

kaisut eivät kuitenkaan ole toistaiseksi vakuuttavia.

## Ratkaisu 15: Valohäkin rajoitus

*Voit vangita laulajan, mutta et laulua.*  
Harry Belafonte

Linnunradan asutuksen malleissa, jotka perustuvat diffuusioon (kuten Newmanin ja Saganin ehdotus), perkolaatioon (Landisin ehdotus) tai soluautomaatteihin (Bezsudnov ja Snarski), tehdään muuttoliikkeen ominaisuuksista oletuksia, joiden oletetaan pätevän satojatuhansia tai jopa miljoonia vuosia. Colin McInnes kehitti muuttoliikkeen mallin,<sup>139</sup> jonka tarvitsee päteä vain muutamia tuhansia vuosia, jotta se selittäisi eksosivilisaatioiden vierailujen puuttumisen täällä Maassa. Se on melko kolkko paradoksin ratkaisu; kun ajatella ihmisorodun käyttäytymistä, se vaikuttaa valitettavasti melko uskottavalta.

McInnes pohtii sellaisen nuoren sivilisaation todennäköisiä ominaisuuksia, joka on juuri saavuttanut tähtienväliseen muuttoliikkeen tarvittavan teknologian tason. Hän esittää, että jos lajilla on intoa ja motiiveja kehittää välttämätöntä tekniikkaa, laji on todennäköisesti hyvin kilpailuhenkinen, koska sen pitäisi voittaa muut lajit kehityksensä varhaisessa vaiheessa. Jos laji oivaltaa, että se voi osallistua tähtienväliseen matkustukseen suuressa mittakaavassa ja kannattavasti ja sillä tavoin hyödyntää uusia resursseja, se ei jää odottelemaan. Itse asiassa jos mikä tahansa tuon lajin ryhmä huomaa saavansa kilpailuetua asuttamalla avaruutta ja hankkimalla uusia resursseja, tuloksena on kilpailu hyödyntämään mahdollisuuksia. Vauraus, toiminta ja väestö kasvavat jatkuvasti, ja laji kokee taloudellisen kasvun aallon. Jonkin aikaa lajille menee paremmin kuin koskaan. Se ei varmastikaan halua lopettaa.

Asutusprosessi etenee luultavasti tähti tähdeltä, mutta mallin kannalta voimme ajatella laajenemisen tapahtuvan pallomaisena aaltona, jonka keskipisteenä on kotitähti. Lajin väestön kokonaismäärä kasvaa, mutta oletetaan, että laji haluaa säilyttää asukastiheyden vakiona asutetun alueen sisällä. Joka tapauksessa heidän ympäristönsä kestävyys rajoittaa väestön tiheyttä. Oletetaan sitten, että väestö kasvaa vuodessa yhden prosentin verran, mikä on varovainen muttei ehkä kohtuuton arvio. Tuon väestön kasvun mukana olemme kylväneet tuhon siemenet. Kasvu on eksponentiaalista, ja kuten aikaisemmin todettiin, eksponentiaalista kasvua ei voi ohittaa.

McInnes osoittaa, että säilyttääkseen väestötiheyden keskimäärin vakiona, muuttoliikkeen nopeuden täytyy kasvaa lineaarisesti kotitähdestä lasketun etäisyyden mukana. Mutta jossakin kohtaa tuo nopeus saavuttaa valon nopeuden. Tuon etäisyyden jälkeen käy mah-

dottomaksi säilyttää asukastiheyttä vakiona. Stephen Baxter kutsuu tätä etäisyyttä<sup>140</sup> ”valohäkiksi”. Tämän mallin mukaan asutetun alueen pallo laajenee yhä nopeammin kunnes se saavuttaa valohäkin rajan. Sen jälkeen tämä vielä nuori ja elinvoimainen sivilisaatio huomaa, ettei se voi laajentaa asuinalueitaan riittävän nopeasti säilyttääkseen väestötiheyden keskimäärin vakiona. Väestön tiheys kasvaa kestävästi pallon ulkoreunalla, valohäkin rajan sisäpuolella, ja ympäristön sietokyky ylittyy. Resurssin rajat ylittyvät. Sivilisaatio romahtaa. Tämä on väistämätöntä, vaikka väestö kasvaa vuosittain vain yhden prosentin verran.

Voisi ajatella, että jos väestön kasvu on vain 1 %, valohäkin rajan täytyy olla kaukana kotitähdestä. Jos valohäkki olisi vaikkapa 50 000 valovuoden päässä, lajille olisi runsaasti ”kynärpäätillaa”; se voisi asuttaa merkittävän osan Linnunradasta. Jos ajattelet tällä tavoin, syynä on se, ettei sinulla ole intuitiivista käsitystä eksponentiaalisesta kasvusta; harvalla meistä on sitä. Yhden prosentin väestön lisäys vuodessa tarkoittaa, että valohäkin raja on vain 300 valovuoden päässä. Lisäksi sivilisaatio saavuttaa tämän rajan vain muutamassa tuhatvuodessa, yhdessä silmänräpäyksessä kosmisen mittapuun mukaan. (Jos laajenemisen maksiminopeus on pienempi kuin valon nopeus, häkin koko pienenee: maksiminopeudella  $0,05c$  häkin raja on vain 15 valovuotta. 15 valovuoden sisällä Maasta on vain noin 50 tähteä, ja useimmat niistä ovat sopimattomia siirtokunnille. Näin nähtynä siirtokunnat eivät juuri vaikuta kannattavilta.)

Tässä on siis skenaario, joka selittää, miksi meillä ei ole käyty. Mikä tahansa sivilisaatio, joka pystyy asuttamaan lähitähtiään suuressa mittakaavassa ja taloudellisesti, romahtaa väistämättä muutamassa tuhatvuodessa, koska sen laajentuminen ei voi mitenkään vetää vertoja sen väestön kasvulle. Luhistuttuaan sivilisaatio olisi niin puilla paljaille, ettei se voisi aloittaa uutta muuttoaaltoa. Sivilisaatioita syntyy ja kuolee. Ne eivät ole täällä, koska ne eivät koskaan päässeet valohäkin rajan ohi.

Tämä on kalsea skenaario, mutta onko se väistämätön? Itse asiaansa on niin ilmeinen, että voisi toivoa edes *yhden* teknisesti kehittyneen sivilisaation näkevän sen ja huolehtivan sen välttämisestä. Yksi keino välttää ansa olisi pitää väestön nettokasvu hyvin alhaisena, vaikka silloin vaarana saattaisi olla sivilisaation pysähtyneisyys. Toinen keino olisi rajoittaa kasvua, kun resurssien rajat on saavutettu, mutta sallia silti rajan nopea laajeneminen. Varmastikin olisi *yksi* teknisesti edistynyt sivilisaatio, joka osaisi nähdä rajoittamattomasta kasvusta seuraavan tuhon ja toimia viisaasti sen mukaisesti. Vai kuinka?