

TIEDETTÄ VAI TARINAA

Jakso 1

Onko 3 Body Problem -sarjan tiede totta? Astrofyysikko vastaa

Suvi Rantonen: Oletko sinä Joni käyttänyt työpaikkasi radioteleskooppia interplanetaariseen viestintään avaruusolioiden kanssa? Tervetuloa Aalto-yliopiston 'Tiedettä vai tarinaa?' -sarjan pariin! Sarjassa pistämme populaarikulttuurin ilmiöt tieteelliseen testiin. Mun nimi on Suvi Rantonen. Olen Aallon sähkötekniikan alumni, teknologiayritys Vaisalan prosessijohtaja ja valtaisa scifinörtti. Tänään me keskustelemme Netflixin uudesta 3 body problem sarjasta ja täällä meillä on haastateltavana Suomen kovin asiantuntijaa aiheeseen eli Aalto-yliopiston Metsähovin radio-observatorion johtaja, astrofyysikko Joni Tammi.

Joni Tammi: Kiitos tämän markkinointipuheen jälkeen.. Hyvä, että pidetään rima alhaalla.

Suvi Rantonen: Kyllä. Me tosiaan tänään keskustellaan Netflixin uudesta 3 body problem -sarjasta ja sen taustalla olevasta kiinalaisen Liu Cixin kirjasarjasta ja kaikille kiinankielentaitoisille anteeksi äskeinen lausuminen, se oli varmasti ihan päin honkia. Mutta tähän väliin varoitus, koska me sukelletaan aika syvälle tähän sarjaan, niin emme voi tietenkään juonipaljastuksilta välttyä. Joten jos et ole vielä katsonut sarjaa tai lukenut kirjoja, niin tee se ennen kuin kuuntelet tämän. Tässä sarjassa ihmiskunta joutuu ennennäkemättömän haasteen eteen, kun Trisolaris-nimisen planeetan avaruusoliot suuntaavat kohti maapalloa aikeenaan valloittaa maapallo omaksi elintilakseen. Tässä kirjassa nää tieteelliset konseptit on hyvin uskottavalla tavalla sidottu selittämään näitä hyvin uskomattomalta tuntuvia ja näyttäviä ilmiöitä. Mun mielestä tää on yks parhaista scifisarjoista naismuistiin. Mitä mieltä sä olit Joni tästä sarjasta?

Joni Tammi: Tykkäsin! Kun luin kirjoja niin, etenkin just se hardscifi-puoli, missä selitetään sillä tavalla fiksun kuuloisesti miten asiat voisi oikeasti olla. Mihin nämä voisi perustua. Niistä tykkäsin. Kiinnitin huomiota siihen, että nyt on henkilö, joka henkilö on perehtynyt tähän pohjaan ja ja tekniikkaan ja tieteeseen. Se oli tavallaan mukava lukea,

kun sitten sieltä tuli hirveän paljon omalle alalle tuttuja termejä ja sellaisia ideoita ja aattelin, että tähän voisi ratkaista tällä tavalla. Ja sitten seuraavalla sivuilla se ratkaistiin sillä tavalla, niin se olis semmoselle tieteilijälle tai tutkijalle ihan mielenkiintoinen juttu.

Suvi Rantonen: Samaa mieltä. Tässä sarjassa Trisolaris-planeetta sijaitsee tällaisen kolmen auringon aurinkokunnassa ja riippuen siitä, että onko se kappale yhden auringon radalla vai näiden kaikkien kolmen painovoimakentän vaikutuspiirissä, niin ne elinolosuhteet siellä planeetalla vaihtelee tasapainoisesta kaaottiseen ja nää planeetan liikeradat ja olosuhteet on mahdotonta ennustaa. Ja vaikka Trisolarislaiset on teknisesti huimasti maapallon asukkaita edellä, niin jopa he on päättäneet, että planeetalla on sietämätön elää ja ovat päättäneet sitten tämän planeettansa jättää. Tää koko sarja nimi Three body problem tulee nimenomaan tästä kolmen kappaleen ongelmasta ja se on ihan oikea aito tieteellinen ongelma. Mutta Joni miksi se on niin vaikea ongelma?

Joni Tammi: No se johtuu just siitä, että jos meillä on kolme kappaletta, jotka kaikki vaikuttaa toisiinsa suurinpiirtein samalla skaalalla – kolme tähteä, niin kuin tässä tapauksessa – niin se on mahdotonta ennustaa miten ne liikkuu. Siinä missä meillä on niin sanottu kahden kappaleen ongelma, missä meillä on vaikka kaksi tähteä tai tähti ja planeetta, niin se on. Se on ratkaistu keskiajalla ja se on noin niinkuin yläkoulumatematiikalla. Matikalla pystytään selvittämään tällaisen systeemin kehitys ja se, missä planeetta on ja miten se liikkuu niin käytännössä ikuisesti tulevaisuuteen. Mut sit kun me lisätään siihen yks planeetta tai yks yks tähti lisää, se muuttuu ihan kokonaan. Eli se tulee mahdottomaksi ennustaa. Käytännössä se miten tällaisia pystytään ennustamaan, eli siihen ei löydy tämmöstä matemaattista analyttistä ratkaisua. Se pitää simuloida sillä, että lasketaan mikä on tilanne sekunnin päästä ja sekunnin päästä ja sekunnin päästä ja sekunnin päästä, kun lasketaan painovoiman vaikutukset yhteen ja sitten yritetään ennustaa tulevaisuuteen aina vaan laskemalla aina ajanhetkenä eteenpäin. Mutta se on tosiaan hirveän vaikeaa ja kaikki pienetkin virheet alkutilassa niin sitten johtaa siihen että siitä tulee todella vaikea, vaikea tehtävä ja tätä on mahdoton ennustaa pitkällä aikavälillä.

Suvi Rantonen: Onko olemassa tällaisia kolmen tähden järjestelmiä oikeesti?

Joni Tammi: On. Ja aikasemmin sanoin, että oli kiva tässä kirjassa huomata huomata tai tehdä semmoisia löytöjä. Niin tää kolmen auringon järjestelmä oli yks yksi tällainen.

Kun sitä luki, niin ajatteli et hetkinen, meillä on kolme tähteä, jos ne kiertää kiertää tuolla tavalla ja sitten tää viestintä heidän kanssa kestää kahdeksan ja puol vuotta niin sitä alkaa laskea: se on vähän reilun neljän valovuoden päässä kolme tähteä eli sen on oltava Alfa Centauri järjestelmä. Eli siellä on nimenomaan tällainen kolmen tähden järjestelmä, jossa on kaksi tähteä kiertää toisiaan ja sitten kolmas tähti kiertää vähän niin kuin niitä. Kirjassa vielä myöhemmin vahvistettiin, että puhutaan nimenomaan tästä Alfa Centauri järjestelmästä.

Suvi Rantonen: Ja onko siellä Alfa Centaurissa planeettoja, joilla saattais olla elämää?

Joni Tammi: On! Itse asiassa kollega ja suomalainen tähtitieteilijä Mikko Tuomi löysi tuossa joitain vuosia sitten lähintä tähteä kiertämästä tätä niin kuin Proxima Centauri tai kolmas tähti siellä, niin sitä kiertämässä muun muassa yhden planeetan, joka on lähin meitä tunnettu tällainen aurinkokunnan ulkopuolinen planeetta.

Suvi Rantonen: No miten todennäköistä sä arvioisit on, että tämmösessä näinkin kaoottisessa elinympäristössä oikeasti voisi syntyä elämää?

Joni Tammi: Yleisesti ottaen, kun me vaikka etsitään tai tähtitieteilijät etsivät elämää avaruudessa tai mietitään, että millaiselta, millaiselta tähdiltä tai planeetoilta sitä kannattaa etsiä, niin ei kannata etsiä sellaiselta missä se on, missä vaihtelut on valtavia. Meidän kannattaa keskittyä pieniin, vähän viileämpiin tähtiin mieluummin kuin valtaviin ja kuumiin sen takia, että jos meillä on valtava tähti, niin myös se elinikä on paljon lyhyempi. Voi olla, että meillä on iso sininen jättiläistähti, joka on olemassa vaan muutama miljoona vuotta. Maapallolla kesti miljardi vuotta, että päästiin yksisoluisiin. Mutta meidän kannattaa etsiä sellaisilta mitkä on vaikka meitä paljon vanhempia, missä on elämällä on ollut paljon enemmän aikaa kehittyä, niin siinä mielessä en lähtis etsimään tällaiselta kaoottisesta järjestelmästä, koska no, kirjassakin ajatus oli se, että ennemmin tai myöhemmin planeetta tulee tuhoutumaan ja kaikki muut planeetat tässä järjestelmässä oli jo tuhoutuneet, niin se ei oo kuin astrobiologisti mielenkiintoinen kohde.

Suvi Rantonen: Kyllä ja onko aurinko tässä luokituksessa tämmönen pieni viileä tähti?

Joni Tammi: Aurinko on pienehkö viileäkö tähti. Aunrinko on keskiluokan keskiluokkaa tai vähän pienempi.

Suvi Rantonen: Me ollaan aika onnekkaita, että meidän aurinkokunnassa on vaan yksi tähti ja yksi tämmönen vahva painovoima elementti, mutta onko niin, että meidän aurinkokunnassa on joskus ollut toinen tähti?

Joni Tammi: Tähtiä ei oo ollut. Ja planeettoja on meillä vaikka kuinka paljon. Ehkä tässä vois lyhyesti tehdä pienen hyppäyksen siihen kun aiemmin viittasin kolmen kappaleen ongelmaan, että jos niitä kappaleita tulee useampia, niistä tulee kaoottisia. Ja nythän meidän aurinkokunta ei oo kaoottinen, vaan meillä on nkeskustassa yksi tähti ja sitä kiertää kahdeksan planeettaa ja sitten hirveä määrä muita asioita ja vaikka tää on monen kymmenen tai monen tuhannen kappaleen järjestelmä, niin kaikki kiertää silti hyvin järjestelmällisesti ja syy on se, että me kaikki kierretään aurinkoa ja aurinko on se meidän täysin dominoiva painovoimalähde. Eli kun massallisesti puhutaan, niin meidän aurinkokunnassa on 99% prosenttia aurinkoa ja 1% Jupiteria ja se on siinä. Eli kaikki muut on käytännössä niinkuin. Me ollaan massattomia testihiukkasia mitä fysiikassa puhutaan, että maapallo ei vaikuta auringon tai muiden planeettojen liikkeeseen oikeastaan millään merkittävällä tavalla. Eli esimerkiksi maa, kuu ja aurinko. Me ei olla tällainen kolmen kappaleen ongelma, vaan me ollaan kaksi kahden kappaleen ongelmaa. Suurin osa avaruuden tähdistä on kaksoistähtiä, eli niin kuin kiertää, kiertää toisiaan tai kiertää vaikka pareittain. Ja myös auringolta on etsitty tällaista kaksosta ja epäilty, että tämmöinen voisi olla ehkä jossain tosi kaukana, mutta ei missään määrin samalla tavalla kuin tässä sarjassa.

Suvi Rantonen: Näitä avaruusolioita tai alieneita on populaarikulttuurissa nähty tosi paljon ja jopa niin paljon, että ne tuntuu samalla tavalla mielikuvituksen tuotteelta kuin vaikka jotkut lohikäärmeet. Mutta tieteen kannalta ne ei oo samanarvoisia kuin lohikäärmeet eli avaruusolentoja - tosissaan, jos katsotaan ihan todennäköisyyslaskennan kautta, niin todennäköisesti jossain muuallakin tätä elämää on. Mutta miks me ei olla kuultu heistä mitään?

Joni Tammi: Se on se kysymys, et jos mun pitäis valita, että mikä tähtitieteellinen ongelma pitää hereillä öisin, niin se olisi tämä eli ns. Fermi paradoksi. Eli elämä avaruudessa – on matemaattisesti käytännössä varmaa, että avaruudessa on elämää vaikka minkä verran. Mut sitten se, että me puhutaan alieneista tai avaruusolennoista, niin silloin meidän pitää pitää mielessä se, että me ehkä tarkoitetaan... Tutkijat tarkoittaa, ehkä se on enemmän sellasta yksisoluista elämää tai sienimäistä, jotain

hyvin alkeellista, sellaista, mitä maapallolla oli miljardi vuotta sitten. Meillä voi olla jossain planeettaa, jota peittää levä ja siitä tutkijat olis innoissaan. Nyt me löydettiin elämää avaruudesta. Tutkijoista hyvin harva olettaa, että koskaan löytyy esimerkiksi mitään tällaista kommunikointiin pystyvää tai avaruusaluksella vastaan lentävää sivilisaatiota. Niitä tutkitaan ehdottomasti, koska just tää "miksi me ei ole kuultu niistä mitään?" -kysymys viittaa siihen, mitä mä sanoin aikasemmin, että me etsitään, aurinkoa vanhemmilta tähdiltä planeettoja. Aurinko on viisi miljardia vuotta vanha, maailmankaikkeus on noin 14 miljardia vuotta. Eli meidän oma aurinkokunta on aika nuori tähti. Meillä voi olla kaks kertaa niin vanhoja tähtiä ja kaksi kertaa niin vanhoja planeettoja ja sanotaan meillä ois vaikka vaan ihan hiukan - meillä ois vaan miljardi vuotta vanhempi tähti, jota kiertäisi miljardi vuotta maapalloa vanhempi planeetta. Siellä evoluutiolla ois miljardi vuotta enemmän aikaa kehittyä jos se menis yhtään sillä tavalla elämä kehittyis ku maapallolla niin siellä oltas meitä.. Siellä ois sivilisaatio, joka olis meitä miljardi vuotta edellä. Jos meille tulee vastaan sivilisaatio, joka on meitä sata vuotta edellä, niin heillä ois teknologiaa, mitä me ei välttämättä tunnistettais. Nyt me puhutaan ei sadasta eikä tuhannesta tai kymmenestä tai sadasta tuhannesta, vaan me puhutaan miljoonista tai miljardeista. Se on se mielenkiintoinen kysymys.

Joni Tammi: Ja sitten kun me lähdetään siitä miettimään, että jos tällaisia syntyy sivilisaatioita jonnekin tai elämää, niin osasta niistä tulee sitten ehkä teknisiä sivilisaatioita. Ja kun me taas mietitään, minkä verran meidän omassa Linnunradassa on 300 miljardia tähteä ja 300 000 miljoonaa tähteä, jokaista sanotaan kiertää kymmenen planeettaa ja satoja kuita, niin on todennäköistä, että jossain tällaista sitte lähtee kuitenkin kehittymään sitä elämää. Ei välttämättä just nyt. Meillä lähitähdillä ei välttämättä ole nyt juuri mitään, mutta kun sitä aikaa katsotaan taaksepäin, jos tosiaan miljardeja vuosia, niin vaikka miljardi vuotta sitten jossain olisi lähtenyt tällainen yksikin sivilisaatio päättänyt, että nyt meillä on teknologia, meillä on riittävä teknologia. Me halutaan välttyä tältä yhden tähden "kaikki munat samassa korissa" ongelmalta, vaan me lähetään levittäytymään avaruuteen, niin vaikka se levittäytyis hyvinkin hitaasti, niin siltä käytännössä menisi muutamia miljoonia vuosia peittää tai kattaa koko meidän oma Linnunrata. Ja muutama miljoona vuotta on avaruuden mittakaavassa ihan silmänräpäys. Ja tästä tullaan tähän missä kaikki ovat? Miksi me ollaan kuultu niistä? Eli niin sanottu Fermi paradoksiin. Koska matemaattisesti on – vaikka millaisia kertoimia, miten epätodennäköisiä kertoimia laitetaan näihin että, millä todennäköisyydellä elämä syntyy, millä todennäköisyydellä siitä tulee tekninen? Miten

kauan kestää kun sivilisaatio lähtee asuttamaan ympäristöä, niin aina tullaan siihen lopputulokseen, että tällä maapallolla pitäisi olla käyty jo monta kertaa. Meillä pitäis olla niinkuin olla monia sivilisaatioita täällä, niin siitä tullaan siihen kysymykseen. Okei, no miksi näin ei oo? No niitä vastauksia on sitten hirveen monta vaihtoehtoa. Mun mielestä hyvä hyvä kysymys on tosi mielenkiintoinen kysymys. Ja se on sellainen, että okei, siihen on monta hyvää hyvä ratkaisua ja kaikki ne on tosi pelottavia.

Suvi Rantonen: Kyllä ja yksihän niistä on tai kaksi ainakin vaihtoehtoo siihen on se, että ehkä täällä onkin käynyt joku, mutta silloin täällä oli pelkästään dinosauruksia ja me missattiin heidät niin sanotusti. Tai sitte toinen on se, että voi ollakin. Ja voi olla, että meihin koko ajan yritetään ottaa yhteyttä, mutta tämä toinen sivilisaatio on niin korkeammalla älykkyyden tasolla, että me ei ymmärretä ja huomata sitä.

Joni Tammi: Joo, ja kun puhutaan SETI-tutkimuksesta eli Search For Extraterrestrial Intelligence eli maan ulkopuolisen älyn etsintä, niin siinäkin käytetään nimenomaan radioteleskooppeja, kun ollaan päätelty, että radioteleskoopit on se... Radiosignaali on se menetelmä tai se teknologia millä, esimerkiksi maailman ulkopuolinen äly yrittäisi vaikka itsestään kertoa, jolloin meidän kannattaa etsiä sillä. Mutta tää on tosi ihmiskeskeinen lähestymistapa ja me ollaan ajateltu, että me ollaan keksitty tällainen teknologia. Tottakai kaikki miljardi vuotta meidän edellä oleva sivilisaatio, niin sekin yrittäisi tällä kommunikoida.

Suvi Rantonen: Vähän niinkuin Linnunradan käsikirja liftareille – sehän lähtee siitä, että maapallo on enimmäkseen harmiton, niinku ketään ei oikeastaan kiinnosta, mut nyt tähän tulee moottoritie, niin sori siitä.

Joni Tammi: Ja mitä te valitatte? Teillähän on ollu monta vuotta aikaa käydä valittamassa kunnanviraston ilmoitustaululla. Tämä ilmoitus on nähtävissä täällä toisessa aurinkokunnassa. Tää voi olla sellainen, että sivilisaation kehityksessä sata vuotta kommunikoidaan radioaalloilla ja sen jälkeen siirrytään muuhun.

Suvi Rantonen: Ja tästä saadaan hyvä aasinsilta sitte tähän Metsähovin radio-orservatorioon. Ja jos sitten vielä haetaan sitä yhtymäpintaa sinne sarjaan, niin Kolmen kappaleen ongelma -sarjassa näihin avaruusolentoihin ottaa alunperin yhteyttä tällainen kiinalainen astrofyysikko Ye Wenjie, joka käyttää tällaisen huippusalaisen

radiotutkimusaseman teleskooppia tähän interplanetaariseen kommunikointiin. Minkälaisia yhteyksiä Metsähovilla on tähän Red Coast asemaan?

Joni Tammi: Ei tehdä yhteistyötä.

Suvi Rantonen: Emmäkään sitä kyllä julkisesti myöntäisi.

Joni Tammi: Siksipä tässä kaiken kiellän. No siis yhteneväisyyksiä on ainakin yksi, minkä heti tunnistan ja se on se, että molemmilla on radioteleskooppi ja muita yhteneväisyyksiä oikein ei tuppaa löytyä niitä eroja on enemmänkin. Mutta radioteleskooppi tässä sarjassa näkyy – olin katsovinani, että noin 40 metrin radioteleskooppi tosiaan vuorenhuipulle, niin kuin usein nykyään tupataan radioteleskoopit rakentamaan. Mutta se ei ollu pelkästään radioteleskooppi, joka siis kuuntelee eli lautasantenni, jossa on keskellä vastaanotin ja yhdestä suunnasta saadaan tarkkaan tietoa. Vaan siinä oli myös lähetin eli teknisesti kun me käännetään me otetaan iso lautasantenni ja kun me laitetaan sinne keskelle vastaanotin niin me pystytään kuuntelemaan, kun me laitetaan sinne lähetin pystytään lähettämään. Suunta muuttuu. Tässä teleskoopissa, no se ei käytännössä ollu siinä vaiheessa teleskooppi, se oli enemmänkin tämmönen lähetin sitten. Niin siinä pystyttiin myös lähettämään toiseen suuntaan viestejä. Tällasta itseasiassa on tehty maapallon historiassa muutamia kertoja – lähetetty viestejä. Kannattaa etsiä hakusanalla Arecibo signal esimerkiksi. Kun on lähetetty maailman suurimmalla radioteleskoopilla viestejä ulkoavaruuteen muistaakseni 70-luvulla ja sittemmin tässä on tullut tämmösiä ajatuksia, että pitäisikö tällainen kieltää. Pitäiskö meidän yrittää olla hiljaa? Mistä päästään kirjasarjan kakkososaan ja tätä Pimeä metsä -hypoteesiin? Mitään tässä en nyt spoilaa, minkä takia näin välttämättä ei kannattaisi tehdä.

Suvi Rantonen: Mitä siinä viestissä muuten sanottiin 70-luvulla? Mitä me koitettiin sanoa?

Joni Tammi: Se oli kuvanmuotoinen tai se oli niinkun käytännössä ykkösiä ja nollia lähetettiin: korkea signaali, matala signaali, korkea, korkea, matala, korkea, korkea, matala ja sitten oletettiin, että siitä sitten viestin vastaanottanut pystyisi muodostamaan tavallaan kuvan ja lopulta oli kuvamuotoinen ja siten kuvasta päättelemään, että mikä se meidän viesti on. Siinä kerrottiin vähän millaisella laitteella se on lähetetty, mistä se on tullut. Vähän tota maanpäällistä matematiikkaa ja muuta. Väitän, että jos meette

etsimään, etsitte kuvan vaikka se on teille valmiiksi tulkattu ja näytetty ja kuulutaan sen lähettäneeseen sivilisaatioon, niin hyvin harva meistä saa mitään selvää mitä siinä yritetään sanoa.

Suvi Rantonen: Ehkä se voi olla ihan hyvä asia.

Joni Tammi: Se voi olla ihan hyvä, se on aika kryptinen joo. Eli tämmöstä tosiaan on tehty.

Suvi Rantonen: Mainitsit äsken, että ollaan puhuttu siitä että pitäisikö se kieltää. Ja tosiaan monet tutkijat, muun muassa Carl Sagan ja fyysikko Steven Hawking ovat molemmat julkisesti lausuneet, että ihmiskunnan kannattaisi mieluummin keskittyä kuuntelemiseen kuin puhumiseen. Se varmaan pätee moneen muuhunkin asiaan kuin pelkästään avaruuteen. Mutta jos nyt kuulen oikein, niin sä oot kanssa sitä mieltä, että ei välttämättä kannattaisi huudella.

Joni Tammi: Siinä on argumentteja suuntaan ja toiseen. Vähän liittyy siihen, että miten tärkeänä ihmiskunnan ylipäänsä näkee. Ehkä se on eri keskustelu, mutta tota lyhyesti sanottuna niinkun mä viittasi siihen, että meillä on tuolla planeettoja, jos niissä on ollut elämää. Se elämä on voinut kehittyä vaikka miljoona vuotta tai miljardi vuotta meitä kauemmin niin kuin sarjassa Trisolaris. Jos meillä on avaruudessa joku, joka pystyy kuulemaan meidän viestin ja matkustamaan tähtienvälisiä etäisyyksiä tänne, niin se tarkoittaa by definition, että se on meitä valtavasti kehityksessä edellä. Ja nyt tästä ihmiset yleensä ajattelee, että mitä ihmiskunnan historiassa on tapahtunut, kun tavallaan teknisesti kehittyneempi sivilisaatio on kohdannut teknisesti kehittymättömämmän. Niin se on ollut yleensä aika huono juttu sille, huono kauppa sille teknisesti hitaammalle sivilisaatiolle. Sanotaan näin, että ihmisten ei kannattaisi törmätä tulevaisuuden ihmisiin. Jos me voidaan olettaa sivilisaation, joka käyttäytyy niinkuin ihmiset on käyttäytynyt. Jos sieltä tulee täysin hyväntahtoinen sivilisaatio, joka haluaa vain hyvää, niin eihän meillä sit ole mitään hätää. Mutta tällä hetkellä tunnetaan vain yksi tällainen teknisesti älykäs ihmis.. Tai älykäs rotu avaruudessa. Ja mä en tiedä pitäisikö ihmisten oikeesti olla se laji, joka lähtee levittäytymään. Ottaen huomioon tän meidän historian.

Suvi Rantonen: Palataan sit siihen Metsähoviin ja Metsähovin radioteleskooppiin. Ja tässä sarjassa Red Coast aseman perimmäinen tarkoitus on tosiaan lähettää näitä

viestejä ihmiskunnalta muualle avaruuteen toisten elämänmuotojen löytämiseksi tai löydettäväksi. Sarjassa tää astrofyysikko Ye Wenjie keksii, että kun hän lähettää tän radiosignaalin auringon läpi, niin aurinkoa voidaan käyttää vahvistimena, joka oli semmonen löytö joka mahdollisti sen että Trisolariksen asukkaat sen meidän radiosignaalin kuuli. Miltä tää kuulostaa

Suvi Rantonen: astrofyysikon näkökulmasta?

Joni Tammi: Tähtienväliset etäisyydet on oikeesti niin valtavia. Ne on aivan tajuttomia. Niin me lähetään millainen, millainen signaali se heikkenee ja sitten sitä ei tuu perille. Ei tuu perille, tai hukku kohinaan. Niin, tässä se oli taas ratkaistu tavallaan uudella teknisellä tavalla, että käytetään auringon plasma-aaltojen tai plasmasta heijastamista tällaisena vahvistimena. Se oli tuore scifiratkaisu. Toinen toinen juttu on se, että omassa väikkärissä aikoinaan tutkin nimenomaan plasma-aaltojen heijastumista. Ja sitten jotenkin pääsin itse samastumaan siihen ideaan mukavasti. Ei toimi ihan tuolla tavalla. Meidän ei tarvi pelätä, että joku lähettää auringosta heijastamalla viestejä ulkoavaruuteen meiltä lupaa kysymättä, mutta se oli. Taas esimerkki siitä, että oli keksitty uusi tekninen apuväline sen scifitarinankerrontaan, joka perustuu kuitenkin siinä määrin fysiikkaan, että ei se ehkä ihan noin toimi, mutta se kuitenkin kuulostaa ihan ok:lta. Ihan hyvä idea. Ja se on taas ehkä just niitä asioita, minkä takia tätä kirjaa suosittelen. Siinä on paljon tuollaisia hyviä oivalluksia, uusia ratkaisuja ja scifin kautta, että ei vaan ei vaan todeta, että joku asia se nyt vaan toimii näin, vaan siihen on haettu vähän semmosta perustetta. Samalla pitää sanoa, että kun tästä asiasta keskustelin observatoriolla radioteleskooppi-insinöörien kanssa, niin yks muun muassa sanoi, että hänen piti lopettaa suurinpiirtein näissä kohdin se lukeminen, koska yksi ei ollenkaan siedä sitä, että perustellaan tieteellisesti, mutta sitten se ei kuitenkaan ole ihan ihan vaikka fysikaalinen ratkaisu. Mä tykkään, kaikille ei toimi. Mutta lyhyt summaus eli ei ihan toimi noin mutta, mielenkiintoinen idea ja aika tuore.

Suvi Rantonen: Kyllä mä oon samaa mieltä. Se oli tällaiselle vähän tota tekniikkaan tai tieteeseen perehtyneelle, mutta ei kuitenkaan liian paljoa, että tietäisi liikaa. Niin se meni ihan ihan niinku hienosti läpi ja pystyy nauttimaan vielä tarinasta. Mut ymmärrän kyllä tonkin näkökulman.

Joni Tammi: Ja silloinhan se toimi todella hyvin.

Joni Tammi: Muutama astrofysikko maailmalla murisee ja kaikki muut on sitä mieltä, että täähän on tosi fiksu juttu sehän on

Joni Tammi: loistava tarina.

Suvi Rantonen: Tässä sarjassa avaruusolioita tuli maapallolle on viesti, jossa luki monta kertaa: Älkää vastaako, älkää vastatko, älkää vastaatko, älkää vastaako tähän viestiin. Mitä jos maapallolle tulis tällainen viesti, niin vastaisitko? Vastaisitkö tähän tähän faksiin tai kuka siihen voisi vastata?

Joni Tammi: Niin no, itse sarja on hyvä esimerkki siitä, että sarjan tarina siitä minkä takia siihen ei kannata vastata, mutta on olemassa. Tästä on olemassa tiettyjä sääntöjä, tiettyjä säädöstöjä ja ohjeistuksia. Että mitä tehdään, jos tällainen viesti tulee ja me saadaan viesti avaruudesta, josta voidaan olla varmoja, että se on se on meille lähetetty vaikka toisen sivilisaation. Mitä sille pitää tehdä? Lyhyt vastaus on se, että älkää vastatko, älkää vastaatko, koska silloin... Ainakaan viestin vastaanottaja ei vastaa, vastaanottajamaa ei vastaa, tai ei saa vastata, koska silloin siinä käy just näin, että yksi henkilö tai yksi yksi kansa, yksi kulttuuri puhuu planeetan puolesta ja ihmiskunnan puolesta ja näin ei saa käydä. Eli tähän on olemassa tiettyjä post-detection protokolleja. Eli eli jos tulee tällainen detektio havaitaan viesti ulkoavaruudesta. Niin on erilaisia ehdotuksia siitä miten, miten ja mitä malleja siitä miten, miten toimitaan, miten varmistetaan se, että että se varmasti on ulkoavaruudesta tullut viesti. Samaan aikaan, kun sitten pidetään huoli siitä, että ei hätiköidä, ei vastata, ei tehdä lehdistötiedotetta ennen kuin voidaan olla varmoja, että näin on ollut. Koska sitten kun me havaitaan jotain ja tehdään, soitetaan Iltapuluun, että nyt tuli tuli avaruudesta viesti ja sitten käy ilmi, että se oli meidän oma mikroaaltouuni tai joku satelliitti, niin se on tosi noloa ja se rapauttaa koko tiedettä niin protokollaan kuuluu se, että me tarkistetaan itse omat laitteet, me otetaan yhteyttä toisiin observatorioihin. Käytetään tähtitieteilijöiden semmosta tiettyä viestintäkanavaa, missä mahdollisimman nopeesti pyydetään konfirmaatioita. Ja sitten tässä mielenkiintoisena myös se, että se eskaloitetaan hyvin pian YK:lle. Eli Yhdistyneet kansakunnat sitten ottaa tässä sitä keskeistä roolia ja mun mielestä se on tosi mielenkiintoinen kysymys. Jos me saataisiin viesti ulkoavaruudesta tai ihan jos me löydetään ihan vaikka elämää ulkoavaruudesta, vaikka se ois yksinkertaista, se tulee olemaan valtavan. Se tulee olemaan valtavan iso muutos kulttuureihin, uskontoihin, ajatusmaailmoihin. Niin se, että me saadaan vielä meille

suunnattu viesti, jostain meitä teknisemmältä sivilisaatiolta, niin se tulisi olemaan aika iso juttu.

Suvi Rantonen: Prosessi johtajana kyllä ilahduttaa kuulla, että prosessi on hyvin selkeä ja hyvin tunnettu tässä, että mitä kuuluu tehdä. Ja siinä on vielä niin kuin sanoit, niin insentiivi myös noudattaa tätä sovittua prosessia.

Joni Tammi: Mut sit se, että

Joni Tammi: pitäytyisikö sitten yksittäiset tutkijat tai maat tässänäin...

Suvi Rantonen: Siitä ei oo ennakkotapausta.

Joni Tammi: Siitä ei oo ennakkotapausta. Toivotaan, että pelataan pelisääntöjen mukaan ja vastataan yhtenä yhtenä kansakuntana tai ei yhtenä kansakuntana, vaan yhtenä lajina.

Suvi Rantonen: Jääks siitä kiinni?

Joni Tammi: Vastauksesta?

Suvi Rantonen: Jos sen tekee salaa niinkuin sarjassa tehtiin?

Joni Tammi: Nykyaikana todennäköisesti jäissä, koska meillä on aika paljon paljon avaruudessa laitteistoa, joka tämmösen havaitsisi. Ei välttämättä kyllä, koska jos meillä on tosi tarkkaan suunnattu lähetys, niin välttämättä ei jäisi.

Suvi Rantonen: Ja sitten vielä tuhannen taalan kysymys eli oletko sinä Joni käyttänyt työpaikkasi radioteleskooppia interplanetaariseen viestintään avaruusolioiden kanssa?

Joni Tammi: Nyt on kerrankin helppo sanoa, että omatuntoni on puhdas. Perustelen sen sillä, että meidän teleskooppia ei voi käyttää viestintään. Meidän teleskoopilla ei voi lähettää mitään. Me ollaan radio-observatorio, me vaan kuunnellaan. Meillä ei oo yhtä ainutta radiolähetintä koko alueella. Puhelimetkin on lankapuhelimia, koska kännykät häiritsee meidän mittauksia eli meillä ei pysty lähettää yhtään mitään.

Suvi Rantonen: No, mennään sitten näihin muihin tieteellisiin ilmiöihin. Ja yks juttu mistä me halutaan keskustella on nää sofonit eli tota tää Trisolaris-laivue on tosiaan neljän valovuoden päässä ja heidän maksiminopeutensa on siinä prosentin luokkaa valonnopeudesta, joka on tietysti ihan huiman nopea meidän näkökulmasta, mutta tällä nopeudella niin menee 400 vuotta matkalla maahan. He ovat kuitenkin lähettäneet maan päälle kaksi tällaista protonin kokoista supertietokonetta, joita kutsutaan sofoneiksi tässä sarjassa ja ne on valmistettu pakkaamalla useita ulottuvuuksia tähän tän alkeishiukkaseen sisään ja ne sofonit pystyy liikkumaan valonnopeudella et ne on tullu maahan neljässä vuodessa, mutta ne pystyy lähettämään tietoa langattomasti ilman viivettä sen kvanttilomittumisen avulla. Olisko tämmönen niinku – miten fictionia tämä science on sofonien takana?

Joni Tammi: Se on aika fictionia, mutta taas sillä tavalla että siinä on tosi monta sellasta. Ihan niinku reaalifysiikkaan tai meidän nyky-ymmärrykseen pohjautuvaa puolta. Ihan ylipäänsä se, kun mainitsin, että avaruudessa etäisyydet on ihan valtavia. Eli tosiaan se, että vaikka tullaan prosentilla valonnopeudesta: valo kulkee 300 tuhatta kilometriä sekunnissa. Niin siltikin valolta kestää kestää tulla valonnopeudella 4 vuotta lähitähdältä tänne ja sitten kun mennä prosentilla valonnopeudesta. Mikä on sellainen nopeus, mitä ihmiskunta ehkä satojen vuosien päästä pystyy ehkä kehittämään jonkun pienen luotaimen, joka kulkee sellaisella nopeudella. Eli se on täysin meidän nykyteknologian ulottumattomissa, niin silloinkin kestää monta sataa vuotta tulla sieltä. Mut se johtuu siitä, että massaa kaikkee missä on massaa tai niin sanotusti painoa. Sitä on tosi vaikea kiihdyttää nopeuksiin ja se vaatii todella paljon energiaa ja se on vaikeeta. Eli se miten tässä ratkaistiin tämä tiedonsiirto on se, että sieltä lähetetäänkin pieni yhden alkeishiukkasen kokoinen asia, jonka kiihdyttäminen suuriin nopeuksiin on helppoa. Siihen meillä on tekniikka. Meillä on hiukkaskiihdyttimiä, jossa me nimenomaan laitetaan protoneja liikkumaan 99.99 prosenttia valonnopeudesta eli käytännössä valonnopeudella ja tällä samalla tekniikalla sieltä sitten oli lähetetty sofoni-protoneja. Se on täysin realistista ja se oli ihan fiksu ajatus, että me lähetään joku pieni vakoilukone. No taas se, että alkeishiukkasen kokoinen eli atomia tuhansia kertoja pienempi supertietokone, niin siinä vois taas vähän hakea sellasta että miten realistista se on.

Joni Tammi: Mutta taas siinäkin selitys mun mielestä on tosi mielenkiintoinen. Ei välttämättä kauhean realistinen, ei välttämättä kauhean toimiva, mutta taas sellainen

uskottavan kuuloinen eli me ollaan otettu protoni, joka on korkeammassa ulottuvuudessa, me laskostetaan sitä auki matalampiin ulottuvuuksiin. Tää kuulostaa ehkä tosi scifiltä: miten me voidaan mennä eri ulottuvuuksiin ja miten.. Kirjassa oli hyvin kuvattu, mikä elokuvassa näkyy muutaman sekunnin kohtauksena, vähän epäselvänä miten sofoni peittää maapallon, kun laskostui kahteen ulottuvuuteen vai kolmeen ulottuvuuteen, mut se on loppujen lopuks meille ihan tuttu juttu. Aatellaan, että meillä on vaikka lanka. Meillä on silkkilanka, joka on todella ohutta käytännössä niinkuin voidaan sanoa, että sillä on vaan pituus. Se on niin ohutta, että meidän silmiin se näyttää vaan. Sillä on vaan pituus ja se on tosi pitkä. Se on kilometrin pituinen. Jos me halutaan laittaa se sellaisenaan laatikkoon, me tarvitaan kilometrin pituinen laatikko. Se on vähän epäkäytännöllistä, mutta me voidaan taitella se. Viikataan se siten, että siitä tuleekin levy. Eli me tehdään kangasta siitä. Silloin tulee pituus kilometri, siit tuleekin metri kertaa metri kangas tai kangaspala. Se pituus mikä oli alunperin kilometri, se on nyt mennyt paljon pienempään osaan. Se on mennyt nyt metriin sen takia, että iso osa siitä meni toiseen ulottuvuuteen eli leveyteen, sillä oli aikaisemmin vain pituus, nyt sillä on pituus ja leveys. Me tarvittaisiin metri kertaa metri laatikko, johon me pistetään se.

Joni Tammi: Mut eihän meidän kannata sillä tavalla säilöä. Me voidaan vielä viikata se, taittaa se päällekkäin. Sitten taittaa uudestaan päällekkäin, uudestaan, päällekkäin, uudestaan päällekkäin. Siit tulee kuutio. Se kuutio on vaikka 10 kertaa 10 senttiä kertaa 10 senttiä. Eli mahtuu tohon kädelle. Eli meillä ollut metri kertaa metri kaksiulotteinen lakana, joka me ollaan viikattu nyt sitten kolmeen ulottuvuuteen kuutioksi ja tää on se missä missä normaalisti meidän mielikuvitus lakkaa, koska meidän maailmankaikkeus sattuu olemaan sellainen, että meillä on vain kolme tällaista isoa paikkaulottuvuutta. Et meil on just se pituus, leveys ja korkeus, mutta on erilaisia malleja. Tutkijat usko, että on lisäksi myös näitä ulottuvuuksia on kuusi paikkaulottuvuuksia. Ne on vaan vähän erityyppisiä, niin siitä todennäköisesti tulee tämä minkä takia tämä oli 9-ulotteinen sofoni muistaakseni. Eli lähetäänkin taittelemaan tätä kolmiulotteinen sofoni vielä vielä neljänteen ulottuvuuteen ja viidenteen ulottuvuuteen, kuudenteen ulottuvuuteen ja sitä rataa, kunnes se on mahtunut semmoseen yhteen protonin kokoiseen hippuun tai vastaavasti toisinpäin alunperin otettu protoni ja siitä avattu avattu yksi ulottuvuus. Se kasvaa, aivan toinen ulottuvuus, kasvaa ja niin edelleen, kunnes meillä on valtavankokoinen planeetan peittävä kaksiulotteinen peitto, joka sitten tässä sarjassa päällystetään piirisiruilla ja komponenteilla. Siitä tehdään tietokone. Me saadaan planeetan kokoinen tietokone, niin me taas pakataan se pieneen protoninkokoiseen

tilaan, lähetään maapallolle. Siinä perusteltiin tämä miten meillä voi olla joku pieni asia, joka silti sisältää valtavasti informaatiota, valtavasti sisältöä.

Joni Tammi: Eli tavallaan tossakin on. No se oli puhtaasti puhtaasti fictionia, mutta siinä oli myös tää säieteoreettinen tai tällainen ulottuvuuksien laskostumisperiaate ihan tieteestä. Mutta sitten kolmas juttu on tämä, että miten sillä sitten kommunikoidaan? Meillä on protonin kokoinen kappale eli se on alkeishiukkanen ja nyt sitten kvanttifyysikot korvat kiinni, niin ne voidaan tavallaan kytkeä alkeishiukkaset sillä tavalla, että niitten kvanttiominaisuudet puhutaan lomittuu eli eli kytkeytyy toisiinsa, jolloin toinen pyörii yhteen suuntaan niin toinen pyörii vaikka toiseen suuntaan. Ja sitten kun toinen toinen käännetään niin toinenkin kääntyy taas tosi paljon yksinkertaistaen ja vähän niinkuin kvanttifysiikkaa todella suoraviivaistaen, mutta on huomattu kokeissa, että me voidaan kasvattaa tällaisten lomittuneiden hiukkasten etäisyyksiä hyvin paljonkin ja ne on silti – tää lomittuminen säilyy. Tässä sarjassa oli sitten viety se äärimmäisyyksiin. Välissä oli neljä valovuotta eli me olikin kaksi tällaista. Kaksi tällaista alkeishiukkasenkokoista supertietokonetta, jotka olivat kvanttilomittuneessa tilassa. Eli ne tavallaan niin kuin vastaavat yks yhteen, vähän kuin yks yhteen toisiaan, mut toinen jätetään Trisolarikseen ja toinen tuodaan maahan, jolloin sitten kaikki mitä toinen täällä kuulee tai näkee maassa, niin se tieto välittyy suoraan sinne. Paitsi että olivat supertietokoneita ja itsetietoisia ja muuta, niin olivat myös reaaliaikaisessa kommunikaatiossa yli valonnopeudella. No taas puhdasta fictionia. Mutta mielenkiintoinen tieteellinen, pieni ripaus totuutta siellä taustalla.

Suvi Rantonen: Käydään vielä kysymässä kvanttilomittumisesta tarkemmin asiantuntijaltamme eli Aalto-yliopiston teknillisen fysiikan professorilta, Mika A. Sillanpäältä.

Mika A. Sillanpää: Tää on ihan täyttä scifiä, että tiedonsiirto kvanttilomittumisen kautta ei oo mahdollista. Se tiedetään niin varmasti kun asiat voi olla varmoja. Kvanttifysiikassa on fundamentaali ja se on satunnaisuus. Eli kun me tehdään jotain sille meidän hiukkaselle, niin se ei kerro. Se ei välitä informaatiota siitä, koska se mitä siellä muualla tapahtua on satunnaista.

Suvi Rantonen: Kiitos Mika ja ne sofonit paitsi vakoili, niin ne myös pyrki häiritsemään meidän tieteellistä tutkimusta tai maanpäällistä tieteellistä tutkimusta ja muun muassa

ne häiritsee hiukkaskiihdyttimiä niin että ne kaikki tulokset mitä sieltä tulee on ihan täyttä huuhaata. Ja se ajatus siinä, mikä heillä Trisolarislaisilla on oli se, että kun he häiritsee ihmiskunnan perustutkimusta ja perusaineentuntemusta ja tietämystä, niin he sillä tavalla pystyy parhaiten valmistautumaan siihen vääjäämättömään konfliktiin ja sotaan. Eli tavallaan riisuvat ihmiskunnan aseista sillä, että häiritään sitä aineen perustutkimusta. Ja mitä mieltä se tästä on, että oletko se sitä mieltä, että se ois kaikista järkevin strategia pärjätä ihmiskunnalle?

Joni Tammi: Nyt kun sä muotoilet se noin niin alkoi tuntua pahalta, että miks mä en oo aikaisemmin tajunnut käyttää tätä perustutkimuksen rahoittamisen argumenttina. Et tää on ainoa tapa tapa suojautua tulevaisuuden vihamielisiltä sivilisaatioilta.

Suvi Rantonen: Niin et leikkaajat – turha tulla Otaniemeen sit kolkuttelemaan kun avaruusoliot hyökkää jos ei perustutkimus oo rahoitettu.

Joni Tammi: No niin. Se perustutkimushan on siis se, että.. Eli jos termi ei oo tuttu niin perustutkimus on karkeasti ottaen voidaan jakaa perustutkimukseen ja soveltavaan tutkimukseen ja ja perustutkimus on sellaista usein luonnontieteellistä, jossa yritetään vaikka fysiikan ilmiöitä, just vaikka aineen ominaisuutta tai meillä meillä yritetään tutkia sanotaan vaikka niin kuin astronomisia kohteita. Se ei oo soveltavaa tutkimusta siinä mielessä, että me ei yritetä kehittää uutta teknologiaa, joka me voidaan muuttaa rahaksi tai patenteiksi vaan me tutkitaan sitä sen takia, että me ymmärrettäis paremmin sitä maailmankaikkeutta ja maailmaa missä me eletään ja ympäristöä ja sitä kaiken perustaa. Ja tän päälle tulee sitten se soveltava tutkimus. Eli ensin tuli tuli niinkuin suhteellisuusteorian tutkimus ja ja sähkömagneetiikan tutkimus ja kvanttimekaniikan tutkimus ja siitä kymmenien tai satojen vuosien päästä alkoi kehittyä tämän tiedon päälle nykyinen esim. kvanttiteknologia. Tai suhteellisuusteoria ja avaruuden kaareutuminen massan ympärillä ja kaikkea muuta tällasia, Niin näitä tutkittiin ja tutkittiin niin kuin 1900-luvun alkupuolella. Teoriat ja mallit laskettiin 1900-luvun alkupuolella. Sen takia, että oli mielenkiintoisia ja mielenkiintoisia. Haluttiin tietää miten asiat toimii. Mutta nyt jos sitä ei olis tehty, niin meillä ei yksikään esimerkiksi paikannussatelliitti pysyisi radallaan tai pysyisi ajassa. Jos me ei otettais näitä suhteellisuusteorian korjauksia huomioon, eli niinkuin kaikki teknologia ja kaikki soveltava tutkimus aina perustuu, pohjautuu perustutkimukseen. Eli se, että me sabotoitaisiin soveltavaa tutkimusta, niin silloin me sabotoitaisiin jonkun tietyn teknologian kehittymistä. Mut aina

voitais kehittää joku toinen teknologia. Mut kun me sabotoidaan perustutkimusta, niin me tavallaan kaadetaan tämä koko tukijalka mihin kaikki soveltava tulevaisuuden teknologia kehittyy. Olisko se just aineen aineen tutkimus vai vai joku muu? Se on vähän vaikea sanoa, mutta toi olis varmaan yks parhaita tapoja sabotoida ihmiskunnan tulevaisuus, pysäyttää meidän kehitys on se perustutkimuksen estäminen. Sen jälkeen soveltavaa tutkimusta kyllä olisi. Siinä vois syntyä hiukan uusia laitteita, mut siinä ei synny enää mitään uutta teknologiaa.

Suvi Rantonen: Ja se on mun mielestä tässä kirjassa tosiaan erityisen kiinnostava näkökulma, että ne ei oo lainkaan huolissaan meidän aseteollisuudesta tai asevarastoista tai muusta. Mut niinkuin hiukkaskiihdyttimet, ne pitää saada eliminointua ja tutkijat täytyy saada pois pelistä, mutta muuten ei. Se on jotenkin kutkuttava ajatus.

Joni Tammi: Suomen Akatemiaan terveisiä.

Suvi Rantonen: No sitten täs on aika paljon tutkijoita tässä erityisesti sarjassa siinä on vielä lisättynä pääosan esittäjiä, näitä pääosan esittäjä tutkijoita. Miten sä sitä arvioisit tutkijana, että onko se tutkijan elämä esitetty realistisesti?

Joni Tammi: Tutkimustyötä siinä näytettiin hirveän vähän. Siinä oli muutama mielenkiintoinen puoli. Ehkä tällainen tutkijan pelko on, että joku vie. Itse pystyy kehittämään uusia ratkaisuja ja uusia teorioita ja joku vie sen kunnian. Siinä oli otettu hienosti huomioon se inhimillinen puoli, että tieteestäkin yritetään hyötyä monella tavalla. Ja sitten. Krediitit, joskus katoaa. Toinen oli tosiaan tää tiedon soveltaminen soveltavan tutkimuksen kautta vähän niin kuin sekä hyvään että pahaan. Siinä oli hyviä esimerkkejä siitä, miten miten vaikka nanoteknologiaa voidaan käyttää hyvään ja sitten myös tuhoamiseen. Mut joo, tutkijaelämää se ei mun nähdäkseni kuvaa ihan hirveän hyvin, etenkin kun tässä oli aika stereotyyppisiä nää tutkijat, että oli vähän niinkun vähän ehkä elämästä vieraantuneita, sosiaalinen silmä puuttuu ja silloin kun ollaan tyttö- tai poikaystävä perheen luona, niin silloin vaan paasataan tieteestä ja tutkimuksesta ja muuta niin vähän harmillisia stereotypioita, mutta voin vakuuttaa, että vain hyvin pieni osa tutkijoista haluaa kavereille ja suvulleen jatkuvasti kertoa tutkimustuloksista ja tieteestä.

Suvi Rantonen: Joo kyllä. Eikä siinä apurahahakemuksia hirveästi täytetä.

Joni Tammi: Huomattavan vähän aikaa suhteessa työaikaan meni apurahahakemusten. Se oli ehkä yksi merkittävimpiä tämmöisiä epärealistisia fiction piirteitä, että kukaan tutkijoista ei joutunut käyttämään kolmea kuukautta hakemukseen, vaan nimenomaan silloin kun tuli heille annettiin vapaat kädet tehdä tutkimusta.

Suvi Rantonen: Mitkä sun mielestä Joni oli parhaat tai sit heikoimmat kohdat tän sarjassa

Suvi Rantonen: tieteellisessä mielessä?

Joni Tammi: No tää avaruuden mittakaavan hahmottaminen, etenkin näissä myöhemmissä kirjoissa tulevat etäisyydet ja etäisyyteen liittyvät ajat. Eli tähtitieteessä mehän puhutaan valovuosista etäisyytenä eli meillä aika tavallaan mittaa etäisyyttä sen takia, että kun mennään kauemmas ja kauemmas ja kauemmas, me katsotaan tavallaan menneisyyteen, menneisyyteen. Meillä on kaukana oleva sivilisaatio, jolta kestää niin monta sataa vuotta tulla tänne näin tai tai signaalilta, valolta kestää satoja tai tuhansia vuosia, mennä vaikka tiettyjen tähtien väliä. Tää oli mun mielestä hyvin tuotu siinä, että miten vaikeaa on jonkun ison asian niinkuin avaruusaluksen liikkua, siinä menee tosiaan vuosisatoja tai sitten suunnanmuutokseen voi mennä, mennä vuosia tai jotain muuta vastaavaa. Ja se näkyy tässä sarjassa portaikkoprojekti, niin ei kannata lähettää 70 tai 80 kilosta ihmistä, vaan kannattaa lähettää kilon aivot, koska tarvitaan merkittävästi vähemmän energiaa. Tai että jos me lähetetään yksi protonin painoinen pakattu supertietokone mieluummin kuin avaruusalus, niin etäisyydet on. Tai nopeudet ja ajat on erilaisia. Tää oli myös tosi hyvin otettu huomioon.

Suvi Rantonen: Niin sanoit aikasemmin että massan liikuttaminen on vaikeeta ja ite käyn aamuisin aina tekemässä sprinttejä niin voin kyllä allekirjoittaa sen. Se on tuskallista. Minkälaisiin nopeuksiin me ollaan päästy? Trisolarikset pääsee sarjassa prosenttiin valonnopeudesta.

Joni Tammi: Pari luotainta, jotka on lähetetty aiemmin ennätystasolla, Voyagerilla joskus seitkytluvulla lähetettiin. Ihmiset ei antaneet sillä hirveästi nopeutta vaan sitten käytettiin gravitaatiolinkoa eli ison planeetan tässä tapauksessa Jupiterin, Saturnuksen painovoimat heitti niitä vielä nopeempiin, tai suurempiin nopeuksiin ja silloin päästiin isoihin ja nyt on sitten vastaavasti saatu aurinkoakin, aurinkoa tosi läheltä kiertävä Parker Solar Probe niin sillä taitaa nyt olla nopeuden ihmiskunnan ennätys, mutta me

puhutaan valonnopeuden prosentin murto-osista. Ei ole promilleissakaan vielä missään, missään yli kilon painoisessa. Mut sitten tosiaan niinku hiukkaskiihdyttimessä meillä on protoneita, jotka sitten rutiininomaisesti kiihdytetään melkein valonnopeuteen. Eli tosiaan niinkuin ihmiskunta kun joku meidät joskus luennoilla ja kun käyn kouluissa puhumassa, niin näytän kuvia vaikka Linnunradasta, mikä kuva näyttää siltä, että se oletettu monen sadan, sadan, tuhannen tai monen miljoonan valovuoden päästä joku kysyy, että että ollaanko me oikeesti käyty noin kaukana ottamassa kuva? Niin se on että ei. Me ollaan niinkuin, ihmiskunta on tuolla. Meidän aurinkokunta on toi yks pikseli ja kaikki ne tähdet mitä taivaalla näkyy, ne on siinä samassa pikselissä. Ja me ei ikinä poistaa sitä pikselistä. Todennäköisesti. Ainakaan moneen sataan vuoteen. Niin tosiaan, nää etäisyydet on vaan niin valtavia. Mut sitten taas se mikä on sitä eniten fictionia. No sanotaan et sofoni ja siihen liittyvät asiat. Niin ne oli kaikkein epärealistisinta puolta siinä.

Suvi Rantonen: Suurkiitos Joni äärettömän mielenkiintoisesta haastattelusta ja asiantuntemuksesta. Ja kiitos kaikille kuuntelijoille!