

## Stephen Hawkingin maailma

■ TAPANI PERKO

Kitty Ferguson: *Stephen Hawking. Elämä*. Suom. Markus Hotakainen. WSOY 2012.

Stephen Hawking oli vain 21-vuotias, kun hänellä todettiin lamauttava ALS-tauti. Elinaikaa annettiin pari vuotta. Kitty Ferguson kirjoitti tässä esiteltävän teoksen Hawkingin 70-vuotispäivän kunniaksi. Kirja on kertomus Hawkingin elämästä, tieteestä ja tiestä julkisuuteen.

Ferguson on jakanut kirjansa neljään ajanjaksoon ja kahteenkymmeneen lukuun. Lopussa on vielä sanasto, laaja lähdeluettelo ja hakemisto. Aineiston Ferguson on koonnut Hawkingin populaarikirjoista, henkilökohtaisista haastatteluiluista ja muista lähteistä.

Fergusonin yhteistyö Hawkingin kanssa alkoi jo neljännesvuosisata sitten. Ferguson on tarkistanut faktat huolella ja panostanut ymmärrettävyyteen, mutta teksti on silti monin paikoin haastavaa. Fergusonin tiedekirjailijan ura ei ole tavallinen. Hän työskenteli klassisen musiikin parissa 40-vuotiaaksi saakka ja vasta sitten siirtyi popularisoimaan tiedettä. Tähän mennessä häneltä on ilmestynyt kymmenkunta kirjaa.

Hawking syntyi 8.1.1942 keskelle toista maailmansotaa. Hän varttui kahden sisarensa ja adoptoidun veljensä kanssa Lontoon pohjoispuolella. Perhe oli eksentrieni ja hyvin älykäs, kirjoittaa Ferguson. Päivällispöydässä istuttiin nenä kirjassa. Silti Stephenin kouluarvosanat eivät olleet hyviä, sillä

hän painoi mieleensä vain mielestään tietämisen arvoiset asiat. Sama tahti jatkui Oxfordin yliopistossa. Kolmantena vuonna hän kuitenkin onnistui läpäisemään jatko-opintojen kannalta tärkeän kokeen.

Näihin aikoihin hänessä alkoi esiintyä outoa kömpelyyttä. Tila paheni ja hermoston lamauttava ALS-tauti löytyi. Ennuste oli kova: elinaikaa oli jäljellä vain kaksi vuotta. Tieto oli luonnollisesti masentava, mutta avioliitto Jane Wilden kanssa ja halu tehdä jotain merkittävää auttoivat häntä ponnistelemaan eteenpäin. Tutkimusalakseen hän valitsi kosmologian, jota tuohon aikaan ei juurikaan arvostettu. Roger Penrosen tutkimukset tähden romahtamisesta mustaksi aukoksi saivat hänet ajattelemaan maailmankaikkeuden syntyä käänteisenä tapahtumana. Tästä aiheesta hän väitteli tohtoriksi 24-vuotiaana vuonna 1966.

Maailmankaikkeuden rakennetta voidaan tutkia yleisen suhteellisuusteorian avulla. Vaikka Albert Einstein formuloi tämän teorian jo vuonna 1915 ja venäläinen Alexander Friedmann esitti laajenevan maailman mallin 1920-luvun alkupuolella, ei kosmologiassa juurikaan edistytty vuosikymmeniin. Tuon aikaisella havaintotekniikalla ei löydetty ilmiöitä, joiden selittämiseen olisi tarvittu yleistä suhteellisuusteoriaa.

Tilanne muuttui 1960-luvulla, kun alettiin epäillä, että vastikään havaittuihin kvasaareihin saattoi liittyä niin suurta energiantuotantoa, etteivät edes ydinreaktiot sitä selittäisi. Ainoa selitys näytti olevan tähden luhistuminen eli supernova. Hawking ja Penrose esittivät näkemyksensä siitä, milloin tähti romahtaa mustaksi aukoksi. Termi

musta aukko on kuitenkin fyysikko John Wheelerin luomus.

Romahduksessa mustaan aukkoon syntyy äärettömän tiheyden tila ns. singulariteetti. Äärettömässä tilassa suhteellisuusteorian ennustuskyky häviää. Tästä huolimatta Hawking lähti tarkastelemaan maailmankaikkeuden synnyn ongelmaa mustan aukon synnyn käänteisratkaisulla, jonka alussa on singulariteetti. Myöhemmin hän onnistui laatimaan kuuluisan reunattomuusmallin ilman alkusingulariteettia. Siinä ajan alkua kuvasi pallopinnan pohjoisnapa, jota pohjoisemmaksi ei enää voinut mennä.

Hawkingin poikkeuksellinen lahjakkuus oli pantu merkille, ja hänelle järjestettiin erilaisia tutkijan virkoja. Vuonna 1977 hän sai gravitaatiofysiikan professuurin ja kaksi vuotta myöhemmin Lucasin professuurin, jota Newton oli aikoinaan hoitanut. Tästä virasta hän siirtyi eläkkeelle vuonna 2009. Senkin jälkeen hänelle järjestettiin mahdollisuus jatkaa tutkimustyötään.

Vaikka lääkäreiden pessimistinen elinajanennuste ei toteutunutkaan, heikkeni Hawkingin kunto jatkuvasti. Aluksi hän pystyi kulkemaan kepin kanssa, mutta pian oli turvaututtava pyörätuoliin. Kirjoittaminen kävi vaikeammaksi eikä lopulta onnistunut lainkaan. Laskemisenkaan ei enää onnistunut paperilla. Puhetta oli vaikeata ymmärtää, ja läheiset saivat toimia tulkkina. Hänelle myönnettiinkin vapaus luennoimisesta. Velvollisuuksiksi jäivät tutkimus ja muutaman jatko-opiskelijan ohjaus. Jatko-opiskelijat joutuivat tulkkamaan hänen epäselvää puhettaan ja kirjoittamaan muistiin hänen ajatuksiaan. Tutkimuksen ja siihen liittyvät laskut hän suoritti

päässään. Kommunikaatiovaikeudet ohjasivat hänet esittämään ajatuksensa lyhyesti ja selkeästi. Tutkimukseen liittyvät laskut hän korvasi usein kehittämillään mielikuvilla.

Vuonna 1985 Hawking oli kuollessaan keuhkokuumeeseen. Hengityksen turvaamiseksi jouduttiin tekemään avanne, josta seurasi puhekyvyn menetys. Kommunikointikyvyn menetys oli katastrofi, mutta pelastus löytyi Yhdysvalloista. Tietokonespesialisti Walt Woltoz lähetti ohjelman, joka muunsi näytölle kirjoitetut sanat puheeksi. Sitkeällä harjoittelulla puhuminen amerikkalaisella aksentilla alkoi sujua.

Heikon tilansa takia Hawking tarvitsi nyt jatkuvasti sairaanhoitajan apua. Julkinen terveydenhuolto ei tätä rahoittanut, mutta alkuun päästiin amerikkalaisella apurahalla. Taloustilanteensa parantamiseksi Hawking oli alkanut suunnitella populaaria kirjaa kosmologiasta. Vastoin neuvoja hän ei valinnut tiedealan kustantajaa vaan kaupallisesti menestyvän kustannusyhtiön.

Hawking muokkasi kirjaansa parin vuoden ajan kustantajan vaatimusten mukaiseksi. Kirja ilmestyi vuonna 1988, ja sen suomenkieliseksi nimeksi tuli *Ajan lyhyt historia*. Siitä tuli valtava myyntimenestys. Viimeistään tässä vaiheessa Hawking tuli suuren yleisön tietoisuuteen nerokkaana tiedemiehenä, ajattelevana aivona.

Hänestä laadittiin kirjoituksia ja tehtiin televisio-ohjelmia. Hän vastaanotti sekä tiedemiehenä että julkisuuden henkilönä erilaisia kunnianosoituksia. Valmistautumiseen ja matkustamiseen meni aikaa. Kiireisimmässä vaiheessa jatko-opiskelijoiden ohjaus taisi jäädä liian vähälle.

Kirjassaan Ferguson käy läpi Hawkingin elämänvaiheet ja tutkimustyöt. Kirjan sisältö on puoliksi Hawkingin elämää, puoliksi fysiikkaa. Ferguson onnistuu fysiikan popularisoinnissa, vaikka esimerkiksi maailmankaikkeuden alkuvaiheiden selittäminen on haastavaa varsinkin kun loppuratkaisua ei ole näkyvissä.

Kun Hawking astui virkaansa, hän lupasi ratkaista teoreettisen fysiikan ongelmat vuosituuhannen loppuun mennessä. Hän ja useat muut tiedemiehet uskoivat tuolloin, että maailmankaikkeus voitiin täysin selittää ns. kaiken teorialla. Kaiken teorian uskottiin olevan loogisesti ainoa mahdollinen selitys maailmankaikkeudelle. Tällä hetkellä ei olla lähelläkään ratkaisua, ja on mahdollista, ettei sellaista koskaan löydykään.

Hawkingin tutkimustyö on liittynyt mustiin aukkoihin ja maailmankaikkeuden syntyyn. Vuonna 1973 hän päätyi tiedemaailmaa järjestyttävään tulokseen: mustat aukot säteilevät. Tämä näytti olevan vastoin mustan aukon ominaisuuksia, minkään ei pitänyt päästä pois aukosta. Tulos oli myös vastoin Hawkingin omia odotuksia, ja se itse asiassa nolotti häntä. Virhettä laskuista ei kuitenkaan löytynyt yrityksistä huolimatta. Noulouteen oli syynä John Wheelerin oppilas Jakob Bekenstein, joka oli esittänyt termodynaamisin perustein, että mustalla aukolla voisi olla lämpötila, jolloin se myös säteilisi. Hawking ei tätä uskonut. Vieraillessaan Moskovassa hän kuitenkin kuuli Jakov Zeldovitsilta, että pyörivä musta aukko voisi säteillä.

Olisiko säteily sittenkin mahdollista? Hawking aloitti omat laskelmansa (jotka hän suoritti pääs-

sään, koska hän ei enää pystynyt kirjoittamaan) ja tulos oli, että aukko säteili. Kaiken lisäksi se säteili myös silloin, kun se ei pyörinyt. Hawking joutui tunnustamaan Bekensteinin olleen oikeassa. Kaikki eivät ole säteilyyn uskoneet, mutta virhettä laskelmista ei ole löydetty. Ilmiötä kutsutaan nykyään Hawkingin säteilyksi. Kokeellisesti tulosta ei ole pystytty vahvistamaan, sillä massiivisen aukon säteily on aivan liian heikkoa.

Välttääkseen vaivalloisia ja pitkiä pääsälaskuja Hawking on siirtynyt esittämään perusteltuja hypoteeseja ja tehnyt tarkennukset sitten jälkepäin.

Vuonna 1981 Hawking pudotti tiedemaailmaan uuden pommin. Hän väitti mustaan aukkoon putoavan informaation katoavan lopullisesti. Tämä on vastoin fysiikan oppeja. Voimme ennustaa tulevaa vain menneisyyden informaation avulla. Informaation lopullinen häviäminen nakertaa ennustettavuutta. Monet eivät uskoneet Hawkingin väitettä, mutta vääräksikään sitä ei osattu osoittaa lähes pariinkymmeneen vuoteen. Vuosituhannen vaihteen tienoilla se lopulta onnistui: Hawking myönsi olleensa väärässä, mutta osoitti sen omalla laskullaan.

Unelma kaiken selittävän teorian löytymisestä vuosituuhannen loppuun mennessä ei siis toteutunut. Hawking onkin nyt varovaisempi. Kaiken teoriaa ei välttämättä löydy. Ehkä joudumme turvautumaan erilaisiin malleihin, joista kukin selittää jonkin maailmankaikkeuden piirteen. Hawkingin mielestä hiukkasfysiikkojen kehittämät säieteoriat ovat hyviä malliehdokkaita. Säieteorioissa pistemäisen hiukkasmallin ongel-

mia korjataan pienillä säikeenpalailla. Näitä malleja löytyi kuitenkin toivotun yhden sijasta viisi. Mallit on nykyään koottu ns. M-teorian sisään. Tämä teoria on 11-ulotteinen, joten peräti seitsemän ulotuvuuden pitäisi käpertyä havaintorajojen alapuolelle. Valitettavasti käpertymistapojakin on olemassa erittäin suuri määrä. Näistä jokainen näyttäisi edustavan erilaisten luonnonlakien maailmaa. Tieteen tekijöillä on jyrkästi vastakkaisia mielipiteitä säieteorioiden mielekkyydestä ja testattavuudesta.

Säieteoriat on rakennettu supersymmetrisiksi tasapainottamaan luonnon perusvuorovaikutusten suuria voimakkuuseroja. Supersymmetrisessä maailmassa jokaisella ainehiukkasella (fermionilla) ja vuorovaikutuksen välittäjähiukkasella (bosonilla) pitäisi olla vastinhiukkanen toisessa ryhmässä. Toistaiseksi ei CERNin LHC-kiihdyttimellä ole saatu havaintoja supersymmetriasta. Helmikuussa 2013 kiihdytin suljettiin korjausten ja laajennusten vuoksi kahdeksi vuodeksi, joten näyttöä supersymmetriasta saadaan vielä odottaa.

LHC-kiihdyttimen havainnot eivät toistaiseksi ole muutenkaan tukeneet Hawkingin tutkimusta. Viime kesänä havainnot vahvistivat ns. Higgsin bosonin löytymisen. Hiukkasen keksi Peter Higgs vuonna 1964 selittämään alkeishiukkasten massoja. Vuonna 1996 Hawking väitti, ettei Higgsin bosonia voida löytää. Tästä Peter Higgs suuttui. Hänen mielestään Hawking ei tiennyt tarpeeksi hiukkasfysiikasta.

Vuosien mittaan Hawking on joutunut tarkistamaan tutkimusohjelmaansa. Enää hän ei etsi kai-

ken kattavaa selitystä universumin synnylle. Minkälaisesta alusta nykyinen maailmankaikkeus on voinut syntyä? Mikä on kunkin mallin todennäköisyys? Tässä hän joutuu turvautumaan antrooppiseen periaatteeseen. Ihminen voi elää vain tarkkaan säädetyssä maailmankaikkeudessa, vaikka kyseinen maailmankaikkeus olisikin hyvin epätodennäköinen kaikkien mahdollisuuksien joukossa. Antrooppinen periaate on kiistanalainen ja yksinkertaisimmillaan se on vain toteamus ”maailma on sellainen kuin on”. M-teoria näyttää sisältävän lähes äärettömästi erilaisia mahdollisuuksia. Voidaanko tätä lukumäärää havainnoin rajoittaa, vai jäävätkö universumipohdinnat sen puitteissa metafysiikan tasolle?

Hawking on fyysisten rajoitustensa puitteissa elänyt täyttää elämää ja jakanut esimerkillään toivoa vammaisille. Hän jatkaa suosittuja esiintymisiään: haastatteluja, TV-esiintymisiä jne. Hän on osallistunut jopa painottoman tilan lentoon ja toivoo vielä pääsevänsä maata kiertävälle lentoradalle.

Hawking on levittänyt myös mielipiteitä, joiden paikkaansa pitävyydestä voidaan olla eri mieltä. Hawkingin mielestä ihmiskunnan pitäisi esimerkiksi levittäytyä vieraille planeetoille, mutta vieraisiin sivilisaatioihin ei pitäisi turvallisuussyistä ottaa yhteyksiä. Muutaman muun fyysikon lailla hän on epäillyt filosofien kykyä seurata tieteen kehitystä. ”Filosofia on kuollut” hän lausui Googlen järjestämässä Zeitgeist-konferenssissa. Vastalauseita ei tämäkään mielipide ole jäänyt. Miten paljon kuullemekaan hänen mielipiteitään, jos suora kytkentä hänen aivoistaan tietokoneelle onnistuu?

Fergusonin teos on laaja (379 tekstisivua) katsaus Hawkingin elämään ja fyysikon uraansa. Lukija törmää monesti vaikeaselkoiisiinkin kohtiin, mutta maailmankaikkeuden arvoitustahan tässä käsitellään. Jos lukemista harkitsevilta on jäänyt *Ajan lyhyt historia* hyllyyn pölyttymään, niin tämä kirja tarjoaa uuden mahdollisuuden selvittää itselleen maailmankaikkeutta ja sen mysteerejä. Samalla lukija voi miettiä, miten Hawkingista tuli ehkä aikamme tunnetuin teoreettinen fyysikko. Ilman lamauttavaa tautia Hawking olisi tuskin tullut jatkaneeksi opintojaan tohtoriksi saakka.

**Kirjoittaja on teoreettisen fysiikan dosentti (eläkkeellä) erikoisalanaan yleinen suhteellisuusteoria ja kosmologia.**