

Alkuräjähdyksestä



joulun tähteen

Joulun aikoihin tulee helposti vilkaistua taivaalle. Kyseessä on harras ja introspektiivinen aika, ja kun Siperiasta vyöryvä korkeapaine pyyhkäisee pakkasluudallaan pilvet syrjään, on kuin ylhäällä avautuisi näkymä äärettömyyksiin saakka. Tuntuu kuin mustaan taivaankanteen kirjoituilla tähtien pistoilla olisi jokin aivan erityinen merkitys. Mieleen nousevat helposti Betlehemin tähti ja itämaan tietäjät.

Taivaalliset merkit

Raamatun hurskaan kertomuksen tietäjät olivat astrologeja, ja astrologeille taivas on täynnä vihjeitä tulevasta. Milloin Kuu on seitsemännessä huoneessa, milloin Jupiter aivan Marsin vieressä. Aikoinaan komeetat ennustivat sotia, ruttoa ja tuhkarupulia. Tähdet olivat jumalallisia, ja niiden kierto taivaankannella oli täynnä merkityksiä. Mutta kosmologin näkökulmasta universumi on vain suunnaton fyysikaalinen systeemi, joka muuttui mielenkiinnottomaksi jo noin 14 miljardia vuotta sitten, kun alkuräjähdyksestä oli kulunut 380 000 vuotta.

Sen jälkeen gravitaatio on hitaasti muokannut alkukosmoksen ainetihentymistä galakseja ja galaksijoukkoja, jotka sienirihmaston tavoin täyttävät maailmankaikkeuden pimeät valovuodet. Galaksien ryppäät muodostavat kaarisiltoja ja kielekkeitä, jotka sotkuun menneen lankakerän tavoin jättävät väleihinsä valtaisia, jopa satojen miljoonien valovuosien suuruisia, tyhjyyttään kumisevia avaruuden autiomaita. Ne ovat taivaan todellisia merkkejä, jotka kuisivat kuumasta menneisyydestä ja gravitaation hellittämättömästä otteesta.

Galakseissa universumin varhaisajoilta peräisin olevasta kaasusta tiivistyneet tähdet

ovat planeettakuntiensa valtiaita, ja siellä missä tähden säteily on tasaista ja jatkuvaa, on voinut kehittyä myös elämää. Kosmologista kaikki tämä on korkeintaan lievästi kiinnostava kuriositeetti. Se on myös monimutkaista.

Alussa kaikki oli tavattoman yksinkertaista. Ei ollut planeettoja, ei galakseja, ei galaksijoukkoja. Muistan kerran, kun eräässä radiohaastattelussa hämmentynyt toimittaja kysyi minulta: ”Syntyikö maapallokin alkuräjähdyksessä?” Näkökulma oli minulle uusi ja yllättävä, mutta onnistuin vastaamaan nauramatta ja tiukasti: ”Ei.”

Ensimmäinen joulupuuro

Alussa oli nimittäin vain kuumaa alkeishiukkaspuuroa ja avaruus, joka hitaasti laajeni kuin omia aikojaan. Samalla hiukkaspuuro jäähdyi, ja aina silloin tällöin tarkkaan määrättyissä lämpötiloissa alkeishiukkaset saattoivat muodostaa yksinkertaisia yhdisteitä. Näin syntyivät ensin protonit ja neutronit, joista edelleen rakentuivat varhaisen maailmankaikkeuden kaikki alkuaineet.

Valtaosa protoneista jäi omilleen kuin peräkyllään jämähtäneet vanhat pojat: ne ovat maailmankaikkeuden vetyä. Osa löysi kumppaniksi neutronin, ja näin syntyi kaikki se helium, jota universumissa on. Sen määrä on helppo laskea – ainakin niille, jotka laskun osaavat. Täytyy vain tuntea protonien ja neutronien törmäilytavat ja hankkia tavallinen tietokone. Sen jälkeen heliumin määrä selviää napin painalluksella. Ja mikä parasta, laskut pitävät erittäin suurella tarkkuudella yhtä havaintojen kanssa.

Varhaisessa maailmankaikkeudessa noin 24 % aineesta oli heliumia. Loppu oli vetyä. **2457**

Lisäksi syntyi pikkuruinen ripsahdus litiumia ja aivan mitätön ropsahdus berylliumia. Tämä alkemistin työpaja oli auki vain muutaman ensimmäisen tunnin ajan, eikä sen jälkeen tapahtunut mitään mainittavaa liki neljäsataantuhanteen vuoteen. Kuten on sanottu, kaikki kevyet alkuaineet keitettiin kasaan alkukosmoksen pätsissä samassa ajassa, joka kuluu ankan paistamiseen. Tämä on hyvä muistaa erityisesti jouluna, sillä ankka on erinomainen vaihtoehto iänikuiselle kinkulle.

Joulun tähti on kosmista kuohaa

Tämän jälkeen avaruus jatkoi edelleen laajenemistaan ja ainepuuro jäähtymistään. Kun aikaa oli kulunut 380 000 vuotta, lämpötila oli laskenut hieman alle kolmeentuhanteen asteeseen. Tällöin elektronit pääsivät parkkeeraamaan vety- ja heliumytimien ympärille. Atomit syntyivät, eikä aine enää kyennyt pidättelemään valoa. Valon kvantit, fotonit, jotka olivat rätsisseet kaasussa askeltaen juopon lailla atomiytimeltä toiselle, pääsivät äkkiä eteneään pidäkkeettä.

Tämä oli raamatullinen ensimmäinen valo, joka siitä lähtien on kulkenut määrätietoisesti eteenpäin kuin raiteilleen nostettu juna. Syntyessään sen väri oli oranssi; nyt, liki neljätoista miljardia vuotta myöhemmin, avaruuden laajeneminen on venyttänyt valon aallonpituutta tekijällä 1100 niin, että se ei enää näy paljain silmin. Mutta silti se voidaan havaita ja on havaittu. Se on kosmista mikroaaltosäteilyä, jota eurooppalainen Planck-satelliitti mittaa tälläkin hetkellä noin puolentoista miljoonan kilometrin päässä maapallosta.

Satelliitti kiertää niin sanottua Lagrangen pistettä, jossa Maan ja Auringon vetovoimat tavallaan kumoavat toisensa. Samalla se pyörii akselinsa ympäri ja pyöriessään skannaa suikaleen taivasta kerrallaan.

Kosminen mikroaaltosäteily on kosmologian Rosettan kivi. Sen ominaisuuksista voidaan lukea muun muassa maailmankaikkeuden erilaisten aineiden pitoisuudet ja avaruuden laajenemisnopeus. On käynyt ilmi, että tavallinen protoneista ja neutroneista koostuva

meää ainetta, joka ei reagoi valon kanssa, sekä mystistä pimeää energiaa. Yhdessä ne vastavat liki 96 %:sta maailmankaikkeuden koko energiabudjetista. Tavallisen aineen osuus on vain hieman yli neljä prosenttia.

Mutta me ihmiset voimme lohduttautua ajatuksella, että tärkeää ei ole määrä vaan laatu. Tavallisesta aineesta voi nimittäin valmistaa kaikenlaista meitä kiinnostavaa: kiviä, keppejä ja ihmisiä. Ja tietysti tähtiä.

Luomiskertomus Gamowin mukaan

Ensimmäiset tähdet koostuivat vedystä, olivat jättiläismäisiä ja paloivat loppuun nopeasti. Tähten keskustassa on alue, jossa ydinreaktiot tapahtuvat. Niissä syntyy säteilyä, jonka paine puhaltaa tähden kaasukehästä kauniin pallon. Mutta kun poltettava loppuu, säteilyn paine katoaa ja tähti romahtaa. Näin syntyy supernova, räjähtävä tähti, joka joidenkin viikkojen ajan loistaa emogalaksiaan kirkkaampana.

Samalla syntyy kaikkea sitä, mitä varhainen maailmankaikkeus ei kyennyt tuottamaan: hapetta, typpeä, rautaa – metalleja, kuten tähtitieteilijöiden kummallisessa slangissa kutsutaan kaikkea, mikä ei ole vetyä. Nämä raskaat alkuaineet leviävät avaruuden tuuliin ja ovat läsnä silloin, kun seuraavan sukupolven tähdet muodostuvat. Tällä tavoin kaikki tarvekalut elämälle olivat valmiina, kun oman Aurinkomme ydintuli syttyi.

Raskaiden alkuaineiden syntymekanismi selvitettiin 1950-luvulla, ja asialla oli muun muassa tunnettu brittiläinen astrofysikko Fred Hoyle. Prosessi osoittautui hyvin hankalaksi, sillä vedystä saadaan kyllä heliumia lisäämällä yksi ydinhuukkanen – protoni tai neutroni – kerrallaan. Heliumissa on neljä ydinhuikkasta, kaksi protonia ja kaksi neutronia, mutta viidestä ydinhuikkasesta koostuvaa alkuainetta ei ole olemassa. Palikoita ei voikaan lisätä vain yksi kerrallaan. Heliumia raskaampien alkuaineiden muodostumisen tiellä on siis eräänlainen kameli ja neulansilmä-luokan pullonkaula.

Neuvostovenäjältä 1930-luvulla länteen loikannut Gerge Gamow, joka oli alkuräjähdysteorian ensimmäisiä arkkitehteja, kuvaili

Hoyleen saavutusta kirjoittamalla uusiksi Raamatun luomiskertomuksen. Gamowin mukaan Jumala yksinkertaisesti unohti luomisen tiimellyksessä tehdä viidestä ydinhiukkasesta koostuvan alkuaineen, mutta kaikkivoipana päätti korjata virheensä mitä mahdottomimmalla tavalla. Niinpä Jumala sanoi: ”Tulkoon Hoyle.” Ja Hoyle päätti tehdä raskaat alkuaineet tähdissä ja levittää ne ympäriinsä supernoväräjähdyksissä. Gamowin mukaan ”se oli niin monimutkaista, että nykyään ei Hoyle eikä Jumala eikä kukaan muukaan pysty tarkkaan selvittämään, miten se oikein tapahtui”.

Eräs supernovakandidaatti on Orionissa sijaitseva Betelgeuse. Se on jättiläistähti, joka voi räjähtää vaikka huomenna tai sitten muutamana kymmenentuhannen vuoden päästä – avaruusasioissa ei sekunnin päälle pelata. Kirkkaimmillaan räjähdys näkyisi paljain silmin päivälläkin.

Terveiset Vatikaaniin

Samoihin aikoihin kun astrofyysikot kappailivat alkuainelaskelmiensa kanssa, tunnettu englantilainen vuonna 2008 kuollut tieteiskirjailija Arthur C. Clarke kirjoitti novellin, jonka nimi oli ytimekkäästi The Star. Tiedossani ei ole, onko novellia suomennettu. Tarina kertoo avaruuden tutkimusmatkailijoista, jotka löytävät supernovana räjähtäneen tähden planeettasysteemissä tuhoutuneen sivilisaation jäänteet.

Osoittautuu, että asukit olivat olleet hyvin ihmisten kaltaisia. Heidän tähtensä kohtalo oli selvinnyt heille jo vuosia etukäteen, mutta tähtienvälinen matkailu oli ollut liikaa heidän teknologialleen. Niinpä he olivat tyytyneet rakentamaan aurinkokuntansa laitamille muistomerkin, jonne he tallensivat kaikki saavutuksensa, historiansa ja filosofiansa.

Clarcken tutkimusretkeläisten pääastrofyysikko on jesuiittapappi. Tarina alkaa hänen melankolisilla mietteillään avaruusaluksen suunnatessa jo paluumatkalle: ”Vatikaaniin on kolme tuhatta valovuotta. Kerran uskoin, ettei avaruudella olisi voimaa uskon ylitse, kuten uskoin, että taivaat julistavat Jumalan kätten töiden kunniaa. Nyt olet nähnyt tuon työn, ja

uskoni on pahasti koetuksella. Tuijotan hyttini seinällä Mark VI -tietokoneen yllä riippuvaa krusifiksia ja ensimmäisen kerran elämässäni mietin, onko se muuta kuin tyhjä symboli.”

Jesuiitta-tiedemiehen ahdistuksen täsmällinen syy pysyy epäselvänä aina novellin loppuun saakka. Viimein käy ilmi, että hän on laskenut ajanhetken, jolloin supernovan valo saavutti maapallon, ja oivaltanut, että kyseessä oli joulun tähti: ”Jumalani, olisit voinut käyttää niin montaa tähteä. Mikä pakko oli antaa nämä ihmiset tulelle, jotta heidän tuhoutumisansa symboli voisi loistaa Betlehemin yllä.”

Toivon mentaalitähti

Matteuksen evankeliumissa mainittu, itämaan tietäjät Jeesuksen syntyseimen äärelle ohjannut tähtitaivaan ilmiö on kiehtonut muitakin kuin Arthur C. Clarkea. Sitä on yritetty identifioida planeettojen lähikohtaamisien eli konjunktioiden kanssa, ja suomalaisen tähti-harrastajan, entisen rovastin Risto Heikkilän kirja Joulun tähti esittelee näitä erilaisia pohdiskeluja. Mutta yksinkertaisin selitys on, ettei mitään tähteä eikä tietäjiä ollut olemassa.

Matteus on ainoa evankelista, joka tähden mainitsee. Mitään muutakaan historiallista tietoa Galileaan vaeltaneista tietäjistä ei ole. Lisäksi tuohon aikaan oli yleistä yhdistää merkkihenkilöiden syntyyn taivaallisia enteitä, esimerkkinä vaikkapa keisari Augustinus. Luultavinta onkin, että kyseessä on vain uskonnollisia tarkoituksia palveleva septe, samaa lajia kuin kertomus savi lintuun elävän hengen puhaltavasta Jeesus-lapsesta.

Joulun tähti voi silti jatkaa loistamistaan mentaaliavaruudessa. Siellä sen kirkkauden ajurina eivät ole ydinreaktiot vaan tunteiden jouluinen palo. Sepitteellisyys ei vähennä tähden symboliarvoa. Emmehän ole hylänneet Kalevalaakaan siksi, että se väittää maailman syntyneen sotkan munasta. Joulun pimeyden halki loistava tähti on uskonnollinen kuva, mutta se muistuttaa meitä myös toivosta, jonka jouluaaton jo pitenemään ryhtynyt päivä herättää. ■

KARI ENQVIST, kosmologian professori
Helsingin yliopisto