fleck nimittää tieteenalan ulkopuolelta peräisin olevia esiparadigmaattisia, havaintoaineistoa organisoivia selitysmalleja protoideoiksi.<sup>193</sup> Protoideoiden funktio on siinä, että ne tarjoavat jossain määrin rajatun lähtökohdan tieteelliselle toiminnalle.

Kulttuuri tarjoaa käsitteitä, metaforia ja analogioita tieteellisen teorianmuodostuksen rakennusaineksi. Tältä kannalta tarkasteltuna tiedeyhteisön toiminta on konseptuaalista *bricolagea*. *Bricolage* on Claude Levi-Straussin käyttämä käsite, joka merkitsee eräänlaista askartelua. *Bricoleur* on henkilö, joka askartelelee käsillä olevasta materiaalista tarvitsemiaan välineitä. Levi-Strauss soveltaa *bricolagen* käsitettään niin sanottuihin

---

<sup>192</sup> Kuhn (1970c), sivu 15.

<sup>193</sup> Fleck (1979), sivu 23.



primitiivisiin yhteisöihin.<sup>194</sup> Mary Douglasin mukaan *bricolagen* käsite soveltuu myös moderneille yhteisöille ominaisten käsitteellistävien toimintojen tarkasteluun.<sup>195</sup> Tiedettä tarkasteltaessa ei ole syytä rajoittua yksinomaan konseptuaaliseen *bricolageen*. Fyysikaaliseen maailmaan adaptoitumaan pyrkivä tiedeyhteisö hyödyntää myös käsillä olevia teknologisia resursseja.<sup>196</sup>

Charles Darwin on edustava tieteenhistoriallinen esimerkki *bricoleur'ista*. Darwin hyödynsi evoluutioteoriassaan yhteiskuntafilosofiassa ja poliittisessa taloustieteessä samanaikaisesti käytössä olleita selitysmalleja. Kuhnin mukaan tällaisia selitysmalleja olivat Adam Smithin ajatus *laissez faire* -kilpailutaloudesta ja Thomas Malthusin analyysi väestön liikakasvusta. Charles Darwinin evoluutioteorialla oli edeltäjänsä myös luonnohistorian alalla.<sup>197</sup> On huomattava että muiden tieteenalojen selitysmallien heuristinen hyödyntäminen ei edellytä eikä tuota reduktiosuhdetta hyödynnetyn selitysmallin ja konstruoidun selitysmallin välille. Herbert Spencer, Erasmus Darwin ja Robert Chambers olivat muotoilleet omat spekulatiiviset evoluutioteoriansa ennen Darwinia. Spekulatiiviset evoluutioteoriat eivät kuitenkaan saavuttaneet tiedeyhteisön hyväksyntää, koska ne eivät edistäneet empiirisen tutkimuksen tavoitteita.

Kuhnin mukaan Darwinin evoluutioteorian tiedeyhteisön piirissä saavuttama menestys perustui teorian empiirisyyteen. Darwin sovelsi evoluutio-käsitettä suureen määrään havaintoaineistoa. Kyseinen havaintoaineisto oli tuottanut ongelmia useilla tunnustetuilla tieteenaloilla. Darwin ratkaisi nämä ongelmat omalla evoluutio-käsitteen sovellutuksel-

---

<sup>194</sup> Levi-Strauss (1966).

<sup>195</sup> Douglas (1986), sivut 66-67.

<sup>196</sup> *Bricolage* ei ole palautettavissa analogia-periaatteen soveltamiseen kahdesta syystä. 1) Tiedeyhteisö ei rajoitu käyttämään vain muilla aloilla käytössä olevia konseptuaalisia komponentteja. Luonnontieteen piirissä *bricoleurin* materiaalina ovat tieteenalan sisäisen kulttuurin ja tieteenalan ulkopuolisen kulttuurin sisältämät ideat, teorit, faktat, metaforat, analogiat, instrumentit ja teknologiat 2) tiedeyhteisö ei yksinomaan käytä muiden alojen tarjoamia kulttuurisia resursseja mallintamiseen. Muilta aloilta lainattuja selityksiä, instrumentteja ja teknologioita myös modifioidaan ja yhdistellään tieteenalan tarpeiden edellyttämällä tavalla.

<sup>197</sup> Kuhn (1977g), sivu 139.

laan. Kuhnin mukaan paleontologiassa ja eläimien ja kasvien levinneisyyttä käsittelevässä maantieteessä tuotettiin käsitteelliset edellytykset Charles Darwinin evoluutioteorian hyväksytyksi tulemiselle.<sup>198</sup> Toinen edustava tietehistoriallinen esimerkki käsitteellisestä *bricolagesta* on Kopernikuksen tapaus. Hans Blumenbergin mukaan Kopernikus hyödynsi jo olemassaolevia käsitteitä perustellessaan oman järjestelmänsä oikeellisuutta. Kopernikuksen gravitaation käsitteellä on varhainen vastineensa *appetentia partiumin* käsitteessä. *Appetentia partiumin* periaatteen mukaan samankaltaisilla entiteeteillä on taipumus liittyä yhteen ja muodostaa kokonaisuus. Kopernikuksen Inertia-käsitteellä on puolestaan varhaisena mallinaan impetus-käsite.<sup>199</sup>

Konseptuaalisen *bricolagen* avulla tieteellisen toiminnan piiriin saadaan käsitteitä ja teknologioita, jotka ovat tieteharjoittajille tuttuja tieteenalan ulkopuolisen kulttuurin alueilta. Käytössä olevien käsitteiden ja teknologioiden tuttuus edistää tieteellisen toiminnan perusteita koskevan konsensuksen syntymistä tiedeyhteisössä. Erityisesti muilta luonnontieteellisiltä tieteenaloilta peräisin olevat teknologiset tai käsitteelliset komponentit vahvistavat tieteharjoittajien uskoa paradigmakandidaattiin. Lähitieteistä peräisin olevien teknologisten ja käsitteellisten komponenttien konsensusta tuottava voima perustuu implisiittiseen käsitykseen universumin essentiaalisesta homogeenisuudesta.<sup>200</sup> Tieteen piirissä esiintyvän universumin ontologisessa mielessä homogeeniseksi oletettavan käsityksen eksplikoitu ilmentymä on tieteen ykseyden idea (*unified science*).<sup>201</sup> Siitä huolimatta, että luonnontieteellisten tieteenalojen perustat ovat erittyneet yksittäisiksi paradigmoiksi, on universumin homogenisuuden periaatteella vielä retorista merkitystä. Yksinkertaisuuden kulttuurisessa aspektissa on kysymys ilmiöstä, jota Ludwik Fleck

---

<sup>198</sup> Kuhn (1977g), sivut 139-140.

<sup>199</sup> Blumenberg (1987), sivu 145.

<sup>200</sup> Katso Hesse (1974), sivu 229.

<sup>201</sup> Tieteen ykseyden periaate jakautuu epistemologiseen ja metodologiseen aspektiin. Epistemologisen aspektin mukaan kaikki tieteet ovat redusoitavissa teoreettiseen fysiikkaan. Metodologisen aspektin mukaan kaikilla tieteenaloilla voidaan käyttää samaa luonnontieteellistä metodia. Niiniluoto (1983), sivu 312.

kutsuu teorian omaan aikaansa juurtumiseksi. Hänen mukaansa vain klassisella teorialla, joka on liittynään omaan aikaansa juurtuneiden rajoitettujen ja tyylillisesti relevanttien ideoiden kanssa, on mahdollista kehittyä.<sup>202</sup>

### *Yksinkertaisuuden historiallinen problematiikka*

Tieteellinen paradigma on historiallinen muodostuma, jonka tiedeyhteisö on sosiaalisesti tuottanut käyttäen hyväkseen kulttuurisia resurssejaan.<sup>203</sup> Paradigma on kognitiivisen järjestyksen erityistapaus. Tieteessä kognitiivinen järjestys rakentuu paradigmaattisen ontologian sisältämälle fysikaalisen maailman kategorisoinnille. Tieteenalan objektialue muuttuu jatkuvasti instrumentaalisen edistyksen myötä, joten myös paradigman käsitteellisen komponentin on muututtava. Anomaliat vaikuttavat tiedeyhteisön kokemukseen paradigman pätevyydestä, mutta suoranaista falsifioivaa vaikutusta anomaliailla ei paradigmaan nähden ole. Tiedeyhteisö vaihtaa paradigman silloin, kun sen ei enää koeta olevan toimiva instrumentti maailman jäsentämisessä.

Paradigman funktionaalista luonnetta voidaan valaista kartta-metaforan avulla. Paradigma on kartan tavoin funktionaalinen yksinkertaistus kuvaamastaan fysikaalisen maailman alueesta. Funktionaalinen yksinkertaistaminen tarkoittaa sitä, että representaatio on käyttäjänsä tarpeiden mukainen yksinkertaistus kuvaamastaan fysikaalisen todellisuuden alasta. Koska kartta on yksinkertaistus, hyvän kartan kriteerinä ei voi olla sen ikoninen samankaltaisuus kuvaamansa maiseman kanssa. Gregory Bateson on kiteytetyssä muodossa ilmaissut ikonisuuden epäsopevuuden funktionaalisen kuvaamisinstrumentin pätevyyden ainoana kriteerinä toteamalla, että "kartta ei ole maisema, jota se kuvaa". Kuhn viittaa samaan asiintilaan kiistäessään ontologisen edistyksen mahdollisuuden.

---

<sup>202</sup> Fleck (1979), sivu 30. Klassisella teorialla Fleck tarkoittaa teoriaa, joka on "elinkaarensa" alkuvaiheessa eikä se vielä ole kohdannut vastaesimerkkejä. Koska klassinen teoria ei ole kohdannut vastaesimerkkejä, siihen ei myöskään ole tehty ad hoc -luonteisia korjauksia.

<sup>203</sup> Vertaa Pickering (1992), sivut 2-3. Pickering viittaa artikkelissaan termillä "kulttuuri" niiden resurssien kenttään, joita tieteenharjoittaja käyttää hyväkseen työssään.

Paradigmaattinen ontologia ei hänen mukaansa missään mielessä muutu samanlaiseksi fyysikaaliseen maailmaan kuuluvan vastineensa kanssa.<sup>204</sup> Kuhnin toteamusta ei pidä tulkita siten, ettei paradigmaattisen ontologian ja fyysikaalisen maailman välillä olisi mitään yhteyttä. Paradigmaattiseen ontologiaan kohdistuu muutospainetta aina silloin kun tieteenalan eksperimentaalinen perusta kehittyy.<sup>205</sup> Kartan on muututtava silloin kun maisema muuttuu.

Paradigman yksinkertaisuudella on sisäinen ja ulkoinen historiallisuutensa. Paradigman sisäinen historiallisuus konstituoituu paradigman muuttumisessa aktuaalistamisprosessin myötä tentatiivisesta ongelmanratkaisusta loppuunkuluneeksi paradigmaksi. Paradigman yksinkertaisuuden ulkoinen historiallisuus konstituoituu paradigman temporaalisessa mielessä perkkäisistä lokalisoitumisista yleisen kulttuurin kehityksessä. Yksinkertaisuutta koskevan tematisoinnin lähtökohtana on yksinkertaisuuden kognitiivinen aspekti. Tähän aspektiin sisältyvät ihmisen kognitiivisen kapasiteetin rajallisuuden asettamat yksinkertaisuuden määräytymiseen vaikuttavat tekijät. Paradigmaa aktuaalistettaessa objektialue muuttuu, joten myös paradigman on muututtava. Objektialueen muutos konkretisoituu tieteenalalla käytettävien instrumenttien ja teknologioiden muutoksena. Tämä kehitys muodostaa yksinkertaisuuden ominaisuuden sisäisen historiallisuuden.

Yksinkertaisuuden ulkoinen historiallisuus tarkoittaa sitä, että paradigma on aina lokalisoitunut myös tieteenalan ulkopuolisen kulttuurin kehukseen. Paradigman lokalisaatio muuttuu paradigman sisäisen kehityksen myötä ja tieteenalan ulkopuolisen kulttuurin kehityksen myötä. Tieteenalan ulkopuolisen kulttuurin muutokset eivät välttämättä tapahdu samanaikaisesti eivätkä samansuuntaisesti tieteenalan sisäisten muutosten kanssa.<sup>206</sup> Tieteellisen toiminnan tasolla paradigman yksinkertaisuuden ulkoinen historiallisuus realisoituu muutoksina tieteellisessä *bricolagessa* käytettäväksi tarjotuvassa

---

<sup>204</sup> Kuhn (1970c), sivu 206.

<sup>205</sup> Katso alaluku "tieteenalan eksperimentaalinen perusta".

<sup>206</sup> Ernan McMullin nimittää teorian ja tieteenalan ulkopuolisten teorioiden sekä yleisten odotusten välistä yhteensopivuutta ulkoiseksi konsistenssiksi (*external consistency*). McMullin (1983), sivu 15.

materiaalissa.<sup>207</sup>

Temporaalisesti peräkkäiset saman tieteenalan paradigmat muodostavat historiallisen jatkumon, jossa tieteenalan yksinkertaisuus vaihtelee jaksottain. Normaalitieteellinen vaihe muodostaa aina yhden jakson, jonka aikana yksinkertaisuus vähenee. Kriisitieteen vaiheessa, kun paradigma on kulumassa loppuun, yksinkertaisuuden määrä on kaikkein pienimmillään. Kriisitiede muuttuu vallankumokseksi siinä vaiheessa, kun jokin kilpaileva paradigmatkandidaatti syrjäyttää vallitsevan paradigman. Uuden paradigman mukaisen normaalitieteen alussa tieteenalan teoreettinen yksinkertaisuus on korkealla tasolla alentuakseen jälleen paradigman aktuaalistamisprosessin myötä.

Tieteenalan sisäisen yksinkertaisuuden historia on dialektinen prosessi. Kehitystä tapahtuu samanaikaisesti sekä konseptuaalisella tasolla että materiaalisen proseduurin tasolla. Tieteen tasot ovat jatkuvassa muutoksen tilassa ja tieteenharjoittajien täytyy sovittaa niitä koko ajan toisiinsa.<sup>208</sup> Mikään paradigma ei voi loputtomasti sopeutua objektialueelta nouseviin anomaliaihin. Sopeuttamisessa käytettävien *ad hoc* -luonteisten korjausten johdosta paradigman monimutkaisuus kasvaa liian suureksi, jotta se voisi toimia instrumentaalisesti edistyvän tieteellisen toiminnan perustana.<sup>209</sup> Tieteenalan sisäisen yksinkertaisuuden dialektisuus tarkoittaa sitä, että vallitseva paradigma tuottaa hylkäämissä ehdot eksperimentaalissa perustassa mittaustulosten tarkentumisen seurauksena. Eksperimentaalisen perustan kehitys johtaa siihen, että sellaisia mittaustuloksia, joita edeltävien kehitysvaiheiden aikana pidettiin todistuksena paradigman korrektiudesta tullaan myöhemmissä vaiheissa pitämään joko mittausvirheinä tai anomaliaina. Koska tieteenalan vanhan paradigman tuottama eksperimentaalinen perusta toimii myös sen

---

<sup>207</sup> Katso luku "yksinkertaisuuden kulttuurinen problematiikka". Kulttuurin sisältämien käsitteellisten ja teknologisten resurssien kokonaisuuden sisältö muuttuu. Selitysmallien ja teknologioiden statukset muuttuvat. Edistyskellinen muuttuu vanhanaikaiseksi ja elegantti banaaliksi.

<sup>208</sup> Ackermann (1985), sivut 148-149.

<sup>209</sup> Paradigman sisäinen koherenssi (*internal coherence*) katoaa. Katso McMullin (1983), sivu 15. Ernan McMullinin mukaan sisäinen koherenssi tarkoittaa sitä että teoria pysyy koossa. Toisin sanoen teoriassa ei saa olla loogisia epäjohdonmukaisuuksia, eikä selittämättömiä yhteensattumia. Hänen mukaansa Ptolemaiolainen tähtitiede on klassinen esimerkki teoriasta, jolta puuttuu sisäinen koherenssi.

kumoamisen perustana ei tieteellinen vallankumous ole koskaan kaikkia tieteen tasoja koskeva. Uuden paradigman on aina sovittauduttava vanhan paradigman tuottamaan eksperimentaaliseen perustaan. Sovittautumisen tunnusmerkkinä on uuden paradigman kyky ratkaista vanhan paradigman anomaliaita.

### *Yksinkertaisuuden sosiaalinen problematiikka*

Luonnontieteellisen tiedon subjekti on paradigman ympärille ryhmittynyt tiedeyhteisö, joka tuottaa tieteellisen tiedon kollektiivisesti normaalitieteellisiä paradigman aktuaalistamisen operaatioita suorittaessaan. Normaalitiede perustuu työnjaolle, jossa yksittäinen tutkija tai tutkimusryhmä työskentelee paradigman kannalta relevantin ongelman parissa.<sup>210</sup> Pitkälle kehittyneen työnjaollisen erikoistumisen vaiheessa Kuhnin kritisoima Fleckin käsitys tiedeyhteisöstä toiminnallisessa mielessä yksilönä saattaa olla osuva.<sup>211</sup> Materiaalisessa mielessä paradigman uusintaminen koostuu yksittäisten tieteenharjoittajien suorittamista paradigman aktuaalistamisen akteista. Tiedeyhteisö kuitenkin antaa suunnan paradigman uusintamiselle joko hyväksymällä tai hylkäämällä tieteenharjoittajien suorittamat paradigman aktuaalistamisen aktit. Tieteenharjoittaja perustelee saamansa tulokset ja asettaa ne tiedeyhteisön tarkasteltaviksi.<sup>212</sup>

Kypsät tieteenalat ovat siinä määrin eriytyneitä, että esimerkiksi eri luonnontieteiden edustajat eivät tunne toistensa tieteenaloja. Eriytymistä on tapahtunut myös kypsien tieteenalojen sisällä, eikä kenelläkään tiedeyhteisön jäsenistä ole kattavaa kokonaiskuvaa tieteenalastaan. Eräänä ilmaisuna tieteenalan sisäisestä erikoistumisesta on tiettyjen erityistä asiantuntemusta edellyttävien tehtävien suorittamiseen erikoistuneen profession syntyminen. Celia ja David Bloorin tutkimus teollisuuden palveluksessa työskentelevien

---

<sup>210</sup> Ackermannin mukaan työnjako on erityisen pitkälle kehittynyt fysiikassa, jossa monet laboratoriot kykenevät valmistamaan teoreettisessa mielessä ekvivalentteja otoksia. Ackermann (1985), sivut 114-115.

<sup>211</sup> Kuhn (1979), sivu xi.

<sup>212</sup> Douglasin mukaan kyseisessä sosiaalisessa kontekstissa vallitseva kosmologia tarjoaa tieteenharjoittajalle lähtökohdat tekemiensä ratkaisujen perustelemiseen. Douglas (1978), sivu 6.

tutkimusryhmien jäsenistä sisältää esimerkin erikoistuneesta asiantuntijasta. Asiantuntija (tässä tapauksessa "tohtori Grange") konsultoi laboratorioissa kehitellen erilaisten mittausten edellyttämiä instrumentaatioita. Hän ei kuulu mihinkään tutkimusryhmään, vaan matkustaa aina sinne missä tarvitaan hänen erityistä teknologista osaamistaan. "Tohtori Grangen" työn edellytyksenä on sen laatuinen paradigman yksinkertaisuus, joka mahdollistaa tutkimuksen jakamisen vaiheisiin siten, että yksittäisen vaiheen suorittajan ei tarvitse tuntea paradigmaa laajassa mielessä, vaan hän voi toimia pragmaattisen toimivuuden kriteerin mukaisesti. "Tohtori Grangea" kiinnostaa vain se, toimiiko hänen mustaksi laatikoksi (*black box*) nimittämänsä instrumentaatio vai ei.<sup>213</sup>

Työnjaon eriytymiseen perustuva yksinkertaisuus realisoituu siten, että tiedeyhteisö pystyy ratkaisemaan entistä suuremman määrän ongelmia. Paradigma itsessään ei muutu kehittyvän työnjaollisen erikoistumisen myötä yksinkertaisemmaksi, vaan muutos koskee tieteellisen toiminnan luonnetta. Yksinkertaisuus, joka realisoituu toiminnassa edellyttää uuden tyyppisen toiminnallisen yksinkertaisuus-käsitteen kehittämistä, sillä perinteisessä mielessä yksinkertaisuutta pidetään representaation ominaisuutena. Toiminnallinen yksinkertaisuus ilmenee rutiininomaisuutena tieteellisessä toiminnassa. Rutiininomaisuus perustuu tieteen tasojen ongelmattomaan ja vähän poikkeuksia sisältävään kombinoitumiseen. Tasojen välisen kombinoitumisen ongelmat ilmenevät anomalioidena, joiden käsitteleminen pitää toiminnallisen yksinkertaisuuden jatkuvassa muutoksen tilassa. Toiminnallisessa yksinkertaisuudessa on kysymys tieteenalan ja sen objektialueen välisen vuorovaikutuksen tilasta, jonka muutoksia voidaan kuvata tarkastelemalla tiedeyhteisön soveltamia anomalioiden käsittelyn strategioita.

---

<sup>213</sup> Bloor & Bloor (1982).

## IV Normaalitieteen ylläpitäminen

Normaalitieteen vaiheessa tiedeyhteisön toimintaa ohjaavat yksittäisten pulmatehtävien ratkaisemiseen liittyvät päämäärät. Tiedeyhteisön ja tieteenalan objektialueen välisen vuorovaikutusstruktuurin toimivan tilan ylläpitäminen on vain normaalitieteellisten operaatioiden sivutuote. Paradigman aktuaalistamiseen sisältyviä ongelmia ratkaistessaan tieteenharjoittaja tekee valintoja, jotka edistävät jonkin paradigmaan sisältyvän arvon vaikutusta normaalitieteeseen. Tieteenharjoittajat tekevät normaalitieteellisiä operaatioita suorittaessaan valintoja tietämättöminä valintojensa tuottamista seurauksista tieteellisen paradigman "elinkaarelle". Mary Douglasin mukaan kulttuuriteoreettisissa lähestymistavoissa yksilöiden valintojen katsotaan olevan kannottoja joko vallitsevan järjestelmän puolesta tai sitä vastaan.<sup>214</sup>

Arvojen välinen dynamiikka määrää vallitsevan paradigman olemassaolosta. Tieteenala kriisiytyy, kun arvojen välinen tasapaino järkkyy. Paradigman uusintaminen tulee tietoisesti valittavaksi vaihtoehdoksi vasta kriisitieteen vaiheessa, jossa vallitsevan paradigman kilpailijan ilmaantuminen kyseenalaistaa paradigman itseänselvyyden. Normaalitieteellisten ongelmien parissa työskentelevät tieteenharjoittajat eivät tietoisesti uusinna paradigmaa. Heidän ensisijaisena päämääränään on yksittäisen tieteellisen ongelman ratkaiseminen paradigman edellyttämällä tavalla.<sup>215</sup>

Anomalisten löydösten yhteydessä esitetyt perustelut ovat kaikkein informatiivisimpia yksinkertaisuuden sosiaalista aspektia koskevan tarkastelun kannalta. Tieteenharjoittaja

---

<sup>214</sup> Douglas (1996a), sivu 43.

<sup>215</sup> Kuhn (1970a), sivu 21.



joutuu anomalian instanssin tapauksessa valitsemaan anomalian käsittelyn strategian, joka edistää jotakin tieteenharjoittamista ohjaavista arvoista. Ernán McMullinin mukaan kaikkien paradigman sisältämien arvojen samanaikainen edistäminen ei ole mahdollista.<sup>216</sup>

### *Anomalioiden merkitys*

Anomalioiden rooli tieteenalan kehityksessä on kaksijakoinen. Ne ovat normaalitieteen kannalta sekä destruktiivisia että konstruktivisia. Anomalioiden destruktiivisuus ilmenee siten, että ne tuottavat kasautuessaan ennen pitkää tieteellisen kriisin. Anomaliat ovat normaalitieteen kannalta konstruktivisia siinä mielessä, että niiden ratkaiseminen tuottaa tieteellisiä innovaatioita. Anomalian ilmaantuminen tuottaa paradigman konseptuaaliseen komponenttiin suuntautuvan "feedback-efektin", joka konkretisoituu mielekkäänä tieteellisenä ongelmanratkaisutilanteena. Kypsän tieteen vaiheessa esimerkiksi odottamattomien mittaustulosten tuottama ongelma asettuu tieteenharjoittajan ratkaistavaksi teoreettisen kehyksen mukaisesti spesifioituneena. Kaikki ongelmat, joita normaalitieteellisen tiedeyhteisön jäsenet kohtaavat muuttuvat paradigman organisaation ongelmiksi.<sup>217</sup>

Kuhnin mukaan tieteellisiä teorioita voidaan anomalian ilmaantuessa modifioida *ad hoc*-luonteisten korjauksien avulla. Minkä tahansa anomalian tuottaneen kokeen tai mittauksen tarkkuus ja relevanssi voidaan aina kyseenalaistaa. *Ad hoc*-luonteisten korjauksien tuottaminen anomalioiden eliminoinemiseksi on keskeisellä sijalla normaalitie-

---

<sup>216</sup> McMullin (1983), sivu 21. Paradigman aktuaalistamista ohjaavat arvot muodostavat järjestelmän, jossa yhden arvon edistäminen ehkäisee jonkin toisen arvon vaikutusta. Tieteenharjoittajat suorittavat anomalian käsittelyn strategioiden valintoja ja perustelevat valintojaan vetoamalla paradigman sisältämiin arvoihin.

<sup>217</sup> Vertaa Douglas (1986), sivu 92. Ratkaisemattomat ongelmat muuttuvat tieteenharjoittajan ongelmiksi.

teessä.<sup>218</sup> Kuhn varioi Duhem-Quine -teesiä, jonka mukaan kokeen tuottaessa ei-toivotun tuloksen voidaan säästää teoria vetoamalla taustaoletusten virheellisyyteen. Taustaoletuksiin tehdään tarvittaessa anomalian paradigmaan sopeuttamisen edellyttämät korjaukset. Observaatioiden "haastaminen" ja teorioihin tehtävät korjaukset ovat aktiviteetteja, jotka edistävät tieteellisen tiedon kasvua.<sup>219</sup> Fleckin mukaan tieteellinen keksiminen on kiinteästi yhteydessä sen kanssa, joka tiedetään virheelliseksi.<sup>220</sup> Mielipidejärjestelmän säästäminen vastaesimerkeistä huolimatta on tieteen edistymisen edellytys.<sup>221</sup> Paul Feyerabend nimittää paradigman säästämistä anomaliaista huolimatta itsepintaisuuden periaateeksi (*principle of tenacity*). Paradigman kohtaamien anomalioiden käsittelemiseksi joudutaan tekemään korjauksia vanhoihin eksperimentaalisiin teknologioihin ja kehittämään uusia teknologioita. Tällä tavoin itsepintaisuuden periaate tuottaa tieteen instrumentaalisen edistymisen. Vallitsevan paradigman pysyvä preferointi anomaliaihin nähden liittyy Feyerabendin omaksumaansa pluralistiseen metodologiaan. Feyerabendin mukaan hänen oma kantansa eroaa Kuhnin kannasta siinä, että Kuhn ei ole valmis käyttämään samanaikaisesti yhteensopimattomia teorioita.<sup>222</sup>

---

<sup>218</sup> Kuhn (1970a), sivu 13. Kuhnin mukaan Lakatos kuvaa ansiokkaasti sitä roolia, joka *ad hoc* -luonteisilla korjauksilla on tieteen edistymisessä. Kuhn (1970a), sivu 13. Lakatos kehitti oman mallinsa matematiikan filosofiaa käsittelevässä teoksessaan "*Proofs and Refutations*". Lakatos esittelee Eulerin teoreemasta käytyä debattia kuvitellun dialogin muodossa. Dialogin avulla Lakatos esittää Eulerin teoreemaa koskevan debatin historiasta rationaalisen rekonstruktion. Dialogi-muotoinen esitystapa heijastelee Lakatosin mukaan tieteen kehityksen dialektiikkaa. Hänen mielestään matemaattinen tieto ei kasva lineaarisesti, vaan spekulatiivisesti, kritiikin, kumoamisen ja perustelun "logiikan" avulla. Lakatos (1983).

<sup>219</sup> Kuhn (1970a), sivu 13.

<sup>220</sup> Fleck (1979), sivu 30.

<sup>221</sup> Fleck (1979), sivu 27. Fleck käyttää ilmaisua "mielipidejärjestelmä" ilmaisun "teoria" asemesta siksi, että tieteen konseptuaaliset konstruktiot tavoittelevat loogista muotoa siinä onnistumatta. Fleck ymmärtää tieteellisen maailmankuvan olennaisesti heterogensempana muodostelmana kuin *statement view*. Mielipidejärjestelmät eivät ole väitelauseiden loogisesti järjestettyjä kokoelmia, vaan ne ovat holistisia yksiköitä, jotka determinoivat ja ehdollistavat tiedeyhteisön jäsenten havainnot. Fleck (1979), sivu 38.

<sup>222</sup> Feyerabend (1970), sivu 203. Tarkkaan ottaen Feyerabendin Kuhnin koskeva väite ei pidä paikkaansa. Paradigmaan voi sisältyä sen omien aktuaalistamisteorioiden ohella vanhan paradigman aktuaalistamisteorioita. Vanhan paradigman aktuaalistamisteoriat ovat yhteensopimattomia uuden teorian aktuaalistamisteorioiden kanssa. Näiden yhteensopimattomien teorioiden statukset poikkeavat toisistaan siten, että vanhan paradigman sisältämät teoriat ovat vain konseptuaalisia instrumentteja, joiden avulla saadaan uuden paradigman kannalta relevantteja lukuarvoja. Teoksessa Verronen (1986) vallitsevan paradigman apukonstruktionä käytettäviä vanhan paradigman aktuaalistamisteorioita nimitetään kalkulaattoreiksi.

Anomalioiden käsittely ei ole yksinomaan intellektuaalinen tai teknologinen ongelma, vaan tieteellistä toimintaa ohjaaviin arvoihin kytkeytyneenä sillä on myös sosiaalinen ulottuvuus.<sup>223</sup> Valittu anomalian käsittelyn strategia edistää jotakin paradigman sisältämää arvoa. Koska kaikkia arvoja ei kuitenkaan voida edistää saman strategian avulla, joudutaan kypsillä tieteenaloilla ristiriitaan teorian käyttökelpoisuuden edellyttämän yksinkertaisuuden ja muiden paradigman aktuaalistamista ohjaavien arvojen edistämisen välillä.<sup>224</sup> Kun paradigma menettää yksinkertaisuutensa joudutaan kriisitieteen vaiheeseen. Kriisitieteestä tieteelliseen vallankumoukseen ei jouduta yksinomaan anomalioiden olemassaolon vuoksi. Anomalioiden kasautuminen on tieteellisen vallankumouksen välttämätön, mutta ei riittävä ehto. Ensiksi tarvitaan vaihtoehtoinen paradigmakandidaatti ja toiseksi vallankumous edellyttää myös erityisiä tiedeyhteisön sosiaaliseen rakenteeseen liittyviä olosuhteita. Anomalioiden kasautumisen on kytkeydyttävä jollakin tavoin selviytymisarvon käsitteeseen eli se on koettava uhkaksi yhteisön olemassaololle.<sup>225</sup>

### *Anomalioiden käsittely ja arvot*

Anomalioiden käsittelyn strategioiden valinnan poikkeamat selitetään kuhnlaisessa tietenteoriassa kognitiivisten arvojen preferenssien tieteenharjoittajakohtaisella poik-

---

<sup>223</sup> Tieteen käsittäminen sosiaalisesti toiminnaksi on varsin uusi asia tieteenfilosofiassa. Vielä kahdeksankymmentäluvulla käytiin debattia siitä, missä määrin rationaalinen luonnontiede voi olla sosiologisen tutkimuksen kohteena. Traditionaalisen tieteensosiologisen asenteen mukaan oikeiden luonnontieteellisten uskomusten synty voidaan selittää vetoamalla vallitseviin metodisääntöihin. Väärien uskomusten syntyminen selitetään osoittamalla, että metodisääntöjä on rikottu. Tieteenulkopuolisen häiriötekijän vaikutuksen katsotaan olevan yleisin väärien uskomusten tuottaja. Traditionaalisen tieteensosiologisen näkemyksen uusimpia edustajia ovat muiden muassa Imre Lakatos ja David Bloorin opponenttina symmetria-teesiä koskevassa debatissa toiminut Larry Laudan. Bloorin muotoilemiin tieteensosiologian vahvan ohjelman teeseihin sisältyvä symmetria-teesi oli tämän debatin keskipisteessä. Katso Bloor (1984) ja Laudan (1984). Symmetria-teesin mukaan sekä tosien että väärien uskomusten synty voidaan selittää samankaltaisiin syihin vetoamalla. Bloor (1991), sivu 7.

<sup>224</sup> McMullin (1983), sivu 21. Esimerkiksi paradigman laajuuden ja yksinkertaisuuden arvoja on vaikeaa sovittaa yhteen.

<sup>225</sup> David Bloorin mukaan tieteellisiä vallankumouksia tapahtuu vain enklavistisissa yhteisöissä. Katso Bloor (1983), sivut 142-143.

keamilla.<sup>226</sup> Kognitiiviset arvot "alideterminoivat" arvojen yksittäiset sovellutukset, joten strategian valintaa koskevat käsitykset voivat vaihdella tieteenharjoittajasta riippuen.<sup>227</sup> Anomalioiden käsittelyn strategian valitseminen on tapahtuma, jossa risteävät kognitiivisten arvojen soveltamisen muodostavat arvottamisen ja arvioimisen prosessit. Arviointia suorittaessaan tieteenharjoittaja punnitsee, missä määrin hänen strategiansa realisoi hänen preferoimaansa kognitiivista arvoa. Tieteenharjoittaja päätyy preferoimaan jotakin kognitiivista arvoa arvottamisen perusteella. Arvottamista suorittaessaan tieteenharjoittaja selvittää kognitiivisen arvon merkittävyyden tieteen edistymisen kannalta.<sup>228</sup>

Ernan McMullin katsoo sekä arvioinnin että arvottamisen olevan yksittäisen tieteenharjoittajan asioita. Myös Kuhn näyttää ajattelevan samasuuntaisesti todetessaan tieteenharjoittajien poikkeavan toisistaan kognitiivisten arvojen soveltamisessaan.<sup>229</sup> Tieteen edistymisen ymmärtämisen kannalta olisi tärkeää selvittää tieteenharjoittajakohtaisen arvojen soveltamisen invarianssin luonnetta. Missä määrin tieteenharjoittajien toisistaan poikkeavissa valinnoissa on kyse kognitiivisista poikkeamista ja missä määrin aidosti normatiivisista poikkeamista? Arviointi on prosessi, jossa pyritään selvittämään tentatiivisen ongelmanratkaisustrategian pätevyys vertaamalla sitä olemassaolevaan eksemplariin. Koska eksemplarit ovat normaalitieteessä esimerkin asemassa, niiden uskotaan yleisesti realisoivan tieteen kannalta tärkeiksi arvoitettuja kognitiivisia arvoja. Arviointia suoritettaessa normatiivinen kysymys on jo ratkaistu. Tentatiivinen ongelmanratkaisustrategia on normatiivisessa mielessä pätevä, mikäli sen katsotaan olevan riittävän suuressa määrin samanlainen eksemplarin kanssa. Samanlaisuuden selvittämiseen pyrkivässä arvioimisessa on kysymys kognitiivisesta prosessista. Tiedeyhteisö puolestaan joko hylkää tai hyväksyy yksittäisen tieteenharjoittajan valitseman strategian vertaamalla sitä eksemplareihin. Kuhnin mukaan tiedeyhteisöissä yksilön luovaa työtä arvioidaan

---

<sup>226</sup> Kuhn (1970b), sivu 262.

<sup>227</sup> McMullin (1983), sivu 9.

<sup>228</sup> Katso McMullin (1983), sivu 5.

<sup>229</sup> Kuhn (1970c) ja McMullin (1983), sivu 16.

tarkemmin kuin muissa profesioissa.<sup>230</sup>

Arvottaminen on puolestaan normatiivinen operaatio. Kognitiivisten arvojen keskinäisen suhteen arvottaminen ei ole yksittäisen tieteenharjoittajan asia, sillä arvokysymykset ovat tieteenalan perusteita koskevaa spekulatiota eikä niillä ole sijaa kypsän tieteenalan normaalitieteessä. Kognitiivisten arvojen keskinäisen suhteen määrittävä dispositio on paradigman osa, joka ei ole muutettavissa yksittäisten tieteenharjoittajien tietoisien toiminnan kautta. Arvojen dispositio muuttuu tieteenharjoittajien siihen pyrkimättä heidän primääristen, paradigman aktuaalistamiseen liittyvien tavoitteidensa toteuttamisen edellyttämien operaatioiden sivutuotteena.<sup>231</sup> Paradigman sisältämä arvojen dispositio ali-determinoi arvojen käytännön sovellutukset. Paradigman käytännön sovellutusten kokonaisuus ei ole ennen paradigman aktuaalistamista johdettavissa arvoista. Tieteenharjoittajan voidaan olettaa kohtaavan kognitiivisten arvojen ja paradigman käytännön sovellutusten välisen alideterminaatio-suhteen konstruoidessaan uuden paradigman ensimmäisen eksemplaarin.<sup>232</sup> Sen sijaan paradigman aktuaalistamisen myötä anomalian käsittelyn strategian valintaa koskevat arviot suoritetaan vertaamalla tentatiivista ratkaisua eksemplariin.

Yksittäinen tieteenharjoittaja joutuu vastatusten kognitiivisten arvojen ja käytännön

---

<sup>230</sup> Kuhn (1970c), sivu 164.

<sup>231</sup> Mary Douglasin mukaan likaa (*dirt*) syntyy sivutuotteena yritettäessä sopeuttaa kosmologioita todellisuuteen. Lika on epäjärjestyttä ja sen torjuminen ei ole ilmausta pelosta, vaan ympäristön positiivisesta uudelleenmuokkaamisesta ja kokemuksen yhtenäisyyden tuottamisesta. Douglas (1984), sivu 2. Lika on analoginen anomalioiden kanssa. Anomalioiden kasautumisen aiheuttama arvodisposition muutos ilmenee kriisitieteeseen liittyvänä tieteenharjoittamista säätelevien standardien väliaikaisena hölytymisenä. Arvojen disposition muutosta voidaan tarkastella myös paradigman aktuaalistamisen piilofunktiona (Merton) tai konstraintionaalisena seurauksena (Sartre). Vaikuttaa siltä, että Kuhn on piilofunktiokäsityksen kannalla puhuessaan tieteellisen vallankumouksen tieteellistä kulttuuria uudistavasta vaikutuksesta.

<sup>232</sup> Ensimmäisen eksemplaarin konstruoinnista puhuminen on ongelmallista. Sen hetken määrittäminen, jonka jälkeen anomalian ei-konventionaalinen ratkaisu muuttuu uuden paradigman eksemplaariksi on Kuhnin mukaan mahdotonta. Esimerkiksi hapen keksiminen on useiden henkilöiden ponnistusten tulos ja se muodostaa vuosikymmenien mittaisen kompleksisen prosessin. Kuhnin mukaan keksiminen on kaksivaiheinen prosessi. On ymmärrettävä, että jotakin on keksitty ja on myös ymmärrettävä mitä tuo jotakin on. Keksinnöllä on merkitystä vasta sitten, kun se kyetään assimiloimaan paradigmaan. Kuhn (1977e), sivut 170-171.

sovellutusten välisen alideterminaation kanssa vain tieteellisten vallankumousten aikana, kun millään tiedeyhteisön hegemoniasta kamppailevalla ryhmällä ei vielä ole kiistatonta auktoriteettia. Tieteellisten vallankumousten vaiheessakin alideterminaatio-suhteen kohtaaminen on usein vain periaatteellista, sillä kypsillä tieteenaloilla halutaan operoida vain tieteen horisontaalisella dimensiolla ja välttää siirtymistä tieteen vertikaaliselle dimensiolle. Tieteenharjoittajat turvautuvat oman tieteenalansa eksperimentaaliseen perustaan ja etsivät teoreettiseksi komponentiksi sopivaa konseptuaalista materiaalia muilta tieteen- ja kulttuurin aloilta. Vertikaaliselle dimensiolle siirtyminen halutaan välttää, sillä kypsillä tieteenaloilla halutaan vallankumouksen vaiheessakin saada instrumentaalinen edistys mahdollisimman pian uudelleen alkamaan.

#### *Anomalioiden käsittelyn strategioiden malli*

Kirjassaan "*Wittgenstein - a Social Theory of Knowledge*" David Bloor kehittää kielipelejä vertailevaa teoriaa. Hänen pyrkimyksensä on kielipelien muuttumisen "mekanismien" eksplikoiminen. Kielipelin muutoksesta seuraa käytettävien kriteereiden, perheyhtäläisyys-ryhmittelyjen, tarpeiden ja tarkoitusten muuttuminen. Blooria kiinnostaa se tapa, jolla elämänmuotojen (*forms of life*) sisältämät maailmaa koskevat kategorisoinnit pidetään koskemattomina. Kategorisointien yllä pitäminen edellyttää anomalioiden käsittelemistä. Tässä vaiheessa tieteeseen sisältyvää anomalioiden käsittelyä kuvattaessa käytetään David Bloorin lähinnä Mary Douglasin tekstien perustalta kehittämää mallia.<sup>233</sup>

Mary Douglas on konstruoinut mallin, jonka avulla on mahdollista tematisoida erilaisia poikkeuksien käsittelyn strategioita. Douglas yhdistää anomalioiden käsittelyn strategioiden valinnan yhteisössä vallitsevaan yhteisörakenteeseen. Yhteisörakenne määrää tyypillisen tavan vastata anomaliaihin, mutta ei determinoi yksilöiden valintoja. Mikään

---

<sup>233</sup> Bloor (1983), sivu 138. Katso myös Bloor (1986), (1982) ja Bloor & Bloor (1982). Anomalioiden käsittelyn mallissaan Bloor hyödyntää Ludwik Fleckin, Imre Lakatosin ja Mary Douglasin tekstejä. Fleck (1979), (1986a) ja (1986b) Lakatos (1977), Douglas (1966), (1973), (1975) ja (1978).

ei estä yksilöitä valitsemasta epätyypillistä anomalioiden käsittelyn strategiaa. Poiketessaan valinnoissaan normaalista yksilö saattaa yhtäältä kokea sosiaalista painostusta, mutta toisaalta hänen toimintansa saattaa aiheuttaa myös muutoksia yhteisörakenteessa.<sup>234</sup> David Bloorin mukaan valitun anomalian käsittelyn strategian soveltamisen menestyksellisyys on riippuvainen tiedeyhteisössä vallitsevasta tilanteesta. Kyse on siitä, missä määrin on mahdollista mobilisoida tiedeyhteisön piiristä tukea valitun strategian soveltamiselle.<sup>235</sup>

Douglasin yhteisörakenteiden tematisoimiseen kehitelemä tytopoginen malli rakentuu kahden variaabelin avulla muodostettuun nelikenttään. Ensimmäinen variaabeli (*grid*) määrittää sen asteen, kuinka voimakkaasti yksilön elämää kontrolloidaan yhteisössä. Vähäinen kontrolli (*low grid*) ilmenee yksilön elämää koskevien sääntöjen neuvoteltavuutena ja toimijoiden välisenä suhteellisen suurena tasa-arvoisuutena, kun taas voimakas kontrolli (*high grid*) saa ilmaisunsa suuressa määrässä sääntöjä, joihin toimijat itse eivät suoranaisesti voi vaikuttaa. Toinen variaabeli (*group*) määrittää sen millä intensiteetillä yhteisö kontrolloi ryhmän jäsenten ja ei-jäsenten välistä rajaa. Näiden kahden variaabelin avulla Douglas muodostaa tytopogian joka mahdollistaa kaikkien kuviteltavissa olevien yhteisöjen luokittelun neljään kategoriaan.<sup>236</sup>

Yhteisörakenne ja koherentti maailmankuva ovat yhteisölle itseisarvoja. Yhteisön adaptoituminen todellisuuteen edellyttää molempien edellä mainittujen rakenteiden olemassaoloa. Maailmankuvan eli kosmologian koherenssin säilyttäminen edellyttää yhteisöltä jatkuvaa toimintaa sen sopeuttamiseksi todellisuuden ilmiöihin. Erilaisilla elämänmuodoilla on omat tyypilliset tapansa käsitellä anomaliaita. Douglas vertaa anomalioiden käsittelyn tapaa siihen tapaan, jolla kussakin yhteisössä käsitellään muukalaisia. Luonnon luokitteluun liittyvien poikkeusten käsittely on sosiaalsiin luokitteluihin liittyvien

---

<sup>234</sup> Douglas (1978), sivu 13.

<sup>235</sup> Bloor (1983), sivu 147.

<sup>236</sup> Douglas (1978).

poikkeusten käsittelemisen symbolinen akti.<sup>237</sup>

Douglasin mukaan modernien yhteisöjen ja niin sanottujen primitiivisten yhteisöjen käyttämät fysikaalisen maailman kategorisoinnin tavat ovat samantyyppisiä. Tämän samastuksen ansiosta Douglasin lähestymistapa soveltuu myös tieteessä käytettävien kategorisointien ja tiedeyhteisön sosiaalisen järjestelmän välisen suhteen tarkasteluun. Douglasin mukaan fysikaalista maailmaa kategorisoivan järjestelmän ylläpitäminen on arvokasta, koska järjestelmän ymmärtäminen itsessään on onni. Tietämisen onneen sisältyy myös tietämättömyyden tuottamien ongelmien välttäminen. Tieteellisen paradigman tai primitiivisen kosmologian mukainen todellisuuden rajaus tuottaa "turvallisuutta". Jokainen heimoyhteiskunta asettaa jonkin vaaran pelättäväkseen ja määrittää demarkaatiolinjat kontrolloidakseen pelkoaan. Tämä operaatio mahdollistaa sen, että ihmisten ei tarvitse pelätä periaatteessa lukemattomia muita potentiaalisia, uhkaavuudeltaan samanarvoisia vaaroja. Strukturoitumaton yhteisö ei puolestaan tarjoa kiinteää vaarojen rajaamisen periaatetta, vaan jättää jäsenensä pelkojen armoille.<sup>238</sup> Douglasin käsitys muistuttaa merkittävässä määrin Kuhnin selitystä sille, miksi jokin esi-paradigmaattisen vaiheen koulukunta pääsee hegemoniseen asemaan tiedeyhteisössä. Hegemoniseen asemaan pääsee se koulukunta, joka keskittyy "vain johonkin erityiseen osaan liian suuressa ja epämääräisessä informaatiokasutuksessa."<sup>239</sup>

Yhteisörakenteen ja siihen liittyvän kosmologian merkitys on tiedeyhteisölle samankaltainen kuin niin sanotulle primitiiviselle yhteisölle. Tiedeyhteisön tapauksessa pelättävän vaaran tilalle asettuu tieteellinen ongelma. Potentiaalisten tieteellisten ongelmien

---

<sup>237</sup> Bloor (1986), sivu 390. Mary Douglasin fysikaalisen maailman kategorisointia koskevaa lähestymistapaa voidaan pitää durkheimilaisena. Durkheimin tapaan Douglas olettaa läheisen yhteyden maailmankuvan ja sosiaalisen järjestelmän rakenteen välillä. Durkheimin mukaan yhteisön todellisuutta koskeva kategorisointi on yhteisörakenteen homologinen peili. Keskeisin ero Douglasin ja Durkheimin lähestymistapojen välillä on siinä että Douglas ei hyväksy Durkheimin oletusta modernisaation maailmankuvan ja yhteisörakenteen väliselle suhteelle tuottamasta muutoksesta. Kyse on primitiivisten yhteisöjen mekaanisen solidaarisuuden korvautumisesta modernien yhteisöjen työjaolle rakentuvalla orgaanisella solidaarisuudella.

<sup>238</sup> Douglas (1979), sivut 246-247.

<sup>239</sup> Kuhn (1970c), sivu 17.



periaatteessa äärettömästä joukosta paradigma rajaa tieteenalan kannalta relevantit ongelmat. Ongelmien joukon rajat eivät ole kiinteät, vaan joukkoon kuuluvat alkiot selviävät vasta aktuaalistamisprosessin myötä. Paradigma myös sisältää informaatiota ongelmien ratkaisemisesta. Yhteisen kosmologiansa ansiosta tiedeyhteisön jäsenet tietävät kuinka perustella väitteitään ja kuinka saada kollegat liittymään kollektiiviseen toimintaan. Tiedeyhteisön jäsenet voivat legitimoida kosmologian mukaisten toimintatapojen ulottamista uusille alueille niiden tähänastiseen toimivuuteen vedoten. Douglas nimittää oletusta, jonka mukaan koko maailma toimii vallitsevan kosmologian mukaisesti koherenssin periaatteeksi.<sup>240</sup>

Seuraavassa esitellään neljä erilaista yhteisö rakenne-tyyppiä Douglasin typologian mukaisesti. Jokaisella yhteisötyypillä on oma tyypillinen tapansa käsitellä anomaliaita. Mikään anomalioiden käsittelyn strategia ei ole yhteisö rakenteen eikä yhteisön kosmologian determinoima, vaan yksilö voi omien valintojensa kautta vaikuttaa yhteisön preferenssien muotoutumiseen.<sup>241</sup> Toisaalta yksilö ei voi toimia täysin oman mielensä mukaan sillä poikkeavalla tavalla käyttäytyvä joutuu monissa yhteisötyypeissä sanktioiden kohteeksi ja vaarantaa statusensa yhteisön jäsenenä. Kuhnilaisen paradigmatheorian kannalta Douglasin mallin mukaisesta tarkastelusta tulee erityisen informatiivinen, kun siihen yhdistetään paradigman sisältämä arvojen dispositio. Yhdistämisen tuloksena

---

<sup>240</sup> Douglasin mukaan koherenssin periaatteen toimimisen edellytyksenä on teknologisen ja kognitiivisen sopivuuden ohella yhteensopivuus vallitsevien poliittisten arvojen kanssa. Sekä poliittiset arvot että maailman kuva on naturalisoitava luontoon liittyvän analogian avulla. Douglas (1986), sivu 90. Lambin ja Eastonin mukaan tieteellä on läheinen sidos vallitsevaan poliittiseen järjestelmään. Triviaalissa mielessä tämä yhteys manifestoituu siten, että tieteenharjoittajat asettuvat kannattamaan hallitsevaa eliittiä. Yhteiskunnan vaatimukset ja panostukset säätelevät tieteen kehittymisen nopeutta. Lamb & Easton (1984), sivu 203. Fleckin mukaan syfiliksen tieteellisen käsitteen kehittymisen edellytyksenä oli yhteiskunnan osoittama kiinnostus kyseistä tutkimusta kohtaan. Mielenkiintoisemmassa mielessä tiede kytkeytyy poliittiseen järjestelmään omaksumalla vallitsevan ideologian. Fleck (1979). David Bloorin mukaan ideologiat ovat niin läpituokevia, että niiden avulla on mahdollista selittää käyttämiemme käsitteiden rakenne. Bloor (1991), sivu 76. Ideologian tason yhteys saa ilmaisunsa tieteellisessä toiminnassa ja on osittain tiedeyhteisön jäsenille itselleen tiedostamatonta. Esimerkki tällaisesta tieteellisen toiminnan teoreettiselle tasolle ulottuvasta ideologian vaikutuksesta on kausaliteetin käsittäminen fysiikassa Weimarin tasavallan aikaisessa Saksassa. Hävityn sodan jälkeen ilmapiiri Saksassa oli tieteenvastainen. Ajan henkeen kuului kausaalisuuden periaatteen hylkääminen. Tämä seikka sai myös fyysikot ja matemaatikot suhtautumaan kausaalisuuteen kielteisesti omassa työssään. Katso Forman (1971).

<sup>241</sup> Douglas (1978), sivu 53.

saadaan aikaan neljä erilaista yhteisörakennetta, joihin kuhunkin liittyy omanlaisensa arvojen dispositio. Douglasin typologisen mallin avulla on mahdollista tarkastella sitä tieteenlan sisäistä prosessia, jonka kuluessa paradigman yksinkertaisuus katoaa.

### *Periferisen yhteisön primitiivinen torjunta*

Primitiivisen torjunnan strategiaa sovelletaan yhteisöissä, joita Douglas nimittää periferisiksi. Tällaisten ryhmien jäsenyys ei ole tiukasti säädeltyä (*low group*), eikä niillä ole yhteistä sosiaalista järjestystä eikä kosmologiaa. Ryhmän jäsenet eivät saa turvaa yhteisöstä, mutta heidän elämänsä on säädeltyä (*high grid*). Tämän ryhmän jäsenten elämään kohdistuvan säätelyn agenttina ei ole ryhmä itse, vaan ryhmän ulkopuoliset voimat. Periferinen yhteisö sijoittuu nimensä mukaisesti etäälle vallan keskuksesta, eikä tämän yhteisön jäsenillä ole sananvaltaa itseään koskevissa päätöksissä. Slummien asujaimisto muodostaa tyypillisen esimerkin tällaisesta yhteisöstä.<sup>242</sup>

Periferisen yhteisön jäsenet ovat usein niitä henkilöitä, jotka eivät ole menestyneet individuaalisessa yhteisössä. He eivät ole pystyneet introdusoimaan riittävän kiinnostavia ongelmanratkaisustrategioita, jotta ne olisivat "käyneet kaupaksi" individuaalisen yhteisön piirissä. Tämän yhteisön jäsenille leimaa-antavana piirteenä on apaattisuus ja välinpitämättömyys. David Bloorin mukaan primitiivisen torjunnan strategia muistuttaa Wittgensteinin kuvailemaa olankohautus-responssia.<sup>243</sup>

"653. Voisiko määräytyneisyyttä olla siis ainoastaan siinä, missä elämä sujuu säännöllisesti? Mutta mitä ihmiset tekevät, kun he kohtaavat epä-säännöllisen tapauksen? Ehkä he vain kohauttavat olkapäitään."<sup>244</sup>

---

<sup>242</sup> Douglas (1978), sivut 20-21.

<sup>243</sup> Bloor (1983), sivu 138.

<sup>244</sup> Wittgenstein (1989), sivu 151.

Primitiivisen torjunnan strategiaa voidaan nimittää myös naiiviksi dogmatismiksi. Paradigman kohtaamat vastaesimerkit eivät generoi konstruktivistista efektiä tiedeyhteisössä. Konstruktivistinen efekti merkitsee sitä, että anomalia konkretisoituu tieteellisenä ongelmanratkaisutilanteena. Primitiivisen torjunnan ollessa vallitsevana anomalioiden käsittelyn strategiana tiede ei edisty, sillä tieteen teknologiset ja konseptuaaliset uutuudet kehitellään ongelmaratkaisujen yhteydessä.

Primitiivistä torjuntaa esiintyy sellaisilla tieteenaloilla, joilla hegemoniasta kamppailee kaksi tai useampia koulukuntia. Tiedeyhteisön jakautumisen johdosta karkoituksen pelolla ei samanlaista vaikutusta yksittäisen tieteenharjoittajan toimintaan kuin enklavistisen yhteisön tapauksessa. Koulukunnan establishmentin kanssa erimieliset tieteenharjoittajat voivat yrittää siirtyä kilpailevaan koulukuntaan. Tyypillinen esimerkki primitiivisen torjunnan strategiaa soveltavasta yhteisöstä on astrologinen professio. Kuhnin mukaan astrologisen teorian kohtaamat ongelmat eivät tuota tieteellisiä pulmatehtäviä tiedeyhteisön ratkaistavaksi.<sup>245</sup> Sen sijaan kypsällä tieteenalalla teoreettisten komponenttien suhde eksperimentaatioon on siinä määrin vakiintunut ja spesifioitunut, että se tekee efektiivisen eksperimentaation mahdolliseksi. Eksperimentaatioiden efektiivisyys ilmenee siten, että odottamattomien mittaustulosten ilmaantuminen tuottaa anomalian, joka asettuu tiedeyhteisön ratkaistavaksi relevanttina tieteellisenä ongelmana.

Astrologisen profession parissa ei vallitse tieteenalan perusteita koskevaa konsensusta. Anomalioiden tapauksessa epäilykset eivät kohdistu yksittäisen astrologin kompetenssiin, vaan johonkin useista astrologisista teorioista.<sup>246</sup> Fleck mainitsee astrologisen profession esimerkkinä primitiivisen torjunnan strategiaa edustavasta yhteisöstä. Astrologinen professio on yksi niistä periferisistä yhteisöistä, jotka pitävät kiinni vanhasta ajattelutyylistä.<sup>247</sup> Anomaliaista piittaamattomuus tuottaa teorian ja ulkoisen todellisuuden

---

<sup>245</sup> Kuhn (1970a), sivu 10.

<sup>246</sup> Kuhn (1970a), sivut 9-10.

<sup>247</sup> Fleck (1979), sivu 100. Vertaa Kuhn (1970c), sivu 204. Osa vanhan paradigman kannattajista ei luovu näkemyksestään koskaan.

välisiä ristiriitoja ja kasvavaa epävarmuutta. Ludwik Fleckin mukaan epävarmuus johtaa ihmeuskoon. Kun jokainen entiteetti ja tapahtuma nähdään symbolina jollekin yliluonnolliselle voimalle, joudutaan usein sovittamattomien ristiriitojen eteen. Ylikorostuneen symbolisuuden tuottamat ristiriidat voidaan ratkaista vain ihmeiden avulla.<sup>248</sup>

### *Hierarkkisen yhteisön sopeuttava strategia*

Sopeuttavaa strategiaa käytetään yhteisöissä, joiden rajat on tarkasti määritelty (*high group*) ja jotka säätelevät tehokkaasti jäseniensä elämää (*high grid*). Ryhmän jäsenten välisiä suhteita ja heidän käyttäytymistään säädellään monimutkaisten ohjeistojen avulla. Jäsentenväliset suhteet muodostavat tarkkaan määritellyn hierarkkisen rakenteen. Henkilökohtaisten statusten erot ovat selkeitä ja usein näkyvin tunnusmerkein ilmaistuja. Yhteisön ja ei-yhteisön välinen raja vedetään tarkkojen ja perinpohjaisten säännösten avulla. Douglas nimittää tällaista yhteisöä hierarkkiseksi. Esimerkkinä hierarkkisesta yhteisöstä on armeija.<sup>249</sup>

Hierarkkisessa yhteisössä anomaliat ja muukalaiset eivät aiheuta saastutuksen pelkoa (*pollution fear*), vaan ne pyritään käsittelemään yhteisössä vallitsevan rationaalisuuden mukaisesti. Kuhnilaisen teorian kontekstissa hierarkkinen yhteisö vastaa normaalitieteellistä tiedeyhteisöä. Hierarkkisessa yhteisössä poikkeuksiin vastataan kehittämällä uusia sääntöjä, jotka voivat tarpeen vaatiessa olla monimutkaisia. Sopeuttava strategia on kaksivaiheinen: ensimmäisessä vaiheessa anomalia pyritään sopeuttamaan vallitseviin kategorioihin uudelleentulkintojen avulla, ja mikäli sopeuttaminen ei onnistu anomalin instanssi rajataan vallitsevien kategorioiden sovellutusalueen ulkopuolelle.<sup>250</sup>

Sopeuttavan strategian soveltaminen ehkäisee yksinkertaisuuden arvon realisoitumista

---

<sup>248</sup> Fleck (1979), sivu 31.

<sup>249</sup> Douglas (1978), sivu 8. Katso myös Bloor (1983), sivu 144.

<sup>250</sup> Bloor (1983), sivu 139.

tieteellisessä käytännössä. Teorian alan, hedelmällisyyden ja laajuuden arvot sen sijaan toteutuvat, koska sopeuttavan strategian avulla paradigman alaan pyritään sisällyttämään kaikki eteen tulevat instanssit. Tieteellisen vallankumouksen kehkeytyminen hierarkkisen yhteisön piirissä on epätodennäköistä, koska teoreettisen monimutkaistumisen tuottamat koherenssi-ongelmat koetaan haasteina yhteisön ongelmanratkaisukyvyille. Anomaliat eivät muodosta uhkaa hierarkkisen yhteisön olemassaololle vaan pikemminkin mahdollisuuden osoittaa yhteisömuodon rationaalisuus. Anomalioiden sopeuttaminen ei rajoitu yksinomaan konseptuaaliselle tasolle vaan siihen sisältyy myös uusien instrumenttien ja teknologioiden kehittäminen. Pitkän aikavälin kehityksessä hierarkkinen yhteisö on merkittävässä asemassa, sillä se tuottaa tieteenalan eksperimentaaliseen perustaan sisältyviä resursseja, jotka eivät katoa tieteellisen vallankumouksen vaiheessa.

Kun sopeuttavaa strategiaa on sovellettu riittävän pitkään, sen tuottama monimutkaisuuden lisääntyminen ehkäisee myös muiden kognitiivisten arvojen realisoimisen tieteellisessä toiminnassa. Yksittäiset tieteenharjoittajat suhtautuvat monimutkaisuuden kasvuun toisistaan poikkeavalla tavalla. Osa tieteenharjoittajista alkaa epäillä paradigman pätevyyttä ja kehitellä itse konstruoimia epäortodoksisia ratkaisuja kohdattuihin anomaliaihin. Paradigman pätevyyteen uskonsa säilyttäneiden mielestä ongelmat ovat seurausta yksittäisten tutkijoiden epäonnistumisista. Paradigman kannattajat vastaavat ongelmiin ryhtymällä homogenisoimaan tieteenalaa. Homogenisointi toteutetaan sekä paradigman että tiedeyhteisön tasolla. Virheisiin syyllisiksi julistetut tieteenharjoittajat ja anomaliat suljetaan tieteenalan ulkopuolelle. Tiedeyhteisön yhteisörakenne muuttuu enklavistiseksi ja tieteenala siirtyy kriisiytyneen normaalitieteen vaiheeseen.

### *Enklavistisen yhteisön eksklusio-strategia*

Mary Douglasin mukaan eksklusion strategia on tyypillinen tapa käsitellä poikkeuksia yhteisöissä, jotka ovat tarkkarajaisia (*high-group*) ja sisäiseltä organisaatioltaan suhteellisen homogeenisia (*low-grid*). Tyypillisiä esimerkkejä antropologian tavanomaisten tutkimuskohteiden joukossa tällaisista ryhmistä ovat erilaiset eristyneet uskonnolliset

lahkot. Yhteisön rajojen tarkkuudella ja yhteisön sisäisen koostumuksen homogeenisuudella on analogiansa yhteisön kosmologiassa, joka esittää universumin yksinkertaisena ja tarkkarajaisena. David Bloorin mukaan enklavistinen yhteisö ei elämänmuotonsa yksinkertaisuuden vuoksi pysty pitämään yllä pitkälle eriytynyttä maailmankuvaa. Yhteisö käsittelee yhä uudestaan samoja teemoja. Kohdattuihin ongelmiin sovelletaan kerta kerran jälkeen samoja ideoita. Yleisesti hyväksytyjä kulttuurin osia suojataan määritelmien ja uudelleentulkintojen avulla. Samojen teemojen jatkuvan toistamisen seurauksena enklavistisen yhteisön kosmologian eri osat alkavat muistuttaa toisiaan. Kosmologian eri osien samankaltaisuus puolestaan lujittaa kosmologian yhtenäisyyden vaikutelmaa.<sup>251</sup>

Enklavistisissa yhteisöissä ryhmän jäsenyys on ihmisten elämää keskeisesti määrittelevä periaate. Ihmiset hakevat turvallisuutta yhteisöstä elämän epävarmuuksien ja ulkopuolisten uhkien varalle. Voimakkaasta sitoutumisestaan johtuen tällaisen yhteisön jäsenet ovat erityisen herkkiä reagoimaan poikkeuksiin. Sosiaaliseen järjestelmään ja kosmologiaan sopimattomat entiteetit koetaan uhkaksi ryhmän olemassaololle. Voimakkaan tunteellisen sitoutumisen ohella poikkeuksien kokeminen erityisen drastisina johtuu vallitsevien sosiaalisen järjestyksen ja kosmologian homogenisuudesta. Poikkeukset näkyvät kaikkein selkeimmin homogenista taustaa vasten. Lahkolaisissa yhteisöissä on heikko erilaisuuden sietokyky: poikkeuksiin suhtaudutaan torjuvasti, sillä ne koetaan aina uhkana yhteisön olemassaololle. Poikkeuksellisen kannan edustajasta tehdään syntipukki ja häntä uhataan erottamisella yhteisöstä. Poikkeuksellisia instansseja ei pystytä käsittelemään rakentavasti, vaan kiistat pyritään hautaamaan konsensuksen säilyttämiseksi.

Enklavistinen yhteisö muistuttaa sekä kosmologiansa että sosiaalisen järjestelmänsä rakenteen puolesta kypsän tieteenalan kriisiytyvän normaalitieteen vaiheen tiedeyhteisöä. Eksplisiittisiä yhtymäkohtia voidaan löytää tarkastelemalla Kuhnin tekstiä. Sosiaaliseen järjestykseen liittyvä yhtymäkohta löytyy yhteisön rajojen valvontaa koskevasta

---

<sup>251</sup> Bloor (1983), sivut 141-142.

käytännöstä. Kuhnin mukaan tiedeyhteisö valvoo huolellisesti sitä, ketkä ovat kelvollisia yhteisön jäseniksi. Tiedeyhteisön jäseneksi pääseminen edellyttää tarkasti määriteltyjen kriteerien täyttämistä. Ulkopuolisten toimijoiden tunkeutuminen normaalitieteen kentälle katsotaan uhkaksi tieteen edistymiselle, sillä tiedeyhteisö korostaa omaa autonomisuuttaan. Normaalitieteellisessä tiedeyhteisössä poikkeuksellista käyttäytymistä sanktioidaan samalla tavoin kuin muissa lahkolaisissa yhteisöissä. Paradigmaa vastustavia tieteenharjoittajia uhataan tiedeyhteisöstä erottamisella.

Anomalioiden käsittelyn tuottama paradigman monimutkaistuminen tuottaa tieteellisen vallankumouksen vain tietyntilaisissa sosiaalisissa olosuhteissa. David Bloorin mukaan tieteellisiä vallankumouksia esiintyy vain "enklavistisissa" yhteisöissä.<sup>252</sup> Enklavistinen yhteisö pyrkii pitäytymään olemassaolevien kategorioiden soveltamisessa representoidessaan fysikaalista maailmaa. Kosmologian muuttumattomuus liittyy pyrkimykseen sijoittaa fysikaalisen maailman entiteetit kategorioihin, joihin liittyvät eksemplaarit toimivat esimerkkeinä kyseisten entiteettien käsittelemiselle. Enklavistisessa yhteisössä vallitseva voimakas pyrkimys epävarmuuden kontrolloimiseen korostaa instrumentaalisen edistyksen merkitystä. Tieteen instrumentaalisen edistymisen vaatimus liittyy voimakkaasti yhteisön olemassaolon turvaamiseen. Kuhnin paradigmatieteoriassa eksperimentaalisen kompetenssin ja yhteisön olemassaolon välistä yhteyttä kuvataan selviytymisarvon käsitteen avulla. Eksperimentaalilla kompetenssilla tarkoitetaan tällä kohtaa tieteenharjoittajien kykyjä havainnoida, manipuloida ja kontrolloida objektialueen ilmiöitä.

### *Individualistisen yhteisön opportunistinen strategia*

Opportunistista poikkeuksien käsittelyn strategiaa soveltavat tyypillisesti individualistiset yhteisöt. Joustava suhtautuminen poikkeuksiin on mahdollista siitä syystä, että tämän ryhmän jäsenillä ei ole mitään yhteistä kosmologiaa eikä sosiaalista järjestelmää

---

<sup>252</sup> Bloor (1983), sivut 142-143.

kilpailua ohjaavia reilun pelin sääntöjä lukuunottamatta. Yhteisön jäseneksi pääsyä ei kontrolloida (*low-group*), eikä yhteisö säätele jäseniensä elämää (*low grid*). Individualistisissa yhteisöissä kaikki luokittelut ovat neuvoteltavissa.<sup>253</sup> Poikkeuksellisten strategioiden käyttöä ei ole muodollisesti sanktioitu, vaan uutuutta, omaperäisyyttä ja innovatiivisuutta arvostetaan. Ratkaisujen onnistumisen ainoana mittana on niiden herättämä kiinnostus muissa toimijoissa. Kyse on siis siitä, pystyykö keksijä taivuttelemaan muut yhteisön jäsenet hyväksymään oman ratkaisunsa parhaana vaihtoehtona. Douglasin esimerkki individualistisesta yhteisöstä ovat pääomamarkkinoilla toimivat sijoittajat.<sup>254</sup>

Opportunistisen strategian kannattajat liioittelevat anomalian merkitystä. He pyrkivät ottamaan anomaliasta kaiken irti kumotakseen vallitsevan paradigman tai muuttaakseen sitä. Mikäli opportunistit eivät onnistu toteuttamaan tarkoituksensa valitsemansa anomalian avulla he luopuvat siitä nopeasti.<sup>255</sup> Opportunistit "tarttuvat" ilmiöön ja pyrkivät selittämään sen konstruoimansa spekulatiivisen mallin avulla. Opportunistisen strategian kannattajat edellyttävät tarkkuutta teorian ennustuksilta ja korostavat teorian ristiriitaisuutta anomalian ilmaantumisen syynä.

Opportunistinen fraktio pyrkii aina tilaisuuden tullen vallitsevan paradigman kumoamiseen. Siitä huolimatta että opportunistit väittävät omaa siirtoaan edistyselliseksi, se tosiasiassa useimmiten ehkäisee tieteellisen tiedon edistymistä. Mikäli vallitseva paradigma opportunistisen strategian mukaisesti hylätään, jää paradigman potentiaalia aktuaalistamatta. Tämä merkitsee takaiskua tieteen instrumentaalisen edistyksen kannalta, koska monet konseptuaaliset ja teknologiset uutuudet jäävät konstruoimatta. Tieteen instrumentaalisen edistyksen ylläpitäminen edellyttää itsepintaisuuden periaatteen noudattamista teoreettisen kehyksen suhteen.<sup>256</sup> Instrumentaalisen edistyksen estyminen

---

<sup>253</sup> Douglas (1978), sivu 17.

<sup>254</sup> Douglas (1978), sivu 21.

<sup>255</sup> Bloor (1983) sivut 139-140.

<sup>256</sup> Katso Pickering (1989). Dynaamisten resurssien muokkaminen edellyttää joidenkin tieteellisten faktojen tuottamisen prosessin osien olettamista niin sanotuiksi kiinteiksi pisteiksi.



vaikuttaa negatiivisesti teorian ennustusten tarkkuuden ja teorian hedelmällisyyden arvojen realisoitumiseen.

David Bloor samastaa Imre Lakatosin dialektisen strategian opportunistisen strategian kanssa.<sup>257</sup> Dialektinen strategia pyrkii käsittelemään anomaliat siten, että yhden väitteen kyseenalaistaminen synnyttää toisen väitteen todistuksen. "Kuinka dialektista! Testit muuttuvat todistuksiksi, vastaesimerkit muuttuvat esimerkeiksi konstruktionsa metodin ansiosta."<sup>258</sup> Bloorin esittämä tulkinta Lakatosin dialektisesta strategiasta näyttää ongelmalliselta. Lakatosin dialektisessa historia-käsityksessä dialektisen strategian noudattajia ei ohjaa opportunistinen pyrkimys tilanteen hyödyntämiseen vaan ideaalisen matematiikan realisoitumisen historiallinen välttämättömyys. Lakatosin mukaan matematiikka on ideaalista siinä mielessä, että matematiikka kehittyy autonomisesti omien dialektisten kehityslakiensa mukaisesti. Matematiikka on vieraantunut itsensä tuottaneesta inhimillisestä toiminnasta. Lakatosin mukaan matemaatikot ovat matematiikan epätäydellisiä personifikaatioita samaan tapaan kuin Marxilla yksittäinen kapitalisti on pääoman epätäydellinen personifikaatio.<sup>259</sup>

Kuhnin mukaan anomalioiden jatkuva tunnustaminen paradigman kannalta signifikanteiksi merkitsee tieteellisen edistyksen loppumista. Opportunistinen strategia edistää teorian sisäisen ristiriidattomuuden arvoa, mutta ehkäisee paradigman laajuuden, hedelmällisyyden ja yksinkertaisuuden arvojen realisoitumista. Paradigman ennustusten tarkkuuden arvon toteutuminen on individualistisessa yhteisössä epävarmaa. Yhtäältä

---

<sup>257</sup> Bloor (1983), sivu 139.

<sup>258</sup> Lakatos (1983), sivut 94-95.

<sup>259</sup> Lakatos (1983), sivu 146. Marx (1974), sivu 17. Bloorin dialektiseen strategiaan liittämä epiteetti "opportunistinen" vaikuttaa liian voluntaristiselta luonnehdinnalta sopiakseen kuvaamaan Lakatosin käsityksen mukaisia matemaatikoita, sillä Lakatosin kuvittelemat matemaatikot ovat rationaalisen historian realisoitumisen "instrumentteja". Bloorin tulkinta on sovitettavissa yhteen Lakatosin deterministissävytteisen historian tulkinnan kanssa, mikäli tiettyjen fraktioiden opportunistisuus nähdään historiallisen rationaalisuuden täydellistymisen instrumenttina. Hegeliläistä terminologiaa käyttäen tällaista proseduuria voisi nimittää järjen viekkaudeksi. Vertaa McMullin (1983), sivu 18.

opportunistinen strategia edistää ennustusten tarkkuuden arvoa korostaessaan järkevän yhtäpitävyyden poikkeamia. Toisaalta opportunistisen strategian soveltaminen ehkäisee ennustusten tarkkuuden asteen kasvua pitäessään järkevän yhtäpitävyyden poikkeamia teoreettisina kysymyksinä. Kun mittausvirheiden koetaan olevan teorian syytä se ei enää voi toimia kiinteänä pisteenä eksperimentaalisen perustan kehittämässä. Teoriaan kohdistuva järjestelmällinen epäily katkaisee tieteellisen tradition instrumentaalisen edistytksen.

### *Tieteen kehityksen dynamiikka*

Tieteen kehityksen dynamiikkaa voidaan tarkastella yhdistämällä edellä esitellyt yhteisötyypit kypsän tieteenalan peräkkäisten kehitysvaiheiden kanssa. Hierarkkinen yhteisö vastaa normaalitieteen vaihetta, enklavistinen yhteisö vastaa kriisiytyvän normaalitieteen vaihetta ja opportunistinen yhteisö vastaa tieteellisen vallankumouksen vaihetta. Tieteenalan kehityksen käyttövoimana on anomalioiden käsittely. Jokaisessa kehitysvaiheessa anomalioiden käsittelyssä sovelletaan yksipuolisesti käytössä olevia strategioita. Koska mikään yksittäinen strategia ei edistä kaikkia kognitiivisia arvoja, syntyy arvojen välinen epätasapaino, joka aiheuttaa muutoksen yhteisörakenteessa.

Normaalitieteen vaiheessa hallitsevana anomalioiden käsittelyn strategiana on anomalioiden sopeuttaminen, joka tapahtuu siten että anomaliset instanssit sopeutetaan paradigmaan *ad hoc* -luonteisten korjausten avulla. Korjaukset ovat yleensä verbaalisessa muodossa olevia lisämääreitä, joiden avulla tietyt entiteetit erotetaan kategoriasta, johon ne muutoin tulisivat sijoitetuiksi. Verbaalisten määrittelyjen käyttö siirtää tieteellisessä toiminnassa painopistettä näkemisestä tulkintaan ja paradigma monimutkaistuu. Tulkin-tojen merkityksen lisääntyttä paradigman rutiininluonteisuus vähenee.

Normaalitieteen vaiheessa yhteisörakenne on hierarkkinen: jäsenten keskinäiset suhteet ovat tarkkaan säädeltyjä. Koska kosmologia on analoginen yhteisörakenteen kanssa hierarkkinen yhteisö on valmis soveltamaan monimutkaisiakin menetelmiä selvittääkseen

ratkaistavakseen asettuvat ongelmat. Hierarkkinen yhteisö edistää paradigman alan laajuuden arvoa, sillä ongelmien ratkaisemisen määrällinen tehokkuus on sen olemassaolon legitimaatio. Monimutkaistumisen seurauksena paradigma alkaa yhä suuremmissa määrin muuttua itsestäänselvyydestä yhdeksi vaihtoehdoksi muiden joukossa. Tieteenala siirtyy kriisitieteen vaiheeseen ja yhteisörakenne muuttuu hierarkkisesta enklavistiseksi.

Enklavistisen yhteisön keskeisenä pyrkimyksenä on paradigman ristiriidattomuuden arvon edistäminen. Paradigman laajuuden ja hedelmällisyyden arvojen edistäminen sen sijaan jää taka-alalle. Koska tieteenharjoittajat on koulutettu ratkomaan tieteellisiä pulmatehtäviä, tulee anomalioiden toistuva ulosrajaaminen herättämään tyytymättömyyttä. Kriisitieteen kärjistymistä vallankumoukselliseksi tieteksi edistää myös se seikka, että enklavistisella yhteisöllä ei ole rakentavia toimintamalleja yhteisön sisäisten ristiriitojen ratkaisemiseksi. Ristiriitatilanteet koetaan aina uhkaksi yhteisön olemassaololle.

Enklavistisessa yhteisössä toisinajattelijat joutuvat "noitavainojen" kohteeksi. Heistä tehdään syntipukkeja yhteisön vastoinkäymisille. Tiedeyhteisön tapauksessa rangaistuksena toisinajattelusta saattaa olla tiedeyhteisön toiminnasta eristäminen. Kun toisinajattelijoiden tilanne vaikeutuu riittävästi, osa heistä haastaa vallitsevan paradigman. Tieteenala siirtyy vallankumoukselliseen kehitysvaiheeseen. Vallankumoukseen ajatumisen syynä on toisinajattelijoiden henkilökohtaisen ahdingon ohella heidän huolensa tieteen vallitsevasta tilasta. Vallankumoukselliset syyttävät pääsääntöisesti anomalioiden eksklusion strategiaa soveltavaa tieteenalan establishmentia dogmatismista. Vallankumouksellisten omassa toiminnassa hallitsevana on opportunistinen strategia. He tarttuvat anomaliaan ja käyttävät sitä omien tentatiivisten näkemyksiensä legitimoinnissa. Ollessaan valmiita julistamaan vallitsevan paradigman vääräksi heti anomalian ilmaantumia vallankumoukselliset edistävät paradigman tarkkuuden arvoa. Henkilökohtaisten motiivien ohella vallankumouksellisilla on siis myös normatiivisia vaikuttimia.

Tieteellisen vallankumouksen vaiheessa tiedeyhteisön yhteisörakenne on individualistinen. Erilaiset tieteenalan hegemoniasta kamppailevat fraktiot pyrkivät taivuttamaan

muita tiedeyhteisön jäseniä oman näkemyksensä taakse. Vallankumouksellisessa vaiheessa korostuvat tieteenharjoittajien henkilökohtaiset kyvyt. Monet menettävät asemansa tiedeyhteisössä hävittyään asemista käydyssä kilpailussa. Koska kypsän tieteen keskeisenä tavoitteena on instrumentaalinen edistys, ei vallankumouksellinen vaihe voi jatkaa loputtomiin. Instrumentaalisen edistyksen perustana oleva normaalitieteellinen pulmanratkenta-aktiviteetti edellyttää suhteellisen vakaita olosuhteita. Tieteenalan saattaminen yhden kosmologian alaisuuteen on välttämätöntä, jotta tieteellinen toiminta voisi realisoitua tarkkaan rajattujen ongelmien ratkaisemisaktiviteettina. Kosmologian uudelleenstrukturoitumisen ohella myös tieteenalan yhteisörakenne muuttuu jälleen hierarkkiseksi ja tieteenala siirtyy normaalitieteen vaiheeseen.

Douglasin typologian neljäs yhteisötyyppi (periferinen yhteisö) ei varsinaisesti sisälly kypsän tieteenalan yhteisörakennetyyppeihin. Periferinen yhteisö on eräänlainen ylijäämäkategoria, johon joutuvat ne yksilöt, jotka eivät pääse minkään toisen yhteisön jäseniksi. Periferisen yhteisöllä ei ole autonomiaa vaan he toimivat muiden asettamien säättöjen mukaisesti. Tieteessä periferisiä yhteisöjä muodostavat esimerkiksi paradigman vaihdokseen sopeutumaan kykenemättömät vanhan paradigman kannattajat, urallaan epäonnistuneet tieteenharjoittajat ja erilaiset toisinajattelijat. Edellä mainituista ryhmistä ei yleensä synny yhtä yhtenäistä yhteisöä, vaan kyse on eräänlaisesta vakiintuneen normaalitieteen laitamille ajautuneista yksilöistä. Periferisen yhteisön voivat muodostaa myös sellaisen tiedeyhteisön jäsenet, jota ohjaillaan tiedeyhteisön ulkopuolelta. Ulkopuolisena vaikuttajana voi olla esimerkiksi taloudellinen, poliittinen tai uskonnollinen eliitti.

## Johtopäätöksiä

Tämän tutkimuksen keskeisenä päämääränä oli kehittää Kuhnin paradigmateorian perustalta tieteen kehityksen dynamiikan ymmärtämistä edistävä filosofinen kehys. Ensimmäinen siirto kehityksen tuottamisessa oli tarkastelujen painopisteen siirtäminen pois Kuhnin paradigmateorian varhaisten vaiheiden problematiikasta. Kuhnin paradigma-teoria syntyi vastareaktionä loogisen empirismin tieteenfilosofialle ja Popperin falsifika-tionismille. Edeltävien kehitysvaiheiden mainitseminen on paikallaan siinä mielessä, että tieteenfilosofian traditiossakaan mikään ei synny tyhjästä. Monet Kuhnin avaintekstit "keskustelevat" edeltävien suuntausten kanssa näiden kohtaamista ongelmista. Proble-matiikoihin kiinnittyvien temaattisten jatkuvuuksien ohella Kuhnin teoria sisältää myös tietoisesti omaksuttuja vaikutteita. Eräs tällainen tietoisesti edeltäviltä suuntauksilta omaksuttu käsitys on tieteen olettaminen rationaaliseksi.

Kuhnin tapa perustella tieteen rationaalisuus on radikaalisti erilainen kuin Popperilla ja loogisilla empiristeillä, jotka vetosivat pysyvästi päteviksi oletettujen metodisääntöjen noudattamiseen omissa tieteen rationaalisuuden perusteluissaan.<sup>260</sup> Kuhnin teoriassa rationaalisuuden perustan muodostavat asianmukaisen koulutuksen saaneen tiedeyhteisön arvostelmat. Eräät kriitikot olettavat tiedeyhteisön kompetenssiin nojautuvan rationalitee-tin johtavan mielivaltaan ja voimapolitiikkaan. Vaikka argumentin vuoksi olettaisimme esimerkiksi falsifikaatioproseduurin olevan pätevä tieteen rationaalisuuden perusta, merkitsisi Kuhnin suorittama argumentatiivinen siirto vain tieteen rationaalisuuden merkityksen kasvua. Popperin korostaman kognitiivisen aspektin ohella valintatilantee-

---

<sup>260</sup> Popperin ja loogisten empiristien kannattamat metodisäännöt ovat heidän itsensä laatimia. Näiden metodisääntöjen syntyä olisi mielenkiintoista tutkia David Bloorin symmetriateesin perspektiivistä. Kuinka metodisääntöjen saamaa muotoa voitaisiin selittää niiden synty ajankohtana vallinnutta kulttuuris-ta tilannetta tarkastelemalla.

seen kytkeytyisivät uudessa tilanteessa myös sosiaaliset tekijät. Suurelta osin edellä kuvatun asetelman johdosta tutkimusta tehtäessä omaksuttiin taustaoletus, jonka mukaan käsiteltävän aiheen kannalta hedelmällisempiä "kosketuspintoja" on löydettävissä pikemminkin Kuhnin teoriaa uudemmissa suuntauksista kuin sen edeltäjistä.

Tiedeyhteisön kompetenssiin nojautuvan kannan perustelemisen lähtökohdat luonnosteltiin tämän tutkimuksen alaluvussa "näkeminen ja elämänmuoto" soveltamalla Kuhnin yksittäisen tieteenharjoittajan kompetenssin kuvaamiseen käyttämää selviytymisarvon käsitettä kokonaiseen paradigmaattisen tieteenalan tiedeyhteisöön. Suorittaessaan valintoja erilaisten toimintatapojen välillä tieteenharjoittajat suorittavat samalla valinnan joko vallitsevan järjestelmän puolesta tai sitä vastaan. Järjestelmän puolesta tai sitä vastaan suoritettu valinta ei ole välttämättä tietoinen vaan syntyy useimmiten jonkin tutkimuksen käytännölliseen yksityiskohtaan liittyvän ratkaisun sivutuotteena.<sup>261</sup> Kaikkein selkeimmin suoritettavien valintojen kaksoisluonne on kuvattavissa tarkastelemalla tiedeyhteisön suhtautumista kohtaamiinsa poikkeuksiin. Luvussa "Normaalitieteen ylläpitäminen" esiteltiin Mary Douglasin kehittäemän mallin avulla kuinka valitut anomalioiden käsittelyn strategiat vaikuttavat tiedeyhteisön selviämiseen. Kukin strategia edistää joitakin tiettyjä arvoja, mutta laiminlyö tai suorastaan estää joidenkin toisten arvojen toteutumisen. Koska Kuhnin mukaan arvojen edistämisessä tulisi kuitenkin vallita jonkilainen tasapaino, pääteltiin strategioiden yksipuolisella soveltamisella olevan radikaaleja seurauksia tieteenalan kannalta. Seurausten oletettiin ilmenevän dialektisesti siten, että tieteenalan kosmologiaan sisältyvässä arvojen dispositiossa vallitseva epätasapaino korjautuu muutoksella yhteisörakenteessa. Yhteisörakenteen muutoksesta seuraa myös anomalioiden käsittelyn strategioita koskevan preferenssin muutos. Tämän seikan perusteella Douglasin yhteisörakennetyyppien todettiin sopivan yhteen Kuhnin esittelemien paradigmaattisen tieteen kehitysvaiheiden kanssa. Tieteen kehitysvaiheiden

---

<sup>261</sup> Samantyyppisen kannan on esittänyt Robert Ackermann. Hänen mukaansa paikallisella tasolla tieteen edistyminen ei useinkaan ole primäärinen toimintaa ohjaava päämäärä. Tavoitteena on pikemminkin tieteen kielen ja faktan yhteensovittaminen. Ackermann (1985), sivu 137. Ackermannin ilmaisutapa on epätarkka, sillä tarkan luennan tuloksena voidaan havaita että yhteensovitettavien elementtien joukkoon kuuluvat tieteen kielen ja faktojen ohella myös esimerkiksi instrumentit.

mukaanottamisen avulla saatiin tieteen kehityksen dynamiikan temporaalisuus selkeämmin esiin, kuin käyttämällä Douglasin mallia yksinään.

Tieteen kehityksen keskeisenä käyttövoimana on tiedeyhteisön selviäminen roolistaan tiedeyhteisönä. Roolin käsitteellä halutaan tässä viitata spesifisiin kriteereihin, jotka yhteisön on pystyttävä täyttämään. Kriteereinä toimivat kognitiiviset arvot, joista kaikkein kiinnostavin on yksinkertaisuus-arvo. Luvussa "yksinkertaisuus" esiteltiin yksinkertaisuus-arvon perinteinen tulkinta kritiikkeineen ja eksplikoitiin uusi moniulotteisempi tulkinta. Yksinkertaisuuden moniulotteisuus siirrettiin esitystavan tasolle puhumalla erilaisista yksinkertaisuuden problematiikoista. Alaluvussa "yksinkertaisuuden kognitiivinen problematiikka" käsiteltiin niitä ihmisen kognitiivisia valmiuksia, jotka pysyvät suhteellisen muuttumattomina, ja joiden avulla hän sopeutuu ympäristöönsä. Muita problematiikkoja käsittelevissä alaluvuissa pohdittiin lähinnä tiedeyhteisön historiallisesti muuttuvaan tilanteeseen liittyviä kysymyksiä.

Usein kun käytössä oleva käsite alkaa muuttua moniulotteisemmaksi herää aiheellinen kysymys sen relevanssista. Alaluvussa "metodologisen perspektiivin muutos" käsiteltiin David Bloorin yksinkertaisuuden relevanssin epäilemisestä kertovia kysymyksiä. Yksinkertaisuuden todettiin olevan tieteen kehityksen kannalta merkittävä arvo uudelleen tulkittuna. Uuden tulkinnan mukaan yksinkertaisuuden todettiin olevan ajallisesti ja paikallisesti muuttuva, sen todettiin soveltuvan teorioiden ja representaatioiden ohella myös teknologioihin ja toimintaan. Tiivistetysti ilmaistuna yksinkertaisuus on ominaisuus, joka tekee ympäristöstä sellaisen, jossa kognitiiviselta kapasiteetiltaan rajallisista inhimillisistä yksilöistä koostuva ja rajalliset resurssit omistava tiedeyhteisö voi toimia. Yksinkertaisuus on siis tietynlaista yhteensopivuutta tiedeyhteisön, teorioiden, maailmankuvan, instrumenttien ja maailman välillä.

Tieteen komponenttien yhteenliittymisen problematiikkaa käsiteltiin luvussa "tieteen kehityksen dynamiikan näyttämö". Luvun sisältö jakautui kahdentyyppiseen aineistoon. Yhtäältä käsiteltiin tieteen kehityksen dynamiikan tutkimuksen lähtökohtia ja toisaalta esiteltiin dynamiikan keskeisiä elementtejä ja niiden välisiä suhteita. Tutkimuksen

lähtökohtia esittelevässä aineistossa pyrittiin sijoittamaan käsillä oleva tutkimus tieteenfilosofian kentälle metodologisten vastakkainasettelujen käsittelemisen avulla. Toisena tavoitteena oli niin sanotun interaktiivisen stabilisaation mallin esitleminen kehityksen dynamiikan ulottamiseksi tieteen mikrotasolle. On huomattava, että mikrotasolle sopivan mallin esitlemisellä pyrittiin nimenomaan muodostamaan laajaa filosofista kehystä, jossa tieteentutkiminen tapahtuisi sekä yksittäisten tutkimusten pienten yksityiskohtien että kokonaisen tieteenalan tasolla. Laajan filosofisen kehityksen käyttämistä yleisempi tutkimusstrategia on keskittyä yksinomaan joko kokonaiseen tieteenalaan tai pieniin yksityiskohtiin.

Tieteen elementtien suhteissa näkemisen (sellaisena kuin se Kuhnin teoriassa ymmärretään) todettiin luvussa "tieteen kehityksen dynamiikka" olevan keskeisessä asemassa. Näkeminen liittyy yhteen havainnot, instrumentit, teknologiat ja teorit tavalla joka tekee niiden suhteesta itsestään selvän tiedeyhteisön piirissä. Yhtäältä itsestään selvyuden katoaminen aiheuttaa kriisin tieteenalalla, mutta toisaalta se on myös edellytys tieteen kehityksen tutkimiselle erikseen tieteen eri tasoilla. Tieteentutkijan, joka olettaa eri tasojen välisen vuorovaikutuksen tieteen kehityksen toimintamekanismiksi on pystyttävä tutkimaan esimerkiksi tieteenalan eksperimentaalisen perustan kehitystä suhteessa peräkkäisiin konseptuaalisiin komponentteihin. Tiedeyhteisön näkemisen tavan huomiotta jättäminen puolestaan aiheuttaisi helposti sen, että valintojen perusteiksi oletettaisiin tutkittavassa asetelmassa vaikuttavien motiivien asemesta tieteentutkijoiden itsensä konstruoimia perusteluja. Pyrkimys tutkittavana olevan tiedeyhteisön näkemisen tavan omaksumiseen auttaa ymmärtämään tieteenharjoittajien suorittamien valintojen todellisia (tai funktionaalisia, jos niin halutaan) perusteita. Luvussa "tieteen kehityksen dynamiikan näyttämö" hedelmällisimmän lähtökohdan tutkimukselle katsottiin syntyvän silloin, kun osallistujan ja katsojan perspektiivit kombinoidaan sopivalla tavalla.

Tutkimuksessa eksplisiittisesti esitettyjen ajatuskulkujen ohella siihen kytkeytyy lukuisia problematiikkoja, joiden käsitteleminen itse tekstissä ei olisi ollut käsiteltävän substanssin ydinkohtien esittämisen kannalta edullista. Kahteen mielenkiintoiseen problematiikkaan olisi jouduttu ottamaan kantaa, mikäli tutkimuksen alaa olisi laajennettu sekä



mikro- että makrotasolle. Painopisteen siirtäminen mikrotasolle olisi edellyttänyt eksperimentaalisella tasolla tapahtuvan kehityksen tarkempaa käsitteellistämistä. Kyseeseen olisi tullut tietynlaisen instrumenteilla ja teknologioilla argumentoimisen teorian kehittäminen, sillä jos yhtäältä eksperimentaalista perustaa tarkastellaan erillään tieteenalan käsitteellisestä komponentista ja toisaalta oletetaan, että anomalioiden käsitteleminen koostuu suurelta osin myös eksperimentaalisessa perustassa tapahtuvista operaatioista, ei instrumenteilla ja teknologioilla suoritettavia siirtoja voida kiinnittää niihin liitettyihin teoreettisiin ilmaisuihin. Voidaanhan ajatella, että instrumenttien ja teknologioiden kehitystä koskevat konsensukset ja kiistat jakavat tiedeyhteisön toisella tavalla kuin teoreettiset preferenssit. Instrumenteilla ja teknologioilla suoritettavien "siirtojen" tutkiminen olisi erityisen mielenkiintoista tieteellisten vallankumousten vaiheissa, jolloin teoreettinen traditio katkeaa, mutta tieteenalan eksperimentaalisen perustan traditio jatkuu. Koska tieteellä ei ole neutraalia havaintokieltä olisi mielenkiintoista tutkia, voisiko tieteellä olla neutraali eksperimetaalinen perusta suhteessa kilpaileviin teoreettisiin lähestymistapoihin.

Jos tutkimuksen painopistettä olisi laajennettu makrotasolla ratkaistavaksi olisi asettunut tieteen ja sitä ympäröivän yleisen kulttuurin välinen suhde. Tutkimisen arvoisen ongelman muodostaa esimerkiksi kognitiivisten arvojen status. Onko kognitiivisten arvojen kokonaisuus historiallisesti muuttuva? Ovatko kognitiiviset arvot sensitiivisiä yleisessä kulttuurissa tapahtuville muutoksille? Muuttuvatko yksinomaan kognitiivisten arvojen sovellutukset vai voidaanko kuvitella, että jossakin toisenlaisessa kulttuurissa myös kognitiiviset arvot olisivat toiset? Tieteellisen toiminnan arvojen kokonaisuuden suhde yhteiskunnallisiin arvoihin on myös ympäristöfilosofinen kysymys. Kuinka yhteiskunnan luontosuhteessa tapahtuvat muutokset heijastuvat kognitiivisiin arvoihin?

Yhteiskuntatieteissä käytävässä riskikeskustelussa on kyseenalaistettu luonnotieteelliselle tutkimukselle perustuvan suunnittelun pätevyys.<sup>262</sup> Maailman oletetaan olevan liian

---

<sup>262</sup> Beck (1992), Beck & Giddens & Lash (1995), katso myös esimerkiksi Ahponen (toim.), (1997).

monimutkainen suunnittelustrategian menestykselliselle soveltamiselle. Johtaako suunniteltavuuteen kohdistuva epäily myös tieteen roolin rapautumiseen? Tapahtuuko tieteessä käänne takaisin aktivistisesta tieteestä (*scientia activa et operativa*) kontemplatiivisen tieteen (*scientia contemplativa*) suuntaan esimerkiksi siten, että tiede alkaa toteuttaa terapeutista intressiä tuottamalla tietynlaisia siirtymäriittejä käsitteellistymättömien ja pelottavien rajatilojen yhteisölliseen läpikäymiseen? Terapeutin intressin toteuttaminen merkitsisi modernille luonnontieteelle ominaisesta aktivistisesta maailmasuhteesta vetäytymistä. Tieteen sisäänpäin kääntymisen problematiikkaa voitaisiin tarkastella lähtemällä liikkeelle esimerkiksi yhteiskuntatieteellisen keskustelun piirissä esitetyistä heimoyhteisöllisyyden paluuta käsittelevistä puheenvuoroista.<sup>263</sup>

---

<sup>263</sup> Maffesoli (1995) ja Bauman (1993).

## Lähdeluettelo

- Ackermann, Robert, John (1985), *Data, Instruments, and Theory*. Princeton University Press, Princeton.
- Ahponen, Pirkkoliisa (toim.), (1997), *Riskikirja*. Yhteiskuntatieteiden, valtio-opin ja filosofian julkaisuja 9. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.
- Asquith, Peter D. & Nickles Thomas (ed.), (1983), *PSA 1982*. Philosophy of Science Association, East Lansing.
- Atkinson, Rita L. et al. (1993), *Introduction to Psychology*. Harcourt Brace & Co.
- Baddeley, Alan (1987), *Working Memory*. Oxford University Press, Oxford. First published 1986.
- Barker, Stephen F. (1959), "The Role of Simplicity in Explanation." In Herbert Feigl & Grover Maxwell (eds.), (1959), pp. 265-274.
- Barnes, Barry (1982), *T. S. Kuhn and Social Science*. Macmillan, London and Basingstoke.
- Bauman, Zygmunt (1993), *Postmodern Ethics*. Blackwell Publishers, Oxford & Cambridge.
- Beck, Ulrich (1992), *Risk Society*. Sage, London. Originally published as *Risikogesellschaft*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1986.
- Beck, Ulrich & Giddens, Anthony & Lash, Scott (1995), *Nykyajan jäljillä*. Vastapaino, Tampere. Alkuperäisteos *Reflexive Modernization*, Polity Press, Oxford, 1994
- Bloor, Celia & Bloor, David (1982), "Twenty Industrial Scientists." in Mary Douglas (ed.), (1982), pp. 83-102.
- Bloor, David (1983), *Wittgenstein - A Social Theory of Knowledge*. MacMillan, London.
- Bloor, David (1984), "The Strengths of the Strong Programme." In James R. Brown (ed.), (1984), pp.75-94.
- Bloor, David (1986), "Some Determinants of Cognitive Styles in Science." In Robert

- S. Cohen & Thomas Schnelle (ed.), (1986), pp. 387-397.
- Bloor, David (1991), *Knowledge and Social Imagery*. Chicago University Press, Chicago: First edition Routledge & Kegan Paul, London 1976.
- Blumenberg, Hans (1987), *The Genesis of the Copernican World*. The MIT Press, Cambridge and London. Originally published as *Die Genesis der kopernikanischen Welt*. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1975.
- Bourdieu, Pierre (1979), *La Distinction*. Editions Minuit, Paris.
- Brown, James R. (ed.), (1984), *Scientific Rationality: The Sociological Turn*. D. Reidel, Dordrecht.
- Brown, James R. (1993), *The Laboratory of the Mind*. Routledge, London and New York. First Edition 1991.
- Carnap, Rudolf (1992), "Empiricism, Semantics and Ontology." In Richard M. Rorty (ed.), (1992), pp. 72-84. First appeared in *Revue Internationale de Philosophie*, IV (1950), pp. 20-40.
- Cantor, Geoffrey (1989), "The Rhetoric of Experiment". In Gooding et al. (ed.), (1989), pp. 159-180.
- Cartwright, Nancy (1993), "How to Relate Theory to Observation." In Paul Horwich (ed.), (1993), pp. 259-273.
- Churchland, Paul M. & Hooker, Clifford A. (ed.) (1985), *Images of Science*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Cohen, I. Bernard (1985), *Revolution in Science*. Harvard University Press, Cambridge.
- Cohen, Robert S. & Schnelle, Thomas (ed.), (1986), *Cognition and Fact*. D. Reidel, Dordrecht.
- Collins, Harry M. (1985), *Chancing Order*. Sage Publications, London.
- Dallmayr, Fred R. & McCarthy, Thomas A. (ed.), (1977), *Understanding and Social Inquiry*. University of Notre Dame Press, Notre Dame.
- Debus, Allen G. (1973), "The Medico-Chemical World of Paracelsians." in Mikulás Teich & Robert Young (ed.), (1973), pp 85-99.
- Denis, Michel (1991), *Image & Cognition*. Harvester, Hemel Hempstead.
- Dijksterhuis, Eduard, J (1986), *The Mechanization of the World Picture*. Princeton

University Press, Princeton. First appeared in dutch as *De Mechanisering van het Wereldbeeld*. Amsterdam, 1959.

Douglas, Mary (1970), *Natural Symbols*. Barrie & Rockliff, The Cresset Press, London.

Douglas, Mary (1978), *Cultural Bias*. Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, Occasional Paper No. 35.

Douglas, Mary (1979a), *Implicit Meanings*. Routledge & Kegan Paul, London. First edition 1975.

Douglas, Mary (1979b), "Environments at Risk." in Mary Douglas (1979a), pp. 230-248. First published in 1972.

Douglas, Mary (ed.), (1982), *Essays in the Sociology of Perception*. Routledge & Kegan Paul, London.

Douglas, Mary (1986), *How Institutions Think*. Syracuse University Press, Syracuse.

Douglas, Mary (1989), *Purity and Danger*. Ark, London and New York. First edition 1966.

Douglas, Mary (1996a), "The Choice Between Gross and Spiritual." In Mary Douglas (1996b), pp. 21-49. First appeared as "The Construction of the Physician." in S. Budd & U. Sharma (eds.) (1994), *The Healing Bond*. Pp. 24-41, Routledge, London.

Douglas, Mary (1996b), *Thought Styles*. Sage Publications, London.

Feigl, Herbert & Maxwell, Grover (eds.), (1959), *Current Issues in the Philosophy of Science*. Holt, Rinehart and Winston, New York.

Feyerabend, Paul (1970), "Consolations for the Specialist." In Imre Lakatos and Alan Musgrave (ed.), (1970), pp. 197-230.

Feyerabend, Paul (1980) *Against Method*. Verso, London. First edition, New Left Books, London, 1975.

Fleck, Ludwik (1979), *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Edited by Thaddeus J. Trenn and Robert K. Merton. The University of Chicago Press, Chicago and London. Originally published as *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Benno Schwabe & Co., Basel. 1935.

Fleck, Ludwik (1986a), "On the Crisis of 'Reality.'" In Robert S. Cohen and Thomas

- Schnelle (eds.), (1986), pp. 47-57. First appeared as "Zur Krise der 'Wirklichkeit'". In *Naturwiss.* 17 (1929), pp. 425-430.
- Fleck, Ludwik (1986b), "Scientific Observation and Perception in General." In Robert S. Cohen and Thomas Schnelle (eds.), (1986), pp. 59-78. Originally published in Polish as: "O obserwacji naukowej i postrzeganiu wogóle." *Przegląd Filozoficzny* 38: 57-78.
- Forman, P. (1971), "Weimar Culture, Causality and Quantum Theory, 1918-1927." In R. McCormach (ed.), (1971).
- Gardiner, Patrick (ed.), (1960), *Theories of History*. Free Press, Glencoe, First printing 1959.
- Garfinkel, Harold (1967), *Studies in Ethnomethodology*. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Gooding, David & Pinch, Trevor & Schaffer, Simon (ed.) (1989), *The Uses of Experiment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gramsci, Antonio (1979), *Vankilavihkot 1*. Kansankulttuuri, Helsinki. Alkuteos *Quaderni del carcere*, Torino 1975.
- Gutting, Gary (1980), *Paradigms and Revolutions*. University of Notre Dame Press, Notre Dame and London.
- Habermas, Jürgen (1972), *Knowledge and Human Interests*. Beacon Press, Boston. Originally published as *Erkenntnis und Interesse*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1968.
- Hacking, Ian (1983), *Representing and Intervening*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hacking Ian (1985), "Do We See through a Microscope?" in Paul M. Churchland and Clifford A. Hooker (ed.) (1985), pp. 132-152.
- Hacking, Ian (1993), "Working in a New World: The Taxonomic Solution." in Paul Horwich (ed.) (1993) pp. 275-310.
- Hacking, Ian (1992), "The Self-Vindication of Laboratory Sciences." In Andrew Pickering (ed.), (1992), pp. 29-64.
- Hanson, Norwood, R. (1958), *Patterns of Discovery*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hempel, Carl (1960), "The Function of General Laws in History." In Patrick Gardiner (ed.), (1960) pp. 344-356. First published in *The Journal of Philosophy*

1942.

- Hesse, Mary (1974), *The Structure of Scientific Inference*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Hesse, Mary (1980), *Revolutions & Reconstructions in the Philosophy of Science*. The Harvester Press, Sussex.
- Hollis, Martin & Lukes, Steven (ed.), (1983), *Rationality and Relativism*. Basil Blackwell, Oxford. First Published 1982.
- Holton, Gerald (1980a), "Physics and Culture." In Gerald Holton (1980b), pp. 461-484. First published in *Bulletin of the Institute of Physics and the Physical Society*, 1963, pp. 321-329.
- Holton, Gerald (1980), *Thematic Origins of Scientific Thought*. Harvard University Press, Cambridge and London.
- Horwich, Paul (ed.), (1993), *World Changes*. The MIT Press, Cambridge and London.
- Hoyningen-Huene, Paul (1993), *Reconstructing Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago and London. Originally published as *Die Wissenschaftsphilosophie Thomas S. Kuhns*. Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig 1989.
- Hume, David (1958) *A Treatise of Human Nature*. The Clarendon Press, Oxford. First edition 1739.
- Immonen, Kari (ed.), (1988), *Tieteen historia - Tieteen kritiikki*. Turun yliopiston historian laitoksen julkaisu, Turku.
- Kosslyn, Stephen M. (1980), *Image and Mind*. Harvard University Press, Cambridge and London.
- Krige, John (1980), *Science, Revolution & Discontinuity*. Harvester, Sussex.
- Kuhn, Thomas S. (1970a), "Logic of Discovery or Psychology of Research?" In Imre Lakatos & Alan Musgrave (ed.) (1970) pp. 1-23.
- Kuhn, Thomas S. (1970b), "Reflections on My Critics." In Imre Lakatos & Alan Musgrave (ed.) (1970) pp. 231-278.
- Kuhn, Thomas S. (1970c), *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago, first edition 1962.

- Kuhn, Thomas S. (1977a), *The Essential Tension*. University of Chicago Press, Chicago and London.
- Kuhn, Thomas S. (1977b), "Second Thoughts on Paradigms." In Frederick Suppe (ed.), (1977), pp. 459-482.
- Kuhn, Thomas S. (1977c), "Objectivity, Value Judgment and Theory Choice." In Thomas S. Kuhn (1977a), pp. 320-339.
- Kuhn, Thomas S. (1977d), "The Function of Measurement in Modern Physical Science." In Thomas S. Kuhn (1977a), pp. 178-224. First appeared in *Isis* No.52, pp. 161-193.
- Kuhn, Thomas S. (1977e), "The Historical Structure of Scientific Discovery." In Thomas S. Kuhn (1977a), pp. 165-177. First appeared in *Science*, 136 pp. 760-764, (1962).
- Kuhn, Thomas S. (1977f), "A Function for Thought Experiments." In Thomas S. Kuhn (1977a), pp. 240-265. First appeared in *L'aventure de la science*. Vol. 2 pp. 307-334 (1964), Hermann, Paris.
- Kuhn, Thomas S. (1977g), "The Relations between History and the History of Science." In Thomas S. Kuhn (1977a), pp. 127-161. Originally published in *Daedalus* 100 (1971), pp. 271-304.
- Kuhn, Thomas S. (1977h), "The Relations between the History and the Philosophy of Science." In Thomas S. Kuhn (1977a), pp. 3-20.
- Kuhn, Thomas S. (1979a), "Foreword." In Ludwik Fleck (1979).
- Kuhn, Thomas S. (1979b) "Metaphor in Science." in Andrew Ortony (ed.), (1979), pp. 409-419.
- Kuhn, Thomas S. (1993), "Afterwords." In Paul Horwich (ed.), (1993), pp. 311-341.
- Lakatos, Imre & Musgrave Alan (ed.) (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press, London.
- Lakatos, Imre (1983), *Proofs and Refutations*. Edited by John Worrall and Elie Zahar. Cambridge University Press, Cambridge. First edition 1976.
- Lamb, David & Susan M. Easton (1984), *Multiple Discovery*. Avebury, England.
- Laudan, Larry (1984), "The Pseudo-science of Science." In James R. Brown (ed.), (1984), pp. 41-73.



- Levi-Strauss, Claude (1966), *The Savage Mind*. Weidenfeld and Nicolson, London. Originally published as *La pensée sauvage*, Plon, Paris, 1962.
- Maffesoli, Michel (1995), *Maailman mieli*. Gaudeamus, Helsinki, alkuperäisteos *La Contemplation du Monde*. Grasset, Paris, 1993.
- Marx, Karl (1974), *Pääoma, osa 1*. Kustannusliike Edistys, Moskova. Ensimmäinen painos *Das Kapital* Verlag von Otto Meisner, 1867, Hampuri.
- Marx, Karl (1978), "Teesejä Feuerbachista." Teoksessa Marx ja Engels (1978), sivut 63-66.
- Marx, Karl & Engels, Friedrich (1978), *Valitut teokset. Osa 2*. Kustannusliike Edistys, Moskova.
- Masterman, Margaret (1970), "The Nature of a Paradigm." in Imre Lakatos & Alan Musgrave (ed.), (1970), pp. 59-89.
- McAllister, James (1989), "Truth and Beauty in Scientific Reason." *Synthese* 78 (1989), pp. 25-51.
- McCormmach, M (ed.), (1971), *Historical Studies in the Physical Sciences, No 3*. University of Pennsylvania Press, Pennsylvania.
- McMullin, Ernan (1983), "Values in Science" in Peter D. Asquith & Thomas Nickles (ed.) (1983) pp. 3-28.
- McMullin, Ernan (1993), "Rationality and Paradigm Change in Science." in Paul Horwich (ed.) (1993) pp. 55-78.
- Merton, Robert K. (1973), *The Sociology of Science*. Edited by N. W. Storer. University of Chicago Press, Chicago.
- Miller, George (1956), "The Magical Number Seven Plus or Minus Two." *Psychological Review*, 63.
- Murphy, Gregory L. & Medin, Douglas L. (1985), "The Roles of Theories in Conceptual Coherence." *Psychological Review*, Vol. 92, No 3. Pp. 289-316.
- Niiniluoto, Ilkka (1980), *Johdatus tieteenfilosofiaan*. Otava, Helsinki.
- Niiniluoto, Ilkka (1983), *Tieteellinen päättely ja selittäminen*. Otava, Helsinki.
- Ortony, Andrew (ed.), (1979), *Thought and Metaphor*, Cambridge University Press, Cambridge.

- Pickering, Andrew (1989), "Living in the Material World" in David Gooding (ed.), (1989), pp. 275-297.
- Pickering, Andrew (1992a), "From Science as Knowledge to Science as Practice." In Andrew Pickering (ed.), (1992b), pp. 1-26.
- Pickering, Andrew (ed.), (1992b), *Science as Practice and Culture*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Polanyi, Michael (1958), *Personal Knowledge*. University of Chicago Press, Chicago.
- Popper, Karl, R. (1970), "Normal Science and its Dangers." In Imre Lakatos & Alan Musgrave (eds.), (1970), pp. 51-58.
- Putnam, Hilary (1975a), *Mind, Language and Reality*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Putnam, Hilary (1975b), "Explanation and Reference." In Hilary Putnam (1975a).
- Putnam, Hilary (1975c), "The Nature of Mental States." In Hilary Putnam (1975a).
- Quine, Willard V. O. (1977), "Natural Kinds." In S. P. Schwartz (ed.), (1977), pp. 155-175.
- Ravetz, Jerome R. (1971), *Scientific Knowledge and Its Social Problems*. Clarendon Press, Oxford.
- Rorty, Richard (ed.), (1992), *The Linguistic Turn.*, First edition in 1967, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Schaffer, Simon (1989), "Glass Works: Newton's Prisms and the Uses of Experiment." In David Gooding & Trevor Pinch & Simon Schaffer (ed.), (1989), pp. 67-104.
- Schwartz, S. P. (ed.), (1977), *Naming, Necessity and Natural Kinds*. Cornell University press, Ithaca.
- Scriven, Michael (1960), "Truisms as the Grounds for Historical Explanation." In Patrick Gardiner (ed.), (1960) pp. 443-475.
- Simon, Herbert (1955), "A Behavioral Model of Rational Choice." In *Models of Thought*. Yale University Press, New Haven.
- Skinner, B. F. (1953), *Science and Human Behaviour*. Macmillan, New York.
- Smith, Linda B. (1989), "From Global Similarities to Kinds of Similarities: the

- Construction of Dimensions in Development." In Stella Vosniadou & Andrew Ortony (eds.), pp. 146-178.
- Suppe, Frederick (1977), *The Structure of Scientific Theories*. University of Illinois Press, Urbana.
- Teich, Mikulás & Young, Robert (eds.), (1973), *Changing Perspectives in the History of Science*. Heinemann, London.
- Toulmin, Stephen (1970) "Does the Distinction between Normal and Revolutionary Science Hold Water." In Imre Lakatos & Alan Musgrave (eds.), (1970), pp. 39-47.
- Verronen, Veli (1984), "Growth in Empirical Science: a Confrontation of its Contentual and Quantitative Aspects with Special Implication for the Future Prospects of Basic Research.", Offprint, Publications of the Academy of Finland 3/1984.
- Verronen, Veli (1986), *The Growth of Knowledge*. Publications of the Department of Philosophy No 35, University of Jyväskylä, Jyväskylä.
- Verronen, Veli (1988), "Masterman ja Paradigman käsite." teoksessa Kari Immonen (toim.), (1988).
- Vosniadou, Stella & Ortony, Andrew (eds.), (1989), *Similarity and Analogical Reasoning.*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Waldrop, M.M. (1987), "The Workings of Working Memory." *Science*, 237, pp. 1564-1567.
- Watkins, John (1970), "Against 'Normal Science'". In Imre Lakatos & Alan Musgrave (ed.), (1970), pp. 25-37.
- Wittgenstein, Ludwig (1975), *Varmuudesta*. Suomentanut Heikki Nyman, WSOY, Porvoo. Alkuteos *Über Gewissheit*. Basil Blackwell, Oxford, 1969.
- Wittgenstein, Ludwig (1981), *Filosofisia tutkimuksia*. Suomentanut Heikki Nyman. WSOY, Juva. Alkuteos *Philosophische Untersuchungen*. Basil Blackwell, Oxford, 1953.
- Wittgenstein, Ludwig (1989), *Huomautuksia psykologian filosofiasta 2*. Toimittaneet Georg Henrik von Wright ja Heikki Nyman. Suomentanut Heikki Nyman. WSOY, Porvoo. Alkuteokset *Bemerkungen über die Philosophie der Psychologie, Band II* ja *Letzte Schriften über die Philosophie der Psychologie, Band I*. Basil Blackwell, Oxford, 1980 ja 1982.

Woolgar, Steve (ed), (1991), *Knowledge and Reflexivity*. Sage, London. First published 1988.

Wright, Georg Henrik von (ed.), (1972), *Problems in the theory of Knowledge*. Martinus Nijhoff, Haag.

Wright, Georg Henrik von (1979), "Wittgenstein varmuudesta". Suomentanut Heikki Nyman. Teoksessa Wittgenstein (1979) sivut 11-30. Alkuperäinen laitos teoksessa von Wright (ed.), (1972).