

TIETEEN TULEVAISUUKSIEN ENNAKOINTI

Veli Virmajoki

Tiivistelmä

Tässä artikkelissa käsittelen tieteen tulevaisuuksien ennakointia. Keskeisyydestään huolimatta tieteen tulevaisuuksien ennakointia ei ole kartoitettu systemaattisesti. Tuon esiin siihen liittyviä mahdollisuuksia mutta myös erityisongelmia. Monet tieteen tulevaisuuksien ennakointiin liittyvät seikat, kuten ennakoinnin rajat ja eettinen päätöksenteko, ovat tärkeitä myös muussa ennakoinnissa, ja tämän vuoksi tieteen tulevaisuuksien ennakoinnin tarkastelulla on myös laajempaa relevanssia tulevaisuudentutkimuksen kentällä. Tuon myös esiin, miten tieteen tulevaisuuksista voidaan muotoilla teorialähtöisiä skenaarioita, mikä mahdollistaa tiettyjen skenaarioiden tarkastelun kuvauksina teoreettisesti mahdollisista tulevaisuuksista.

Avainsanat: tiede, tieteenfilosofia, mahdolliset tulevaisuudet, skenaariot, innovaatiot

1. Tieteen tulevaisuuden merkitys

Tiede on inhimillistä toimintaa, joka pyrkii systemaattisesti saavuttamaan tietoa ja ymmärrystä todellisuuden ilmiöistä. Tieteellinen toiminta koostuu sisältöjen, menetelmien, taustaoletusten, tavoitteiden, arvojen ja sosiaaliseen järjestelmien verkostosta ja vuorovaikutuksesta (ks. esim. Kuhn 1970). Tieteen tulevaisuuksia arvioidaan usein tieteenalojen sisällä (kuten tässä artikkelissa) ja suhteessa mahdollisiin läpimurtoihin ja löydöksiin, joita olemassa olevan tiedon pohjalta voidaan odottaa (esim. Joanny et al. 2020; Reding & Eaton 2020). Kuitenkaan tieteen mahdollisten tulevaisuuksien kartoittamiseen ei ole kehitetty työkaluja tai edes kriittistä ja systemaattista otetta, vaan ennakointi etenee usein julkilausumattomien ja perustelemattomien tiedekäsitysten varassa. Tämä on yllättävää, kun otetaan huomioon, miten monitasoiseksi ja monimutkaiseksi ilmiöksi tiede on osoittautunut tieteenfilosofian, -historian ja -tutkimuksen perusteella (ks. artikkeli *'Tulevaisuuksientutkimuksen filosofiset perusteet'*). Tieteen kehityksen ja eri tieteenalojen luonteen ymmärtäminen on hankalaa mutta mahdollista, ja tämän tulisi heijastua myös tieteen tulevaisuuden ennakoinnissa. Tiede ei ole luonteeltaan sen läpinäkyvämpää kuin muukaan inhimillinen toiminta eikä sen oletettua ylihistoriallista ja muuttumatonta perusluonnetta voida ottaa annettuna ennakointityössä ilman kriittistä tarkastelua.

Tieteen tulevaisuuksien ennakkoinnin peruslähtökohta on siinä, että tiede on muuttunut – paljonkin – historiansa saatossa. Esimerkiksi nykyään lähes itsestäänselvytenä otettava kokeellinen tutkimus on saavuttanut keskeisen merkityksensä vasta historiallisten tieteellisten kiistojen tuloksena erityisesti 1600-luvulla (Shapin & Schaffer 1985). Sekä tieteen sisällöt (hyväksytyt teoriat, mallit, selitykset jne.), metodit, tavoitteet ja taustaoletukset että sen teknologiset, sosiaaliset ja kulttuuriset kontekstit ovat muuttuneet. Lisäksi monet tieteen piirteet riippuvat näistä ”ulkoisista” konteksteista. Kun otetaan huomioon, että teknologia, kulttuuri ja sosiaaliset järjestelmät ovat jatkuvan muutoksen alaisena ja että nämä muutokset tuskin ainakaan hidastuvat lähitulevaisuudessa, näyttää selvältä, että tiedekin tulee muuttumaan. Vaikka esimerkiksi tieteen mahdollisista ”läpimurroista” ja muuttuvasta yhteiskunnallisesta asemasta puhutaankin jatkuvasti, harvemmin osataan huomioida myös tieteellisen toiminnan itsensä muutoksia, eli muutoksia sisällöissä, menetelmissä, tavoitteissa, arvoissa ja sosiaalisissa järjestelmissä. Tieteen tulevaisuutta täytyy ennakoida samalla vakavuudella, kriittisyydellä ja systemaattisuudella kuin muidenkin keskeisten toimintojen ja instituutioiden tulevaisuutta. Muuten aihe jätetään julkilausumattomien oletusten ja hiljaisen vallankäytön armoille.

Tieteen tulevaisuutta täytyy ennakoida samalla vakavuudella, kriittisyydellä ja systemaattisuudella kuin muidenkin keskeisten toimintojen ja instituutioiden tulevaisuutta.

Vaikka tieteen kehitystä ja luonnetta on siis pystytty selvittämään, ajatus tieteen tulevaisuuksien systemaattisesta ennakkoinnista ei ole saanut ansaitsemaansa huomiota. Kuitenkin juuri tieteen kehitystä ja luonnetta koskeva tutkimus on 1) lisännyt ymmärrystä kausaalisista prosesseista ja loogisista yhteyksistä tieteen kehityksessä ja 2) haastanut vallitsevia ajatustapoja sekä tuonut uusia näkökulmia tieteen luonteeseen. Kun otetaan huomioon, että 1) ja 2) liittyvät keskeisesti tulevaisuudentutkimuksen keskeisiin päämääriin (Wright et al. 2013, 631; ks. myös luku 3), näyttää siltä, että tieteen tulevaisuuksien ennakkoinnin mahdollisuuksiin voidaan suhtautua suopeasti.

Tieteen tulevaisuuden ennakkoinnin ytimessä on kuitenkin eräs jännite, jota on lähestyttävä huolellisesti. On nimittäin esitetty, että tieteen tulevaisuuden ennakointi on paitsi mahdotonta myös eettisesti ongelmallista. Tieteen tulevaisuuksien ennakointiin liittyykin tiettyjä erityisongelmia, joita siirrymme nyt tarkastelemaan.

2. Tieteen tulevaisuuksien ennakkoinnin välttämättömyys ja mahdottomuus

Tieteen tulevaisuuksien ennakointiin sisältyy kaksi eri suuntiin vetävää voimaa. Ensinnäkin tieteen kehitystä pidetään yleisesti keskeisenä tekijänä teknologisessa, taloudellisessa, sosiaalisessa ja kulttuurisessa kehityksessä. Toki osaamme erottaa kehityksen edistyksestä (eli asioiden muutoksen tiettyyn suuntaan niiden muutoksesta kohti parempaa), eikä tieteen mahdollisia tulevaisuuksia pidetä yksinomaan hyvinä. Esimerkiksi huolet tutkimusrahoituksen määrästä tai ihmisten luottamuksen rapistumisesta tietee-

seen nousevat aika ajoin esiin. Silti tieteen kehityksellä, sen mahdollisella edistyksellä tai rappeutumisella, ajatellaan olevan keskeinen sija tulevaisuuksien muokkaajana. Tieteen tulevaisuudet eivät ole merkittäviä vain tieteen sisällä ja tiedepolitiikassa, vaan tieteen tulevaisuudet vaikuttavat moniin yhteiskunnan osa-alueisiin: esimerkiksi siihen, mitä teknologioita on käytössä (Joanny et al. 2020; Reding & Eaton 2020) miten innovaatioita syntyy (Kuhlman & Rip 2018), keitä pidetään tiedollisina auktoriteetteina (Mede & Schäfer 2020), kuinka suhteemme diagnooseihin rakentuu (Hollin 2016) ja niin edelleen. Tieteen tulevaisuudet ovat liian tärkeä aihe jättää vaille systemaattista ennakkointityötä.

Samaan aikaan tieteen tulevaisuuden ennakointi näyttää mahdottomalta. Jotta voisimme laajasti ymmärtää, millaista tulevaisuuden tiede on ja mikä sen suhde yhteiskuntaan, kulttuuriin, teknologiaan ja talouteen on, meidän tulisi osata ennakoida, mitä teorioita, malleja ja viitekehyksiä tulevaisuudessa hyväksytään. Miten voisimme edes periaatteessa tietää tämän? Tieteen historia osoittaa, että teoriat tulevat aika ajoin hylätyksi. Ei siis ole mahdollista suoraviivaisesti päätellä nykyisistä teorioista, millaisia tulevaisuuden teoriat ovat. Lisäksi tieteessä aukeaa jatkuvasti kokonaan uusia horisontteja. 1800-luvulla ajateltiin, että fysiikan perusteet oli löydetty. Kuitenkin 1900-luku suhteellisuusteorioineen ja kvanttifysiikkoineen romutti tämän ajatuksen täydellisesti.

Lisäksi tieteen tulevaisuuden ennakointi näyttää lähtökohtaisesti moraalisesti arveluttavalta projektilta. Tieteen tulevaisuuden ennakointi saattaa kenties johtaa helposti tieteen ulkopuoliseen ohjaukseen. Esimerkiksi lysenkolaisuuden, joka hylkäsi perinnöllisyystieteen ideologisista syistä, voidaan katsoa olevan varoittava esimerkki siitä, mitä seuraa, kun tieteen päämäärä ja mahdollisuudet yritetään kertoa ennakkoon (ks. esim. deJong-Lambert & Kremmentsov 2017). Tällaisen ajatuksen tieteen autonomian keskeisyydestä ovat esittäneet muiden muassa Michael Polanyi (1962) ja Robert Merton (1968).

Tämän jännitteen, joka vallitsee tieteen yhteiskunnallisen keskeisyyden ja sen tulevaisuuden ennakkoinnin episteemisen ja eettisen mahdottomuuden kesken, on selvimmin muotoillut Karl Popper. Hän argumentoi, että ihmiskunnan tiedon kasvu on vaikuttanut voimakkaasti ihmiskunnan historiaan, mutta emme kuitenkaan pysty rationaalisesti tai tieteellisesti arvioimaan tiedon kasvua tulevaisuudessa. Täten emme pysty, Popperin (1957, ix–x) mukaan, ennustamaan ihmiskunnan tulevaisuutta.

On huomattava, että Popper puhuu tulevaisuuden ennustamisesta. Tällainen ennustamiseen liittyvä ”kaikki tai ei mitään” -tulevaisuusajattelu ei ole tulevaisuudentutkimuksen ytimessä. Ajatus ei ole, että joko ennustamme oikein tai emme voi sanoa mitään tulevaisuudesta. Tämän vuoksi Popperin argumenttiin on parasta suhtautua haasteena. Mitä aspekteja tieteen tulevaisuudesta voidaan ennakoida ja missä määrin?

Tieteen tulevaisuudet eivät ole merkittäviä vain tieteen sisällä ja tiedepolitiikassa, vaan tieteen tulevaisuudet vaikuttavat moniin yhteiskunnan osa-alueisiin.

3. Tieteen tulevaisuudet ja ennakkoinnin päämäärät

Tieteen tulevaisuuksien ennakointia voidaan lähestyä tarkastelemalla ennakkoinnin seuraavia kahta peruspäämäärää:

1. Ymmärryksen lisääminen: kausaalista prosesseista, yhteyksistä ja loogisista sekvensseistä, jotka ovat tapahtumien taustalla – täten paljastaa, miten maailman tulevaisuuden tila voi kehittyä.
2. Konventionaalisen ymmärryksen haastaminen, jotta käsityksiä ja ajattelutapoja voidaan muotoilla uudelleen. (Wright et al. 2013, 631)

On myös huomioitava, että tulevaisuudentutkimukseen liittyy oleellisesti eettinen komponentti. Monista mahdollista tulevaisuuksista olisi syytä löytää toivottavat (tai ”preferoitavat”), joita kohti hakeutua. (Bell 1997; Marien 2002)

Näiden päämäärien valossa tiedolliset ja eettiset vaikeudet tieteen tulevaisuuksien ennakkoinnissa eivät näytä enää ylitseväsemättömältä esteeltä vaan pikemminkin keskeisenä motivaationa tieteen tulevaisuuksien ennakointiin.

Ensinnäkin tieteenfilosofia, tieteenhistoria ja tieteentutkimus yleisesti ovat tehneet tieteellisen toiminnan kehityksestä ja mekanismeista ymmärrettäviä (ks. artikkeli *’Tulevaisuuksientutkimuksen filosofiset perusteet’*). Esimerkiksi jatkuvuuksista teorianvaihdosten yhteydestä on olemassa laaja kattaus erilaisia analyyseja (ks. Psillos 2018). Tällainen tutkimus auttaa ymmärtämään, millaiset tekijät, katkokset ja jatkuvuudet liittyvät tieteen tulevaisuuden kehitykseen.

Tieteen kehityksen ymmärtäminen auttaa myös paikantamaan päätösten aseman ja mahdolliset vaikutukset tieteeseen. On selvää, että valinnat ja päätökset vaikuttavat siihen, miten tiede kehittyy. Tällöin herää myös kysymys hyvien ja kestävien valintojen tekemisestä. Jotta valinnan vaikutuksia voidaan ylipäätään arvioida, on ymmärrettävä ne perusmekanismit, jotka ohjaavat sitä ympäristöä, jossa päätös tehdään. Jos perusmekanismeja ei ymmärretä, päätökset johtavat väärin lopputuloksiin. Saatamme esimerkiksi yrittää ”pakottaa luonnon tiettyihin ‘laatikoihin’, mutta luonto vastustaa” (Godfrey-Smith 2003, 177) ikävin seurauksin, kuten lisenkolaisuuden tapauksessa. Voidaan ajatella, ettei lisenkolaisuuden ongelma ollut tulevaisuuden ennakkoinnissa tai päätöksenteossa sinänsä, vaan siinä, että tieteestä oli vallalla täysin sen todellisuudesta irronnut käsitys. Mekanismien tunteminen ja eettinen päätöksenteko kulkevat käsi kädessä.

Toiseksi tieteenfilosofia, tieteenhistoria ja tieteentutkimus yleisesti ovat haastaneet konventionaalista ymmärrystä tieteestä ja uudelleenmuotoillut käsityksiä. On jopa hie-man ironista, että esimerkiksi Popper haastoi käsityksen, jonka mukaan tiedon kasvua voidaan ymmärtää yksinkertaisten ja suoraviivaisten mallien avulla. Lisäksi hän muotoili uudelleen ajatuksen, jonka mukaan tulevaisuutta voidaan ennustaa tieteellisen tiedon avulla, ajatuksiksi, että tieteellisen tiedon kehitys on tulevaisuuden ennakkoi-mattomuuden ytimessä. Yleisesti ottaen olemme esimerkiksi oppineet, ettei teorian-murrokset ole suoraviivaista tiedon kumuloitumista (esim. Psillos 2018), ja että arvot vaikuttavat tieteeseen tavalla tai toisella (Longino 1990).

Keskeistä tieteenfilosofian, tieteenhistorian ja tieteen tutkimuksen tarjoamassa ymmärryksessä ei ole sen kyky tarjota jaettu malli tieteellisestä toiminnasta. Päinvastoin mitään laajaa yksimielisyyttä tieteen kehityksen luonteesta ei ole muodostunut. Keskeistä onkin sen tarjoama mahdollisuus verrata, rinnastaa ja keskustella mahdollisista tulevaisuuden muutoksista menneisyyttä vasten ja houkutellessa esiin vastakkaisia näkökulmia, väärinymmärryksiä ja vinoumia (Bradfield et al. 2016, 61–64). Vaikkemme pystykään ennustamaan tieteen tulevaisuutta, meillä on paljon materiaalia, jonka valossa sitä voidaan hahmottaa ja joka soveltuu julkilausumattomien ja perustelemattomien tieteen tulevaisuus -käsitusten arvioimiseen. Tällä tavoin tieteen tulevaisuuden ennakointi voi ”tarjota informaatiota, ideoita ja virikkeitä tukemaan kolmatta ennakkoinnin päämäärää, parempaa päätöksentekoa ja strategista suunnittelua” (Wright et al. 2013, 631).

4. Tulevaisuuden tieteen rakenteet ja skenaariot

Jotta voimme tarkemmin ymmärtää, mitä tieteen tulevaisuuksista voidaan sanoa, on katsottava, miksi niiden ennakkoinnin on tarkkaan ottaen katsottu olevan mahdotonta. Nämä argumentit ovat muutenkin mielenkiintoinen tulevaisuudentutkimuksen näkökulmasta.

Ensinnäkin on esitetty, että mikäli pystyisimme kuvaamaan jonkin tulevaisuuden löydöksen tai innovaation, olisimme jo tehneet sen. MacIntyre (2007) on esittänyt, ettei mitään innovaatiota tai löydöstä, joka sisältää radikaalisti uuden käsitteen voida ennustaa, sillä ennusteen pitäisi pystyä nyt kehittämään käsite, joka vasta tulevaisuudessa keksitään. Jos joku olisi aikanaan ennustanut pyörän keksimisen, häneltä olisi kysytty, mikä se sellainen ”pyörä” on. Jos hän vastauksessaan esittelisi vanteet, keskiön, akselin jne., hän olisi jo keksinyt pyörän. Toisaalta vaikka meillä olisi jo löydettyä oikea käsitteellinen skeema (teoria), jonka avulla ennustamme jonkin uuden löydöksen tieteesä, meillä ei olisi oikeutusta uskomukselle, että löydös tehdään. Jos teoria ennustaa löydöksen ja jos emme ole kovin varmoja löydöksestä, emme ole myöskään kovin varmoja teoriasta – teorialta puuttuisi riittävä oikeutus. Jos taas tiedämme kovin varmasti, että jokin asia tullaan löytämään, ei tuossa löydöksessä enää ole radikaalia uutuusarvoa (Finnocchiaro 1973).

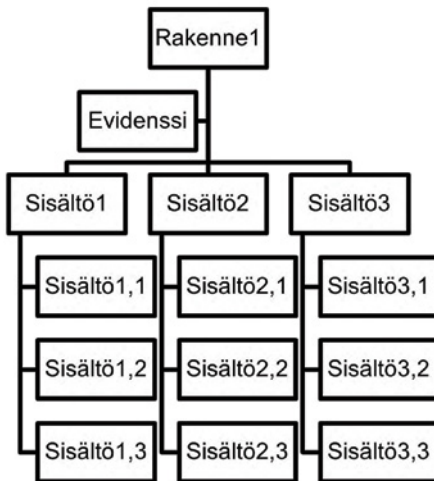
Molemmat argumentit ovat yksinkertaisuudessaan vakuuttavia. Ne molemmat kuitenkin olettavat että 1) tiede tulee muuttumaan ja 2) keskeistä on ennustaa löydökset ja innovaatiot. Ongelma on siinä, että 1) on monimerkityksinen ja 2) kyseenalainen. On selvää, että tiede muuttuu, mutta epäselvää, mitkä osat ja miten paljon. Yksi kiinnostavimmista tieteen tulevaisuutta koskevista kysymyksistä on juuri mahdollisen muutoksen määrä. Toisaalta vaikka olisikin suurenmoista pystyä ennustamaan tieteen tuloksia, tästä ei seuraa, ettei ole muita mielenkiintoisia kysymyksiä tieteen tulevaisuudesta. Esimerkiksi fuusiovoimaa koskevia kokeita ei voida perustella ennustamalla niiden tuloksia, vaan sillä, että niiden voidaan ennakoida antavan riittävästi tietoa fuusiovoiman käytännöllisestä hyödyntämisestä. Yllä esitetyt argumentit ovat siis hyvin rajoittuneita huomiota tieteen tulevaisuuden ennakointia vastaan.

Vielä syvempi ongelma on siinä, että yllä esitetyt argumentit olettavat, että tulevaisuuden ennakoinnissa keskeisintä on ennakoida tiettyjä tapahtumia kuten löydöksiä ja innovaatioita. Kun otetaan huomioon tulevaisuudentutkimuksen keskeiset päämäärät – ymmärryksen lisääminen ja konventionaalisen ajattelun haastaminen – on selvää, että tulevaisuuden ennakointiin kuuluu paljon muutakin kuin yksittäisten tapahtumien ennakointi. Voidaan jopa ajatella, että yksittäisten tapahtumien ennakoinnissa kiivettäisiin takaperin puuhun. Yksittäiset tapahtumat nimittäin riippuvat aina ympäröivästä kontekstista. Niiden ennakoiminen riippuu kyvystämme ennakoida ympäröivää kontekstia. Samoin mielekkäitä päätöksiä voidaan tehdä vain, jos ymmärretään, millaisessa ympäristössä niiden vaikutukset realisoituvat. Tämän vuoksi onkin ennakoitava tulevaisuuden konteksteja, joissa yksittäiset päätökset ja tapahtumat realisoituvat.

Mahdollisia tulevaisuuden konteksteja voidaan ymmärtää muotoilemalla skenaarioita. Tarkoituksena ei ole ennustaa yhtä polkua, jota tulevaisuus seuraa. Pikemminkin tarkoituksena on löytää uskottavia mahdollisia tulevaisuuksia. (Staley 2002, 78.) Vaikka skenaarion määritelmästä on ollut paljon väittelyä (ks. Spaniol & Rowland 2019), voidaan skenaariot tieteen tulevaisuuksien ennakoinnin yhteydessä ymmärtää yksinkertaisesti ”kuvauksina tulevaisuuden tilanteesta ja tapahtumien kulusta, joka mahdollistaa liikkumisen nykytilasta kohti tulevaisuuden tilannetta (Amer et al. 2013, 23).

Skenaarioita tieteen tulevaisuudesta puolestaan voidaan muotoilla teoria- tai rakennelähtöisesti. Olen omaksunut rakenne termin kahdesta suunnasta. Ensinnäkin Staley (2002, 88) kuvaa termillä niitä rajoja, joissa asioita voi tapahtua, sekä konteksteja, jotka vaikuttavat tapahtumiin. Toiseksi Thomas Kuhnin (1970) klassikko *Tieteellisten vallankumousten rakenne* kuvaa niitä episteemisiä, sosiaalisia ja institutionaalisia seikkoja, jotka muovaavat tieteen kokonaiskehitystä. Tarkoitankin termillä ”*tieteen tulevaisuuden rakenne*” sellaista mahdollista tekijöiden kokonaisuutta, joka tuottaa ja asettaa rajat tieteen kehitykselle. Tällaisia mahdollisia rakenteita on muotoiltu mm. tieteenfilosofian kentällä. Erilaiset filosofiset teoriat tieteestä kuvaavat niitä tekijöitä ja periaatteita, jotka ohjaavat tieteen kehitystä, ja näitä teorioita voidaankin käyttää kuvaamaan tieteen mahdollisia tulevaisuuksia. Jokainen teoria kuvaa yhden (teoreettisesti) mahdollisen tulevaisuuden rakenteen. Nämä rakenteet ovat pohjana tarkemmille tulevaisuuskuville, joita saavutetaan lisäämällä sisältöä rakenteisiin. Sisällöllä tarkoitan mahdollisia tietoja, metodeja, arvoja ja institutionaalisia järjestelyjä, joita tulevaisuudessa saatetaan omaksua. Kun tiettyyn rakenteeseen lisätään tietty sisältö, saavutetaan skenaario tieteen tulevaisuudesta. Yksittäisiä tapahtumia voidaan sitten tarvittaessa sijoittaa eri skenaarioiden alle.

Kun tietyn rakenteen alle lisätään useita mahdollisia sisältöjä, saavutetaan teorialähtöinen taksonomia. Sisältöjen alle voidaan lisätä alasisältöjä, jotka kertovat millaiset kehityskulut ovat mahdollisia sisällön sisällä. Kuva 1 esittää tällaista taksonomiaa. Rakenne 1:n alle on asetettu sisältöjä (Sisältö1–Sisältö3), jotka noudattavat kyseisen rakenteen dynamiikkaa ja jotka voivat toteutua evidenssin valossa. Sisältöjen alla taas on alasisältöjä (1,1–3,3), jotka ovat yleisemmän sisällön sallimia tarkempia kehityskulkuja.



Kuva 1. Teorialähtöinen taksonomia, jossa rakenteen sisään lisätään sisältöjä. Noodit Sisältö1–Sisältö3,3 ovat skenaarioita.

Tunnettua ja yksinkertaista esimerkkiä käyttäksemme voimme esimerkiksi ajatella juuri Kuhnin (1970) *paradigma–vallankumous* -mallin (*PV-malli*) määrittävän tietynlaisen rakenteen tieteelle: Tiedettä hallitsee paradigma, joka määrittää tutkimuksen lähtökohdat ja joka koostuu teorioista, malleista, esimerkkitutkimuksista, arvoista, arviointiperusteista jne. Kun paradigman ohjaama tutkimus kohtaa riittävän vakavia ratkaisemattomia ongelmia, anomalioita, se ajautuu kriisiin. Jos rinnalle saadaan muotoiltua uusi tehokas paradigma, saattaa tapahtua tieteellinen vallankumous, jossa vanha paradigma vaihtuu uuteen.

PV-mallin rakenteeseen voimme pyrkiä löytämään sisältöä kiinnostuksen kohteena olevasta tutkimusalasta. Tällä hetkellä keskustellaan esimerkiksi uuden hiukkaskiihdyttimen rakentamisen perusteista. Joko nykyinen LHC-kiihdyttimen asettama paradigma säilyttää vetovoimansa ja uusi kiihdytin rakennetaan (sisältö1) tai sitten sen tilalla yritetään muita lähestymistapoja (sisältö2) (ks. esim. Hossenfelder 2020). Mikäli kiihdytin rakennetaan, on mahdollista, ettei mitään uutta onnistuta löytämään (sisältö1,1), odotettuja löydöksiä tehdään (sisältö1,2), tai uudet löydökset ovat yllättäviä (sisältö1,3) (ks. Massimi 2020). PV-mallin rakenteessa sisällöt 1,1 (kyvyttömyys ratkoa ongelmia) ja 1,3 (kyvyttömyys tehdä selkoa löydöksistä vallitsevan paradigman sisällä) tarjoavat skenaarit, joissa tapahtuu tieteellinen vallankumous, ja sisältö 1,2 (vallitsevan paradigman mukaiset löydökset) tarjoaa skenaarion, jossa nykyinen paradigma jatkuu vielä tulevaisuudessakin.

Tällä tavoin tieteen tulevaisuuksien mahdollisiin rakenteisiin voidaan lisätä mahdollisia sisältöjä ja saada skenaarioita, jotka paitsi kuvaavat, millainen tila tieteessä voi valita, myös tulkitsevat tuon tilan osana tieteen kehityksen dynamiikkaa. Kun käytämme rinnakkain erilaisia teoreettisia viitekehyksiä mahdollisten rakenteiden muotoiluun, pystymme luomaan hallittavan kokonaiskatsauksen niihin tieteen tulevaisuuksiin, jot-

ka nykyisen teoreettisen ymmärryksemme puitteissa ovat mahdollisia. Voimme esimerkiksi tasapainottaa PV-mallin taksonomiaa rinnastamalla se tieteellisen realismin mukaisen taksonomian, joka näkee vähemmän radikaaleja vallankumouksia tieteessä kuin PV-malli, kanssa. Tällaiset rinnastetut taksonomiat ovat hyödyllisiä, sillä (i) ne tekevät skenaarioiden taustateoriat näkyviksi, (ii) ne näyttävät, millaiset tulevaisuudet ovat mahdollisia, ja (iii) ne näyttävät, mikäli tietynlaiset tulevaisuudet toistuvat erilaisen rakenteiden sisällä ja ovat täten erityisen vakavasti otettavia.

Lyhyt esimerkkimme osoittaa, miten huoli siitä, ettei mitään tieteen tulevaisuudesta voida sanoa, tai siitä, että tieteen ennakointi johtaa toiveajatteluun ja tieteen ulkoiseen kontrolliin, ovat liioiteltuja. Esimerkki tuo esiin, miten tieteen tulevaisuuksia voidaan tarkastella systemaattisesti sen perusteella, mitä olemme (tai ainakin luulemme) oppineet tieteestä, ja että tällainen ennakointi ei mitenkään ilmeisellä tavalla vaaranna tieteen tulevaisuuden avonaisuutta. Kuitenkin se auttaa varautumaan tulevaisuuteen ja tekemään sitä koskevia päätöksiä.

5. Tulevaisuudentutkimuksen tulevaisuus

Tulevaisuudentutkimuksen tulevaisuutta voidaan periaatteessa tarkastella samalla tavoin kuin muidenkin tieteenalojen. Voidaan katsoa sen menneisyyttä ja nykytilaa ja etsiä teorioita, jotka selittävät sen kehityskaarta – myös tulevaisuudessa. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin kaksi seikkaa. Ensinnäkään tulevaisuudentutkimuksen luonne ei vastaa niiden tieteenalojen (lähinnä luonnontieteissä) luonnetta, joiden parissa tieteenfilosofia, -historia ja -tutkimus on eniten työskennellyt. Tällöin on kenties vaikea löytää teorioita, jotka kuvaavat sen toimintaa ja kehitystä. Toiseksi se on hyvin monialainen ja jopa lainaileva kenttä, jossa käytetään hyödyksi muualla kehitettyjä malleja ja lähestymistapoja. On siis välttämätöntä ymmärtää erityisesti ihmis- ja yhteiskuntatieteiden tulevaisuuden kehitystä, jotta voidaan ymmärtää tulevaisuudentutkimuksen tulevaisuutta. Näistä ongelmista huolimatta on kuitenkin luultavasti mahdollista parantaa ymmärrystä alan kehityksen mekanismeista ja ainakin haastaa konventionaalista ymmärrystä tieteen kehityksestä. Esimerkiksi tulevaisuudentutkimuksen piirissä usein pohditaan, miten siitä saataisiin tieteellisempää – mitä ikinä tämä tarkoittaakaan –, mutta näihin pohdintoihin tulee aina suhtautua samalla kriittisyydellä kuin muihinkin tulevaisuuskuviin. Usein niiden taustalla saattaa olla yksinkertaistettu käsitys siitä, mitä tiede todella on (ks. artikkeli *'Tulevaisuuksientutkimuksen filosofiset perusteet'*).

Lopuksi on todettava, että tulevaisuudentutkimuksen tulevaisuuden ennakointi on aivan erityinen tapaus, sillä tulevaisuuden kykymme ennakoida tulevaisuuden tietettä riippuu ennakointityökalujen tulevaisuuden kehityksestä. Jotta voimme tietää, voidaananko tulevaisuudentutkimuksen tulevaisuutta ennakoida tulevaisuudessa, meidän tulisi tietää, millainen tämän alan tulevaisuus on. Ennakoinnin ennakointi lähestyy asymptoottisesti itsensä nostamista hiuksista ilmaan. On vain luotettava siihen, että nykyiset yrityksemme parantaa tulevaisuudentutkimusta kantavat hedelmää tulevaisuudessa.

Lähdeluettelo

- Amer, Muhammad – Daim, Tugrul U. & Jetter, Antoine (2013) A review of scenario planning. *Futures*, Vol. 46, 23–40.
- Bell, Wendell (1997) *Foundations of Futures Studies (volume 2). Values, Objectivity, and the Good Society*. Transaction Publishers.
- Bradfield, Ronald – Derbyshire, James & Wright, George (2016) The critical role of history in scenario thinking: Augmenting causal analysis within the intuitive logics scenario development methodology. *Futures*, Vol. 77, 56–66.
- deJong-Lambert, William & Krementsov, Nikolai (2017) “Lysenkoism” Redux: Introduction. Teoksessa deJong-Lambert, William & Krementsov, Nikolai. (toim.) *The Lysenko Controversy as a Global Phenomenon, Volume 1: Genetics and Agriculture in the Soviet Union and Beyond*. Palgrave Macmillan.
- Finnocchiaro, Maurice A. (1973) *History of Science as Explanation*. Wayne State University Press.
- Godfrey-Smith, Peter (2003) *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*. University of Chicago Press.
- Hollin, Gregory (2017) Autistic Heterogeneity: Linking Uncertainties and Indeterminacies. *Science as Culture*, 26(2), 209–231, <https://doi.org/10.1080/09505431.2016.1238886>.
- Hossenfelder, Sabine (2020) *The World Doesn't Need a New Gigantic Particle Collider*. Scientific American, <https://www.scientificamerican.com/article/the-world-doesnt-need-a-new-gigantic-particle-collider/>.
- Joanny, Geraldine – Giraldi, Jessika – Perani, Sergio – Fragkiskos, Sotirios – Rossi, Davide & Eulaerts, Olivier (2020) *Weak signals in Science and Technologies 2019: Analysis and recommendations*. EUR 30061 EN, Publications Office of the European Union, JRC119395, <http://dx.doi.org/10.2760/61303>.
- Kuhlmann, Stefan & Rip, Arie (2018) Next-Generation Innovation Policy and Grand Challenges. *Science and Public Policy*, 45(4), 448–454, <https://doi.org/10.1093/scipol/scy011>.
- Kuhn, Thomas S. (1970) *The Structure of Scientific Revolutions*. Second edition. The University of Chicago Press.
- MacIntyre, Alasdair (2007) *After Virtue. A Study of Moral Theory*. Third edition. University of Notre Dame Press.
- Marien, Michael (2002). Futures studies in the 21st Century: a reality-based view. *Futures*, 34(3–4), 261–281.
- Massimi, Michela (2020) *More than prediction*. Frankfurter Allgemeine, <https://www.faz.net/aktuell/wissen/physik-mehr/planned-particle-accelerator-fcc-more-than-prediction-16015627.html>.
- Mede Niels G. & Schäfer Mike S. (2020) Science-related populism: Conceptualizing populist demands toward science. *Public Understanding of Science*, 29(5), 473–491.
- Merton, Robert (1968) *Social Theory and Social Structure*.
- Polanyi, Michael (1962) The Republic of Science: its Political and Economical Theory. *Minerva*, I(1), 54–74.
- Popper, Karl (1957) *The Poverty of Historicism*. Routledge.
- Psillos, Stathis (2018) Realism and Theory Change in Science. Verkkojulkaisussa Zalta, Edward N. (toim.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2018 edition)*. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/realism-theory-change/>.
- Reding, D. F. & Eaton, J. (2020) *Science & technology trends 2020–2040. Exploring the S&T edge*. NATO Science & Technology Organization, <https://www.sto.nato.int/pages/tech-trends.aspx>.
- Shapin, Steven & Schaffer, Simon (1985) *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton University Press.
- Staley, David J. (2002) A History of the Future. *History and Theory*, 41(4), 72–89.
- Wright, George – Bradfield, Ron & Cairns, George (2013) Does the intuitive logics method – and its recent enhancements – produce “effective” scenarios? *Technological Forecasting and Social Change*, 80(4), 631–642.