Oletko ihmetellyt mitä
ovat valkoiset kääpiöt,
mustat aukot, supernovat
ja kvasaarit?

Tässä kirjassa
tähtitaivasta verrataan
eläintarhaan, jossa on
paljon erilaisia asukkaita
- sitä hurjempia mitä
kauemmaksi mennään.
Niiden ja niistä otettujen
kuvien avulla kerrotaan
todellisista, mielenkiin -
toisista, arvoituksellisista
asioista, joita taivaalta on
löytynyt.

Heikki Oja on tähtitieteen
tohtori, joka tunnetaan
monista aikaisemmista
kirjoistaan sekä tv- ja
radioesiintymisistään.
Hänet on palkittu tiedon -
julkistamispalkinnoilla.

N52

Päällyksen kuvat
Ursan kuva-arkisto

ISBN 951-0-19033-0

9 789510 190333

HEIKKI OJA • AVARUUDEN TÄHTITARHA

H E I K K I O J A

Avaruuden tähtitarha

WSOY

A V A R U U D E N
T Ä H T I T A R H A

H E I K K I O J A

h
tähs' h

WERNER SÖDERSTRÖM OSAKEYHTIÖ
PORVOO -HELSINKI -JUVA

Teoksen teksti on lisensoitu avoimella CC BY 4.0 -lisenssillä. Piirrosten ja valokuvien lähteet on ilmoitettu kirjassa, ja niitä koskevat normaalit tekijänoikeussäännökset. Tämän teoksen on julkaissut Helsingin yliopiston kirjasto WSOY:n luvalla.

ISBN 978-951-51-5029-5 (pdf)
DOI: 10.31885/9789515150295

© Heikki Oja

Piirroksat Peik Bäckström

ISBN 951-0-19033-0

WSOY:n graafiset laitokset
Porvoo 1993

Sisällys

Lukijalle	7
1. Ilmakehän ilmiöt — kotipihan perhosia	11
2. Aurinkokuntamme — kotitähtitarha	25
3. Tähdet — villimpiä eläimiä	51
4. Tähtienvälinen avaruus — savannin hyönteisiä	83
5. Galaksit — savannin jättiläiset	101
6. Maailmankaikkeus — arvoitusten tähtitarha	127
Liite: Tähtitiede Suomessa	143
Hakemisto	144

Lukijalle

Tässä pikku kirjassa tarjotaan tietoa tähtitaivaasta kevyessä muodossa. Tähtitaivasta verrataan eläintarhaan, ja avaruuden tähtitarha käydään siinä mielessä läpi kotiportilta maailman alkuun ja loppuun asti.

Toivon, että tämä kirja voi kertoa jotakin niistä monista mielenkiintoisista, ihmeellisistä tai arvoituksellisista asioista, joita taivaalta on löytynyt.

Haluan kiittää kotiväkeä avusta tämän kirjan synnyssä. Saku ja Riku kirjoittivat osia kirjasta puhtaaksi, ja pienemät koettivat kaikin tavoin hidastaa kirjoitustyötä ja antoivat näin ajatuksille kypsyä aikaa.

Tiedonjulkistamisen neuvottelukunta myönsi ystävällisesti apurahan kirjoitustyöhön.

Helsingissä lokakuussa 1993

Heikki Oja

Avaruuden tähtitarhassamme on kuusi osastoa. Ensimmäisessä ovat kaikkein tutuimmat ilmiöt, ne joita jokainen on nähnyt ulkona liikkeessaan: ilmakehän valot ja värit. Toinenkin osasto on vielä tuttua seutua: siellä asustavat aurinkokuntamme planeetat ja pienkappaleet.

Kolmannessa osastossa ovat taivaan lukuisimmat asukkaat, tähdet. Sieltä löytyy jo viljejäkin petoja. Neljäs osasto on taas

rauhallinen. Siellä asuvat tähtienvälisen avaruuden pöly- ja kaasupilvet.

Viidennessä osastossa on suurempikokoisia otuksia. Siellä asuvat galaksit ja niiden villit serkut kvasaarit. Kuudes osasto on kaikkein avarin ja salaperäisin. Siellä katselemme koko maailmankaikkeutta ja sen arvoituksia.

Aloitetaan kiertoretki ja astutaan sisään avaruuden tähtitarhaan!

1. Ilmakehän ilmiöt - kotipihan perhoshia

Tähtitarhamme portin jälkeen näkyy ensimmäisenä edessä lasikattoinen talo. Siellä näyttää olevan kauniita hyönteisiä, osa tuttuja, osa tuntemattomampia.

Nämä hyönteiset ovat ilmakehän ilmiöitä. Ne ovat niin läheisiä ja kesyjä, että voimme pyydystää niitä haavilla ja tutkia hyvin tarkasti.

Ilmakehän ilmiöt eivät suoranaisesti ole tähtitaivaan asiaa. Osa niistä näkyy päivällä, osa taas yöllä. Niitä nähdäkseen täytyy kuitenkin nostaa katseensa taivaalle eli ulos astuessaan ensi työkseen keikauttaa pää takakenoon, kuten kunnan tähtiharrastajat automaattisesti tekevät.

Niinpä opettelemme täällä hyönteistalossa tätä tähtiharrastajan päännäliikettä. Ensimmäisissä häikeissä voimme vielä katsella melkein vaakasuoraan kohti taivaanrantaa, mutta seuraavissa leuka täytyy nostaa jo korkeammalle.

Sateenkaaret

Ilmakehässä valo taittuilee, taipuilee, heijastelee ja siroaa monin eri tavoin. Siksi ilma on täynnä erilaisia valo- ja väri-ilmiöitä, kun vain osaa oikealla tavalla niitä katsella.

Voimme sanoa näitä ilmiöitä perhosiksi. Ne liihottelevat hitaina valoina, muutamit hyvinkin värikkäinä, toiset valkean kalvakkaina.

Sateenkaari on perhosista värikkäin. Sateenkaari syntyy vesipisaroissa, joissa auringonvalo taittuu ja hajoaa spektriksi. Sateenkaari näkyy aina täsmälleen vastakkaisessa suunnassa kuin aurinko. Meidän edessämme kulkee harmaa sadeverho, ja sitten aurinko pääsee paistamaan takaamme pilvien raosta. Hetkessä kaunis perhonen levittää kirjavat siipensä.

Sateenkaaria näkyy toisinaan kaksi, joskus useampiakin, tosin hyvin heikkoina. Pääkaaren ja ensimmäisen sivukaaren värit ovat päinvastaisessa järjestyksessä, kuin peilikuvat. Kaarten välissä on muuta taivasta tummempi alue, niin sanottu Aleksanterin vyöhyke.

Ja sateenkaaren päästähän saattaa löytää ruukullisen kulta...

Viereisellä sivulla: Tavallisimpia halomuotoja ovat ns. kahdenkymmenen kahden asteen kehä, joka näkyy pyöreänä auringon ympärillä, ja värikkäät »si vuauringot», jotka näkyvät tällä kehällä auringon sivuilla. (Kuva: Pekka Parviainen)

Halot

Halot eivät ole kovin tunnettuja perhosia. Ne ovat niin haalean värisiä ja usein katoavat niin nopeasti, että tavalliset mattimeikäläiset harvoin näkevät niitä. Mutta kun oikein osaa katsoa, voi auringon ympärillä nähdä valkeita kaaria, värillisiä sivuaurinkoja, pystyjä välopilareja, joskus koko taivaan ympäri kiertäviä hentoja kehä.

Halot syntyvät ilmakehässä leijuissa jääkiteissä, joista auringon valo heijastelee. Kiteet ovat säännöllisen muotoisia, esimerkiksi litteitä kuusikulmioita, ja siksi valo voimakaimmin heijastuu tiettyihin suuntiin.

Niinpä valkeat perhosemme lepatelevat milloin tuolla, milloin täällä. Pimeän tullen päiväperhosten tilalle astuvat vielä hennommat yöperhoset, jotka tanssivat haloina kuun ympärillä.

Suomalaiset tähtiharrastajat ovat viime vuosina kunnostautuneet halojahdissa. He ovat löytäneet muutamia harvinaisia halomuotoja, joista ei maailmalla ole aikaisemmin ollut kunnan havaintoja.

*Revontulet liihottelevat hiljaisina perhosina pohjoisen taivaalla.
(Kuva: Heikki Ketola)*

Revontulet

Kolmas perhoslajimme näkyy vain yötaivaalla. Kyllähän sa moja perhosia liihottelee yläilmoissa myös päiväsaikaan, mutta niiden värit ovat niin heikot, että ne eivät päivällä näy. Vain tutkalla voidaan silloin havaita korkeuksissa kieppuvat perhosparvet.

Yöllä taivas tummenee. Kun katsoo selkeänä, pimeänä iltana kohti pohjoista taivaanranta, voi huomata vihertävää valoa, joka muuttelee muotoaan ja saattaa levitä yli taivaan. Joskus valo yltyy värikkäämmäksi, siihen tulee esimerkiksi punertavia sävyjä, ja joskus tasainen valo hajoaa tanssiviksi verhoiksi tai kaariksi.

Nämä öiset perhoset ovat revontulia. Ne liihottelevat paljon korkeammalla kuin muut perhoset. Sateenkaaret ja halot ovat ilmakehän alimpien kilometrien ilmiöitä, kun taas revontulten esiintymiskorkeus on sadan kilometrin paikkeilla.

Revontulet syntyvät auringon hiukkasista, aurinkotuulesta. Hiukkaset joutuvat ensin maapallon magneettikentän vangiksi niin sanottuihin säteilyvyöhykkeisiin, mistä ne sitten syöksyvät ilmakehän yläkerrokseen. Vaikka ilma on sadan kilometrin korkeudessa hyvin harvaa, ilman molekyylit alkavat hiukkasten törmätessä hehkua näkyvää valoa, ja tämän valon me näemme revontulina.

Valaisevat yöpilvet

Revontulet näkyvät parhaiten talvisaikaan, kun taivas on to della pimeä. Kesäaikaan näkyy toisenlaisia perhosia, revoltul ten serkkuja, jotka myös liihottelevat hyvin korkealla.

Nämä revoltul ten serkut ovat »valaisevia yöpilviä». Ni mensä mukaisesti ne näkyvät öisin ja värjyvät heikkoina, laajoina valoina taivaanrannan yläpuolella.

Valaisevat yöpilvet leijuvat noin 80 kilometrin korkeu della maanpinnasta eli paljon korkeammalla kuin tavalliset pilvet. Yöpilvet ovat niin ohutta ainetta, että niitä ei päiväs aikaan näy lainkaan. Mutta iltamyöhällä, kun taivas alkaa olla pimeä, ne ilmestyvät liihottelemaan taivaalle suomalais ten iloksi. Niiden ilmestyminen johtuu siitä, että aurinko vielä paistaa tuonne korkeuksiin ja valaisee yöpilvien hen not muodot.

Valaisevia yöpilviä nähdään parhaiten maapallolla juuri Suomen leveysasteilla. Parasta havaintoaikaa on kesäkuun alusta elokuun loppuun.

Valaisevia yöpilviä voi nähdä kesäisin auringonlaskun jäl keen. (Kuva: Pekka Parviainen)

Tähdenlennot ja tulipallot

Sateenkaaret tai revontulet ovat hitaasti liihottelevia perho sia, mutta viereisessä häkissä on paljon vikkelämpiä otuksia, tulikärpäsiä, jotka nopeasti vilahtavat näkyviin ja yhtä nope asti katoavat.

Useimmat tulikärpäsiämmä ovat hyvin heikkovaloisia, ja niitä tuskin näkee. Mutta on joukossa kookkaampiakin yksilöitä, joiden ilmestyminen saa katsojan jo huoahamaan. Ja joskus ilmestyy todella isoja kirkas vilahtaja, oikea tuli kärpästen isoisä, jonka rinnalla muut kalpenevat.

Tulikärpäset ovat tähdenlentoja, joita vähän virallisem min sanotaan meteoreiksi. Ne syntyvät avaruudessa kiitävis tä hiekansiruista tai pölyhiukkasista, jotka törmäävät maa pallon ilmakehään. Koska törmäysnopeus on valtavan suuri, tavallisesti parikymmentä kilometriä sekunnissa, palaa ava-

Tähtenlennot vilahtavat taivaalla nopeina juovina. Kirkkaimpia tähden lentoja sanotaan tulipalloiksi. (Kuva: Pekka Parviainen)

ruuden hiukkanen hetkessä tuhkaksi.

Palaminen tapahtuu lähes sadan kilometrin korkeudella, ja maan päällä palaminen näkyy lyhyenä kirkkaana juovana.

Joskus avaruudesta tulee isompia kappaleita, esimerkiksi sormenpään kokoisia kivenpalasia. Ne aiheuttavat tähden lennon, joka on kirkkaintakin planeettaa voimakkaampi.

Tällaisia tähdenlentoja sanotaan tulipalloiksi eli bolideiksi.

Hiekansirut ovat peräisin hajonneista pyrstötähdistä eli komeetoista. Joskus hiekka on vielä keskittyneenä komeetan radalle, ja kun maapallo kulkee komeetan radan läheltä, näkyy täällä oikea tähtisade, meteoriparvi. Ehkä voimakkain tähdenlento-parvi vuodessa sattuu elokuun 12. päivän paikkeille, jolloin yöllä voi nähdä tähdenlennon joka minuutti.

Tekokuut

Kun katsomme vielä revontuliakin korkeammalle, näemme tähtitarhamme seuraavat asukkaat. Häkin kyljessä lukee »Tekokuut».

Tekokuut eli satelliitit ovat tähtitarhan mehiläisiä, jotka kulkevat määrätietoisesti reitillään yhä uudelleen ja uudelleen, väsymättä, ja keräävät ahkerasti satoa. Maanpäälliset mehiläiset keräävät mettä, nämä taivaalliset mehiläiset keräävät tietoja.

Tekokuut ovat ihmisten rakentamia koneita, jotka vievät avaruusraketeilla maapalloa kiertämään. Tavalliset tekokuut ovat kooltaan henkilöauton suuruisia.

Tekokuuta on lähetetty moninaisia tehtäviä varten. Kaikille on yhteistä, että ne puuhaavat lakkaamatta tiedonkeruussa. Ne kokoavat tietoa maapallosta, säästä, luonnonvaroista, tähtitaivaasta, vihollisen tukikohdista tai radioliikenteestä.

Tekokuuta näkee kaikkina selkeinä iltoina kohta pimeän tulon jälkeen. Ne kulkevat hitaina, äänettöminä valopisteinä taivaan poikki. Toiset loistavat tasaista valoa, toiset vilkkuvat mennessään.

Tekokuiden valo on auringon heijastusta. Vaikka maan päällä aurinko on jo tunti pari aikaisemmin laskenut, se paistaa vielä parisataa kilometriä korkeammalle tekokuiden kylkiin ja heijastuu siitä alas. Kun yö etenee pitemmälle, tekokuutkin joutuvat maapallon varjoon ja sammuvat.

Vastaavasti ennen aamunkoittoa on lyhyt hetki, jolloin taivaalliset mehiläisemme näkyvät kiireisillä radoillaan. Muun aikaa ne kulkevat yön pimeydessä tai sitten valoisalla päivätaivaalla, jolloin niitä on vaikea erottaa.

Raketit

Hyönteistalomme takanurkassa on pari oudompaa häkkiä. Ensimmäinen niistä on yleensä tyhjän- ja autionoloinen. Mutta joskus harvoin sen asukas näyttäytyy parin minuutin ajan kaikessa loistossaan ja taas katoaa.

Täällä asuu mehiläiskuningatar, monien tekokuuniehiläisten äiti. Se näyttäytyy vain silloin, kun se saattelee uuden mehiläisen reitilleen tärkeään tehtäväänsä.

Tämä kuningatar on avaruusraketti, kirkkontornin kokoinen laite, joka vahvoilla moottoreillaan nostaa kuormia avaruuteen.

Avaruusrakettien lähetyspaikkoja on maapallolla kymmenkunta.

Tekokuut vilistävät korkealla taivaan poikki ja usein vilkuttavat mennessään. Aikavalotuksella otetussa valokuvassa näkyy teko kuun kulku koko taivaan yli. (Kuva: Pekka Parviainen)

Itäisen avaruusraketin lähtö näkyy Suomesta ko meana soihtuna. Raketteja on usein epäilty ufoiksi, ennen kuin nille on keksitty todellinen selitys. Sana ufo tulee englannin kielen sanoista unidentified flying object, tunnistamaton lentävä esine. (Kuva: Antti Pohjalainen)

Niistä vilkkain, Neuvostoliiton Plesetsk, sijaitsee vain viitisensataa kilometriä maamme rajalta itään päin, Arkangelin eteläpuolella.

Kun Plesetskistä lähetetään avaruusraketti, se näkyy Suomesta melkein kuun veroisena valosoihtuna itäisellä tai koillisella taivaalla. Soihtu nousee hitaasti ylöspäin raketin kohotessa, mutta alkaa sitten laskea, kun raketti kaikkoo Jäämeren ylle ja katoaa lopulta taivaanrannan taakse.

Plesetskistä alettiin ampua raketteja 1960-luvun puolivälissä. Ne aiheuttivat täällä useita kohu-uutisia, ennen kuin niiden luonne selvisi. Mutta nykyäänkin kirkkaan, hitaasti liikkuvan tulisoihdun äänetön kulku Suomen taivaalla on hyvin vaikuttava ja aavemainen näky.

Ufot

Viimeinen häkki on kaikista oudoin. Sen kyljessä lukee »Ufot». Täällä katsojat pysähtyvät välillä pitkäksikin aikaa ja koettavat kurkistella häkin tankojen välistä, näkyykö siellä yhtään asukasta.

Välillä katsojat kohahtavat, kun häkin nurkassa vilahtaa jokin olento. Mutta useimmiten osoittautuu, että se onkin naapurillakin asukas, joka on eksynyt väärälle tontille. Kyseessä on milloin mehiläiskuningatar, milloin iso tulikärpänen, milloin jokin muu tähtitaivaan otus.

Huhu kertoo, että tämän häkin aitoja asukkaitakin on nähty. Huhujen mukaan niitä on jopa leikeltä ja tutkittu salaisissa sotilaallisissa laitoksissa.

Huhujen perusteella on kirjoitettu kokonaisia kirjoja, joissa häkin asukkaista on kerrottu mitä järkyttävimpiä juttuja. Yleensä kirjoittaja ei paljonkaan perusta todisteiden tarjoamisesta. Ufoja koskeva kirjallisuus kyllä käy kaupaksi.

Tutkijat uskovat, että tässä häkissä ei ole asukkaita lainkaan. Ilmakehän vieraat ilmiöt saavat kyllä selityksen, kun niitä tarpeeksi tutkitaan. Huhut ovat pelkkiä huhuja vailla mitään perää.

Silti ufohäkin ympärillä seisoo jatkuvasti hiljaista väkeä tuijottamassa tarkkaavaisesti häkin autiutta. Ehkä sittenkin...

2. Aurinkokuntamme - kotitähtitarha

Hyönteistalomme jälkeen alkaa varsinaisen tähtitarhan alue. Emme vieläkään mene julmimpien petojen luokse, vaan reittimme kulkee aluksi kotitähtitarhan läpi. Täällä ovat häkeissä oman kotipihamme, aurinkokunnan, erilaiset olennot.

Näille kesyille eläimille ei oikeastaan tarvita edes kunnon häkkejä — jonkinlaiset aitaukset riittävät. Kotoisia eläimiä voimme katsella hyvin läheltä, voimme kierrellä niitä, rap sutella niitä ja voimme ottaa niistä tarkkoja valokuvia.

Useimmat kotitähtitarhan asukkaat tunnemme oikein hyvin. Vain viimeisissä häkeissä on vähän oudompia eläimiä.

Ensimmäisissä häkeissä näyttää asustavan erilaisia kissoja, jotka edustavat pieniä Maan kaltaisia planeettoja. Seuraavissa on isoja sikoja, Jupiterin kaltaisia jättiläisplaneettoja.

Maan kaltaiset planeetat

Auringon lähellä kiertää neljä pientä planeettaa, Merkurius, Venus, Maa ja Mars.

Maapallo ja sen lähinaapurit ovat kaikki pieniä kivipalloja. Niillä on selvä kiinteä pinta, ja niiden ytimessä on suuri rautasydän.

Maan kaltaisilla planeetoilla on ohut ilmakehä, eikä sisimmällä Merkuriuksella ole ilmakehää lainkaan. Niillä on myös vähän kuita: Merkuriuksella ja Venuksella ei yhtään, Maalla yksi ja Marsilla kaksi.

Jupiter ja muut jättiläisplaneetat Saturnus, Uranus ja Neptunus ovat aivan toisenlaisia. Ne ovat kooltaan kymmeniä kertoja maapalloa suurempia. Ne koostuvat pääasiassa kaasusta ja nesteestä, ja niillä on kiveä vain pienessä sydämessä. Kaikilla Jupiterin kaltaisilla planeetoilla on runsaasti kuita, jopa parikymmentä, ja kaikilla on myös koristeena renkaat.

Katsotaanpa näitä kotieläimiämme nyt lähempää yhtä kerrallaan.

Aurinkokunnan planeettojen koot.
(Pohjana on käytetty Keijo Ilmasen piirrosta.)

Planeettojen etäisyydet Auringosta. Yksikkönä on Maan etäisyys.

Merkurius

Sisin planeetta Merkurius on aurinkokuntamme kotitähtitarhan kissoista pienin. Se on kissoista vikkelin, mutta se viihdyttää myös uuninpankolla kaikkein kuumimmassa paikassa.

Merkurius on hyvin karvaton kissa. Sillä ei ole lämmintä (urkkia, ilmakehää, kuten toisilla tähtitarhamme kotieläimillä).

Mutta eipä tuossa Auringon lähellä turkkia tarvitsekaan. Aurinko paahtaa planeetan kyljen monen sadan asteen lämpöiseksi. Kun kuumuus nousee liian suureksi, kissamme kääntää hiljakseen toisen kylkensä Aurinkoa kohti ja jäädyttää toista.

Merkurius vaeltaa Auringon ympäri kerran kolmessa kuukaudessa ja vääntäytyy toiselle kyljelleen ja takaisin keruin kahdessa kuukaudessa.

Merkuriuksen voisi ensi näkemältä helposti sekoittaa kotoiseen kissanpentuumme Kuuhun. Molempien pinta on samanlaisten pyöreiden arprien peittämä. Merkurius on kuitenkin kooltaan vähän isompi kuin Kuu.

Suurin ero Kuun ja Merkuriuksen välillä on sisärakenteessa. Kuu on kauttaaltaan keveää ainetta, kun taas Merkurius on suurimmaksi osaksi hyvin raskasta ja tiivistä, ilmeisesti rautaa ja nikkeliä.

Merkuriuksen pinta on kraatterien peittämä. Kraatterit ovat syntyneet meteoriittien iskuissa.
(Kuva: Nasa)

Venus on ulkoapäin katsottuna tasaisten pilvien peitossa. Avaruusluotaimet ovat laskeutuneet Venuksen pinnalle ja kuvanneet pinnalla olevia kiviä. (Kuvat: Nasa ja Neuvostoliiton tiedeakatemia)

Venus

Venus on aurinkokunnan pitkäkarvaisin angorakissa. Kaukoputkella katsoen se näyttää pehmeältä, valkealta karvapallolta. Se on kooltaan yhtä suuri kuin kotikollimme maapallo, mutta sillä on suojanaan paksuakin paksumpi turkki, tiheä ilmakehä.

Kun Venus vielä kiertää Aurinkoa lähempänä kuin Maa, ei ihme että kissalla on hiki. Venuksen pinnalla vallitsee lähes viidensadan celsiusasteen helle.

Kova kuumuus panee Venuksen läähättämään. Sen pinnalla sattuu luultavasti koko ajan tulivuorenpurkauksia, joissa paksuun ilmakehään nousee lisää myrkyllisiä kaasuja. Lähes koko planeetta on vanhojen laavakenttien peitossa.

Venus on vielä laiskempi kääntyilemään kuin Merkurius. Se jaksaa pyörähtää ympäri vain kerran kahdeksassa kuu kaudessa. Mutta edes pimeän puolella ei pinta pääse yhtään jäähtymään, kun paksu turkki pidättää niin tehokkaasti lämmön sisällään.

Maa

Maa on kotitähdistarhan kissoista kaikkein suurin, oikea pulsa kolli. Mutta samalla se on fiksuin, koska se on osannut säätää lämpötilansa juuri sopivaksi.

Maa pyörähtää ympäri kerran vuorokaudessa, niin ettei auringonpuoleinen kylki ehdi kuumeta liikaa eikä yönpuoleinen jäähtyä liikaa. Turkkinsa maapallo on jättänyt sopivan ohueksi, ja pinnalla vallitsee juuri mukava lämpötila.

Niinpä maapallon pinnalle onkin syntynyt monenlaista pieneläjää, erilaista virusta, bakteeria ja loista. Viime aikoina yksi loiseläjä, ihminen, on lisääntynyt räjähdysmäisellä vauhdilla. Se on ruvennut oikein mellastamaan ja likaa jo maapallon turkkia saasteillaan ja päästöillään.

Saa nähdä kauanko Maa-kolli jaksaa moista eläjää pinnallaan sietää.

Maapallo nähtynä avaruudesta. (Kuva: Nasa)

Mars

Mars on kotitähdistarhan neljästä kissasta kauimmaisoin. Se on aurinkokunnan villikissa. Sillä on niin ohut turkki, että se saa jatkuvasti palella pakkasen kourissa.

Vaikka Mars yrittää lämmittää kylkiään pyörähtelemällä yhtä nopeasti kuin Maa, ei Auringon lämpö riitä. Päivän puolella lämpötila saattaa hetkeksi nousta nollan yläpuolelle, mutta yön puolella on jo sadan asteen pakkasen.

Niinpä Mars on suurimmaksi osaksi jäinen planeetta. Entiset meret ja virrat ovat jäätyneet pinnan alle pysyväksi ikiroudaksi, ja navoilla on paksut jäätiköt.

Syntymänsä jälkeen Marskin alkoi läähättää voimakkaita tulivuorenpurkauksia kuten Venus ja Maa jaksavat yhä, mutta viimeiset miljardi vuotta planeetta on ollut aivan hiljaa. Muistona lämpimästä ja elävästä menneisyydestä Marsissa kohoavat aurinkokunnan suurimpien tulivuorten laakeat keilat.

Marsin pinta on samanlaista kivikkoa kuin Venuksenkin. (Kuva: Nasa)

Jättiläisplaneetat

Kissahäkkien jälkeen on iso aitaus, jossa mellastaa suuri kanilauma, pikkuplaneetat. Palaamme tämän häkin ääreen, kunhan ensin käymme aurinkokuntamme ulko-osissa katsastamassa muut isot planeetat.

Jos neljä ensimmäistä planeettaa olivat solakoita kissoja, ovat neljä seuraavaa pulleita sikoja. Ne ovat laiskanpulskeita otuksia, jotka hiljakseen laahustavat eteenpäin kiertoradallaan Auringon ympäri.

Nämä siat eivät ole ollenkaan niin kiinteälihaisia kuin aurinkokunnan sisemmät kissaplaneetat. Sioilla on enimäkseen hyvin paksu turkki, ilmakehä, ja tämän turkin alla on reilusti läskiä. Pääosa planeetoista on hyllyvää vetymerettä, ja vasta aivan planeettojen ytimistä löytyy kiinteää lihaa, siis kiveä ja rautaa.

Suurin planeetta Jupiter aurinkokuntamme lähikuvassa. Pinnan edessä näkyy yksi Jupiterin suurista kuista, ja toinen on kuvan oikeassa laidassa. (Kuva: Nasa)

Jupiter

Jupiter on aurinkokuntamme kotitähtitarhan jättiläisemakko. Se painaa enemmän kuin kotitähtitarhan kaikki muut asukit yhteensä, yli kolmesataa kertaa niin paljon kuin kotikollimme maapallo.

Jupiterin turkissa on komeita raitoja, melkein yhtä selviä kuin seeproilla ja paljon värikkäämpiä. Raidoissa ja vöissä hehkuu keltaisen, ruskean ja punaisen eri sävyjä. Ne ovat luultavasti peräisin erilaisista rikkiyhdisteistä planeetan pinnassa.

Komein muodostuma vähän matkaa Jupiterin paksun

Jupiterin komein muodostuma on suuri punainen pilkku. (Kuva: Nasa)

vyötärön alapuolella on suuri punainen pilkku, joka on jo ainakin kolmensadan vuoden ajan koristanut emakkomme lantioita. Se on jättiläiskokoinen pyörremyrsky planeetan paksussa ilmakehässä.

Saturnus

Seuraava planeetta on vähän Jupiteria pienempi, mutta silti komea emakko: Saturnus. Saturnusta sanotaan usein aurin kokunnan kaunottareksi sen uumia kiertävän leveän renkaan ansiosta.

Renkaat ovat kuitenkin ainoa Saturnuksen kaunistus. Itse emakon ruho on samanlainen kuin Jupiterilla, itse asiassa vielä hyllyvämpi. Harvemman turkin ja paksujen läskien ansiosta Saturnuksen keskitiheys on veden tiheyttä pienempi, eli planeetta kelluisi kevyesti veden pinnalla.

Saturnuksen turkin väriraidat ovat selvästi hailakammat kuin Jupiterilla.

Saturnuksella on komeat renkaat. (Kuva: Nasa)

Uranus ja Neptunus

Saturnuksen jälkeen seuraavissa karsinoissa on kaksi hoi-kempaa emakkoa, Uranus ja Neptunus. Ne ovat suunnilleen yhtä suuret ja muistuttavat muutenkin paljon toisiaan.

Molempien väri on hieman toisenlainen kuin isommilla emakoilla. Uranus ja Neptunus ovat selvästi vihertäviä tai sinertäviä. Planeetat joutuvat hytisemään kylmästä täällä au-ringokunnan ulko-osissa, missä valon ja lämmön lähde Au rinto näkyy vain pienenä pallona.

Planeettojen näkyvällä pinnalla vallitsee lähes kahdensa-dan asteen pakkanen, ja tavallisten ilmakehäkaasujen (ve-dyn ja heliumin) lisäksi ilmakehässä on esimerkiksi vihertä-vää metaanikaasua.

*Neptunuksen
pinnan yllä
näkyy
vaaleita
pilviä.
(Kuva:
Nasa)*

Pluto

Kun pysähdymme lasten kanssa viimeisen planeettahäkin eteen, he odottavat näkevänsä iloisen luppakorvaisen koi ran. Mutta sellaista ei täällä näy. Häkin takaosassa, hyvin hämärässä loukossa, liikkuu kyllä jokin. Mutta on vaikea sanoa, onko se kala vai lintu.

Pluto on ainoa planeetta, jota ei ole tutkittu avaruusluotai-milla. Siksi tiedot siitä ovat paljon hatarampia kuin muista planeetoista.

Kun oikein tarkkaan katsoo häkin perälle, näkee, että siel-lä onkin kaksi pientä eläintä iloisessa tanssissa. Toinen on itse Pluto, toinen Pluton poikanen Kharon, joka löydettiin vasta 1970-luvun lopulla.

Pluton ja sen kuun tanssi toistensa ympäri on viime vuo-sina paljastanut otusten mitat. Pluto on paljon pienempi kuin mikään muu planeetta. Tuolla aurinkokunnan ulko-osien hyytävässä kylmyydessä se ei ilmeisesti ole löytänyt tar-peeksi ravintoa, jotta se olisi kasvanut normaalikokoiseksi.

Kharon on taas suhteellisesti suurempi kuin yksikään toi-nen kuu. Kharon on läpimitaltaan puolet emoplaneetastaan.

*Pluto näkyy Maan
päältä pelkkänä pistee
nä. Avaruusteleskoopin
kuvassa Pluton vierellä
on sen kuu Kharon.
(Kuva: Nasa)*

Kuut

Vaikka Pluton kuu Kharon onkin oikea superpossu, se ei silti ole aurinkokunnan suurin kuu, ei sinnepäinkään. Naapurihäikeissä on ainakin tusinan verran suurempia possuja.

Emakkojen kyljessä käy melkoinen vilske. Jupiterilla on kuusitoista kuuta, Saturnuksella kahdeksantoista, Uranuksella viisitoista ja Neptunuksellakin kahdeksan. Pesueista löytyy isoa ja pientä porsasta. Suurin osa on kaljuja, mutta muutamilla on vähän karvanhaivenia. Vain yhdellä possulla, Saturnuksen Titan-porsaalla, on niin paksu turkki, että ihoa ei pilkota yhtään sen läpi.

Lähes kaikki porsaatsat ovat arpinaamaisia. Meteoriittipommitus on ruhjonut vuosimiljoonien kuluessa kuiden pinnat kraatterien peittämiksi.

*Oikealla
Marsin
pieni kuu
Phobos
ja va-
semmal-
la Jupi-
terin
suuri
kuu Kal-
lista.
(Kuvat:
Nasa)*

Pikkuplaneetat

Seuraavassa aitauksessa käy vielä kovempi kuhina kuin si-
kojen karsinoissa. Aidassa lukee »Pikkuplaneetat» ja sen
alla hienompi tieteellinen nimi »Asteroidit».

Täällä asustaa aurinkokunnan kanilauma. Se laukkaa se-
kasortoisena joukkiona ympäri ja ympäri: pieniä kaneja ja
suuria kaneja, mustia ja punaisia, jänteviä ja veltompia.

Tarina kertoo, että aurinkokunnan syntyaikoina kanit oli-
vat isompia ja niitä oli selvästi vähemmän, ehkä vain joita
kin kymmeniä tai satoja. Mutta tietäähän sen, mitä tapahtuu,
kun kanit päästetään valloilleen: ne lisääntyvät.

Missä vain kaksi kania kohtasi toisensa, syntyi heti koko-
nainen lauma pikkukaneja. Asteroidikanien lisääntyminen
tosin on alkeellisempaa kuin maanpäällisten. Pikkuplaneetat
yksinkertaisesti murentuvat törmäyksissä pienemmiksi pala-
siksi.

Jo yli viisituhatta kania on numeroitu. Useimmilla on
myös oma nimi. Nimiluettelosta löytyy mm. Liriope, Tisi-
phone, Perseverantia, Hippo, Pippa, Lyyli ja Toatenmon-
gakkai.

(Asteroidien nimistä voi muuten koota sieviä pikku kerto-
muksia. Tässä esimerkiksi kanimainen juttu: Kani Cosima
Soma Donna. Cosicosi. Plaut, Manas Kani, Ankara Tana.
Donna Salli, Kani Pan. Ops, Tulipa Naima Paradise.)

*Viereisellä sivulla pikkupla-
neetta Gaspri avaruusluotai-
men kuvaamana. (Kuva: Na-
sa)*

Planeetta X

Aurinkokunnan uloimpia planeettoja ovat Neptunus ja Plu-
to. Mutta ovatko ne varmasti kaikkein uloimmat? Eikö kau-
empana avaruudessa voisi olla vielä yksi tai useampia pla-
neettoja, jotka kuuluvat tähän samaan piiriin?

Täällä kotitähtitarhassa on häkki valmiina vielä ulommil-
le kiertolaisille. Häkin kyljessä lukee toistaiseksi »Planeetta
X». Häkki näyttää aivan tyhjältä.

Ulompaa planeettaa on kyllä ahkerasti etsitty sen jälkeen,
kun Pluto löytyi vuonna 1930. Taivasta on valokuvattu kau-
koputkien läpi ja haravoitu lämpökameralla, mutta tulokset-
ta.

Teoreettisten laskujen mukaan aurinkokunnan ulko-osis-
sa voisi hyvinkin olla lisää planeettoja. Joko isoja sikoja,
kuten Neptunus, tai hytiseviä pikku possuja, kuten Pluto.
Mutta havaintoja ei ole saatu.

Ehkä tämä häkki pysyy tyhjänä vielä jonkin aikaa.

Komeetat

Aivan kuin Helsingissä Korkeasaaren eläintarhassa on täällä avaruuden tähtitarhassakin oma vapaana kuljeskeleva eläinlajinsa. Se vaellee rauhallisesti aitausten välissä, käy sisimpien planeettojen luona ja sitten ulompien planeettojen. Ja leväyttää välillä komean pyrstönsä kaikkien ihailtavaksi.

Korkeasaassa eläimen nimi on riikinkukko, aurinkokunnassa taas pyrstötähti eli komeetta.

Nämä avaruuden riikinkukot ovat sikäli kitsaita, että aurinkokunnan ulko-osissa ne eivät avaa pyrstöään ollenkaan. Vasta sisimpien planeettojen luona, missä Aurinko lämmitää niiden höyheniä, pyrstö vähitellen levittäytyy täyteen mittaansa. Ja silloin se voi olla todella komea, jopa miljoonien kilometrien pituinen.

Komeetan ytimet ovat hyvin pieniä kappaleita, vain muutamien kymmenen kilometrin läpimittaisia. Niiden pitkä pyrstö on tavattoman ohutta pölyä ja kaasua, joka heijastelee Auringon valoa.

Westin komeetta nähtiin vuonna 1976. Auringon lämpö on sulattanut komeetan ytimestä kaasua ja pölyä, jotka ajautuvat komeaksi pyrstöksi. (Kuva: Liekin observatorio)

Renkaat

Aurinkokunnan jättiläisplaneetoilla, noilla pulskilla emakoilla, on muitakin koristeita kuin komea porsaslauma ympärillään. Jokaisen sian uumilla on yksi tai useampi rengas, kuin korea lannevanne.

Suurin emakko, Jupiter, on niin kömpelö, että se ei osaa pyöritellä kuin yhtä rengasta. Mutta Saturnuksella on tuhan sia kapeita renkaita, Uranuksella kymmenkunta ja Neptunuksellakin pari kolme. Niitä siat painovoimansa avulla lonksuttavat läskisillä lanteillaan aina vain ympäri.

Kiinteästä aineesta koostuva rengas ei tällaista rynkytystä kestäisi. Planeettojen renkaat koostuvatkin pienemmistä kappaleista, lumi- ja jääpaloista, jotka painovoima pitää yhdessä.

Neptunukselta on löydetty pari selvää rengasta. (Kuva: Nasa)

Meteoroidit

Kanien häkin pohjalla ajelehtii kaikenlaisia kanien jätöksiä. Siellä on ulosteita, ruoantähteitä ja karvatupsuja.

Asteroidivyöhykkeen pienkappaleita sanotaan meteoroidiksi. Kaikkein pienimmät roskat, kaninkarvat tai riikinkukkojen sulankappaleet, ovat nimeltään mikrometeoroidoja.

Meteoroidit kiertävät Aurinkoa omia ratojaan kuten kaikki muutkin aurinkokunnan kappaleet. Kun rata sattuu leikkaamaan maapallon radan, tapahtuu törmäys. Meteoroidi osuu ilmakehään parinkymmenen kilometrin sekuntinopeudella.

Avaruudesta tullut kivi, mereoriitti. (Kuva kirjasta Tulipalloja taivaalla)

Nämä meteoroidit ja mikrometeoroidit nähdään Maan päältä juuri niinä tulikärpäsinä, joista jo aikaisemmin oli puhetta: tähdenlentoina eli meteoreina.

Ja kaikkein kovimmat jätökset voivat selvitä ilmakehän läpi pinnalle asti, jolloin puhutaan meteoriitista. Näin voi yhdellä ainoalla kaninpapanalla olla kolme komeaa nimeä: meteoroidi, meteori ja meteoriitti. Saa siitä kani olla ylpeä!

Aurinkotuuli

Aurinko haisee. Se lähettää jatkuvana virtana ulospäin hiukkasia, joiden vuota sanotaan aurinkotuuleksi.

Tuuli puhaltaa Merkuriuksen ohi voimakkaana vihurina, mutta on maapallon kohdalla jo vähän heikentynyt. Tuuli leviää aurinkokunnan ulko-osiin ja jossain kaukana planeettojen ulkopuolella sekoittuu vihdoinkin tähtienvälisen avaruuden puhureihin.

Aurinkotuuli täyttää aurinkokunnan tasaisena hajuna. Joskus tulee voimakkampi leyhähdys, kun aurinko sattuu röyhtäisemään. Hiukkasten määrä kasvaa niin voimakkaasti, että maapallokissankin nenä uhkaa tukkeutua ja turkki rupeaa säkenöimään värikkäitä revontulia.

Aurinkotuulen voimakkuus noudattaa itsensä Auringon yksitoistavuotista vilkkausjaksoa. Aurinko on nyt 1990-luvun alussa rauhoittumaan päin ja sen hajukin on vaimene massa.

Auringosta virtaa ulospäin hiukkasvirta, joka Auringon lähellä näkyy hohtavana kehänä. Kuva on otettu Suomessa täydellisen auringonpimennyksen aikaan heinäkuussa 1990. (Kuva: Matti Martikainen)

3. Tähdet - villimpiä eläimiä

Kotitähtitarhasta astumme villimpään maailmaan. Täällä välimatkat ovat pitempiä, maisemat karumpia, häkit isompia ja otukset niissä paljon julmempia.

Kotitähtitarhassa eläimet ovat aika laiskoja ja saamattomia. Niissä ei ole itsessään paljonkaan energiaa, vaan ne elävät siitä lämmöstä ja ravinnosta, jota niiden eteen tuodaan.

Villitähtitarhan asukkaat ovat toista maata. Niiden sydämessä palaa hurja tuli, luonnon oma ydinvoimala, joka tekee ne aktiivisiksi ja vaarallisiksi. Nämä eläimet täytyy katsojan kiertää kaukaa, jotteivät ne onnistu kynsäisemään.

Aluksi kiertelemme laajassa karhulinnassa ja sitten astumme pelokkain askelin kissalaaksoon, jossa asustavat kaikkein väkivaitaisimmat pedot. Niiden kuninkaina ovat painajaismaiset musta ja valkoinen pantteri.

Aurinko

Karhulinnamme ensimmäinen häkki on aika pieni, ja pääsemme tutkimaan sen asukasta hyvin läheltä. Täällä elelee kotoinen mesikämmen, oma Aurinkomme.

Aurinko on muihin karhuihin verraten ihan reilunkokoinen yksilö. Tavalliset tähdet ovat aika paljon pienempiä.

Auringon sydämessä paahtaa superydinvoimalla, joka muuttaa joka sekunti neljä miljoonaa tonnia ainetta puhtaaksi energiaksi. Energia vaeltaa tähtemme sisuksesta vähitellen pintaa kohti ja lähtee sitten valona ja lämpönä avaruuteen.

Auringolla on paksu kaasukehä, joka kiehuu kuin jättiläismäinen puuropata. Auringon pinnalla näkyy paikoitellen tummempia pilkkuja. Niissä kohdissa magneettikenttä on jähmettänyt kaasun paikoilleen. Kun kaasu ei pääse kiehuun, se jäähtyy, ja kylmentynyt alue näkyy muuta pintaa tummempana.

Kotikarhumme on mitaillut häkkiään jo viisi miljardia vuotta ja jatkaa vaellustaan vielä toisen mokoman. Sitten sille koittaa vanhuus: Aurinko laajenee punaiseksi jättiläistähdiksi ja kutistuu lopulta niin sanotuksi valkoiseksi kääpiöksi.

Auringon pintaa Pekka Parviaisen kuvaamana. Tummat läikät ovat auringonpilkkuja.

Näkymätön seuralainen

Jälleen tulee vastaamme tyhjältä näyttävä häkki. Sen kyljessä on teksti »Auringon näkymätön seuralainen» ja alla pienemmällä »Nemesis».

On mahdollista, että Aurinkomme ei olekaan yksinäinen karhu. Auringolla voi olla seuranaan toinen pienempi kesykarhu. Tämä kumppani on vain niin kaino, että se tallustelee kaukana kotipihasta, ja siksi se on onnistunut pysymään piilossa.

Sen ainoina läheisinä seuralaisina kylmässä avaruudessa on lauma komeettoja, jotka käyvät kääntymässä täällä kaukana planeettojen ratojen takana.

Auringon mahdollinen seuralainen on jo saanut nimen Nemesis, kohtalontähti, koska on arveltu että se aika ajoin

hätyyttää kokonaisia komeettalaumoja pakoon aurinkokunnan sisäosiin. Tällöin maapalloonkin voi osua useita komeettoja, jotka tekevät pahaa jälkeä. Ne voivat aiheuttaa elinolojen äkillisiä muutoksia ja joidenkin eläinlajien joukkokuoleman.

Kaikki eivät usko Nemesiksen olemassaoloon. Jos se joskus löydetään, se voi osoittautua niin pieneksi ja heikoksi, että se ei pysty vaikuttamaan maapallon elämään.

Tavalliset tähdet

Seuraava häkki on huomattavasti edellisiä suurempi. Häkissä on karhu poikineen. On isoa karhua ja pientä karhua, tummaa karhua ja vaaleaa karhua, nuorta karhua ja vanhaa karhua.

Kaikki tämän häkin asukkaat ovat kuitenkin verraten rauhallisia, löntystelevät vain hiljaiseen ympäri.

Monilla tähdillä näyttää olevan samanlainen elämänrytmi kuin Auringolla: aktiivisuus, kuten purkaukset (eli se röyhäyttely) ja pilkut, vaihtelee säännöllisessä jaksossa. Auringon jakson pituus on runsaat kymmenen vuotta, mutta muilla tähdillä se on vähän lyhempi tai vähän pitempi.

Niinpä karhumme voivat puuhata hyvinkin vilkkaina pari vuotta ja sen jälkeen vähitellen rauhoittua, kunnes ne näyttävät olevan juuri uneen vaipumaisillaan. Mutta ne onnistuvat nykäisemään itsensä hereille ja kiihdyttävät joidenkin vuosien aikana toimintansa taas huippuvireeseen.

Useimmat taivaan valopisteistä ovat tavallisia, Auringon kaltaisia tähtiä. Orionin tähdistössä (kuvassa) on myös useita jättiläistä tähtiä. (Kuva: Kari Kalervo)

Punaiset jättiläiset

Elämänkaarensa loppupuolella karhut käyvät rauhattomiksi. Ne kasvavat lyhyessä ajassa normaalia suuremmiksi ja niiden turkki muuttuu punaiseksi. Ne siirretään tavallisten tähden häkistä »punaisten jättiläisten» häkkiin.

Tähden muutokset johtuvat siitä, että niiden sydämessä toimiva ydinvoimala menettää tehoaan. Ydinpolttoainetta ei enää riitä tarpeeksi, ja tähden täytyy muuttaa muotoaan. Sen sisus kutistuu ja ulko-osat pullistuvat.

Oma kotikarhumme Aurinko paisuu viiden miljardin vuoden kuluttua niin suureksi, että sen pinta tulee maapallon radan kohdalle. Paisuessaan se ahmaisee kolme sisintä planeettaa, Merkuriuksen, Venuksen ja Maan, ahnaaseen kiitaansa.

Punaisten jättiläisten häkki on vain lyhyt välivaihe näiden otusten elämässä. Niillä tapahtuu karvanlähö, ja ne siirretään seuraavaan häkkiin, valkoisten kääpiöiden joukkoon.

*Aurinkokin laajenee elämänsä lopulla punaiseksi jättiläistähdeksi, tuhoaa maapallolta kaiken elämän ja lopulta nielaisee koko Maan.
(Piiros: Jyrki Nykänen)*

Ylijättiläiset

Kaikkein massiivisimmat karhut, ne suurimmat ja voimakaimmat jötkäleet, eivät paisuneessa tilassaan mahdu edes punaisten jättiläisten joukkoon. Niille on varattu oma häkki, jonka kyljessä lukee »Ylijättiläiset».

Ylijättiläiset ovat mahtavankokoisia tähtiä. Jos sellainen pantaisiin aurinkokuntamme keskelle, olisi tähden pinta Uranuksen radan tienoilla, kaksikymmentä kertaa maapalloa kauempana.

Ylijättiläisten turkki on hyvin ilmava. Kaasun tiheys on paljon pienempi kuin ilman tiheys maanpinnalla.

Ylijättiläiset ovat kirkkaimpia tunnettuja tähtiä. Niiden valo näkyy majakan tavoin pitkälle linnunratamme reunoille asti ja jopa toisiin linnunratoihin.

Valkoiset kääpiöt

Kun avaruuden karhuvanhukset ovat jonkin aikaa puhku neet punaisina jättiläisinä, ne kokevat kovan kohtalon. Koko niiden mahtavan paksu turkki irtoaa ja häipyy avaruuteen. Jäljelle jää surkean pieni otus, karvaton pikkukarhu, valkoinen kääpiö.

Vaikka karhumme on nyt karvaton, se ei suinkaan ole viluinen. Sen pinta on kuumempi kuin konsanaan Auringon ja sen sydän tulistakin tulisempi.

Mutta karhumme tekee kuitenkin jo kuolemaa. Sen elämänlähde, sydämessä riehunut ydinvoimala, on nimittäin lopullisesti sammunut.

Valkoinen kääpiö saa lämpöä vielä miljoonia vuosia ydinvoimalan hiilloksista. Mutta kääpiön sydän kuitenkin vähitellen jäähtyy, ja niin koko otus viilenee.

Tähtemme muuttuu valkoisesta kääpiöstä vähitellen punaiseksi kääpiöksi ja lopulta hiipuu kokonaan. Siitä tulee musta kääpiö, huomaamaton ruumis avaruuden kylmyyden keskelle.

Tällainen on normaalikokoisen tähden elämänkaari: pitkä aikuisikä reippaana tähtenä, sitten paisuminen punaiseksi jättiläiseksi, kutistuminen valkoiseksi kääpiöksi ja hidas hiipuminen kohti lopullista kuolemaa.

Suuremmilla yksilöillä vanhuus on toisenlainen, paljon väkivaltaisempi. Mutta ennen kuin pääsemme näiden villien vanhusten pariin, vilkaisemme vielä pariin rauhallisempaan häkkiin.

Sirius-tähdellä on seuralaisenaan valkoinen kääpiö. Se näkyy päätähden vieressä pienenä pisteenä. (Kuva: Liekin tähtitorni)

Ruskeat kääpiöt

Tässä häkissä asuu oudonnäköisiä otuksia. Ne ovat vähän pulskempia kuin kotieläintarhan emakkosiat mutta hieman pienempiä kuin kääpiökarhut.

Näitä otuksia sanotaan ruskeiksi kääpiöiksi. Ne ovat karhutarhamme surkimuksia, epäonnistujia. Ne ovat syntyneet liian pieninäkehittyäkseen kunnan karhuiksi. Niiden sydän on liian kylmä, jotta siinä voisi syttyä ydinvoimala. Siksi ne jäävät kiertelemään avaruuden tähtitarhoja heikkoina kulkureina.

Ruskeita kääpiöitä on hyvin vaikea havaita, koska ne eivät karhujen tavoin säteile sisäistä kuumuutta. Ne lähettävät planeettojen tapaan ympärilleen vain mietoa lämpösäteilyä.

Siksi ruskeiden kääpiöiden hämärässä häkissä ei juuri erota asukkaita. Olemme melko varmoja, että niitä siellä on, ehkä isojakin laumoja. Ne kuitenkin pysyttelevät ujoina piilossa.

Kaksoistähdet

Avaruuden karhulinna asukit ovat yhtä seurallisia kuin maanpäälliset kaimansa: ne eivät suinkaan viihdy yksinään. Usein ne kulkevatkin parittain avaruuden halki.

Toiset karhut kulkevat hyvin lähellä toisiaan, kun taas muutamat kiertelevät hyvin kaukana kumppanistaan. Mutta yhtä kaikki ne pysyttelevät toistensa seurassa matkoillaan tähtitarhojen läpi.

Maanpäällisiä karhuja pitelee yhdessä lempi, tuo salaperäinen luonnonvoima, avaruuden tähtiä taas painovoima, toinen yhtä mahtava vaikuttaja. Vaikka kaksoistähden osa puolista toinen yrittäisi lähteä omille teilleen, painovoima vetää sen takaisin toverinsa luo. Ja niin tanssi jatkuu.

Välillä avaruuskarhujemme suhteet ovat vieläkin mutkikkaammat. Kahden karhun sijasta voimme nähdä kolme, neljä, jopa useampiakin otuksia, jotka kuljeskelevat toistensa ympäri pääsemättä koskaan erilleen.

Yksinäinen karhu on eläintarhassa poikkeus, ei sääntö. Mutta ei »yksinäinenkään» karhu välttämättä ole yksin. Sen seurassa saattaa olla melkoinen lauma pienempiä eläjiä, kuten oman keskustähtemme Auringon tapauksessa käy ilmi.

Muuttuvat tähdet

Avaruuden tähtitarhan asukkaat ovat yleensä samannäköisiä aina, kun pistäydymme niitä katsomassa. Jupiter ei liho eikä laihdu, aurinkomme paistaa jatkuvasti samalla voimalla. Tähtien ulkonäkö muuttuu kyllä hitaasti niiden iän kasvaessa, mutta näitäkään muutoksia ei suoraan havaita, vaan ne on voitu päätellä teoreettisten laskujen perusteella.

Mutta eläintarhassa on sellaisiakin asukkaita, jotka todella muuttavat ulkonäköään jo yhdellä katselukerralla. Karhulinna näitä otuksia sanotaan muuttujiksi.

Kaikki avaruuden karhulinna asukkaat pyörähtelevät jatkuvasti ympäri, toiset hitaammin, toiset nopeammin. Jos karhun turkissa sattuu toisessa kyljessä olemaan enemmän läikkiä kuin toisessa, karhu näyttää vähän erilaiselta eri aikoina. Sitä sanotaan pyörähdysmuuttujaksi.

Seuraavassa muuttujahäkissä on sellaisia otuksia, jotka ovat välillä pienempiä, välillä isompia. Kun ne vetävät keuhkonsa täyteen, ne pullistuvat, ja kun ne puhaltavat ulospäin, ne supistuvat. Tällaisia läähättäjiä sanotaan sykkiviksi muuttujiksi.

Tähtien joukossa on hidasta huohottajaa ja nopeaa läähättäjiä. Useimmat muuttujat ovat vanhoja, väsyneitä tähtiä, jotka ovat punaisessa jättiläisvaiheessa ja puuskuttavat paksun turkkinsa sisällä.

Joutsenen tähdistössä oleva kaksoistähti 61 Cygni. (Kuva: Liekin tähtitorni)

Novat

Tähtitaivaalle ilmestyy joskus uusi tähti, nova. Aikaisemista valokuvista nähdään, että samalla paikalla on ollut heikko tähti. Nyt sen kirkkaus kuitenkin kasvaa yhtäkkiä jopa satatuhatkertaiseksi.

Täällä eläintarhassa voimme katsoa, millaisia otuksia novat oikein ovat. Näemme epäsuhtaisen karhuparin, jonka isompi osapuoli on punainen jättiläinen ja pienempi valkoinen kääpiö.

Nämä karhut ovat aika riitaisia. Punainen jättiläinen on hyvin toraisa ja vuodattaa jatkuvasti sappeaan pienemmän kumppaninsa päälle. Aikansa tämä sietää toisen vuodatusta, mutta lopulta pinna katkeaa: seuraa räjähdys.

Vaikka valkoinen kääpiö on jo vanha, siitä löytyy tarpeen tullen puhtia. Räjähdyksessä kipinät sinkoilevat niin vinhasi, että se näkyy satojen valovuosien päähän.

Tähtitaivaan punainen jättiläinen vuodattaa itse asiassa pienempään seuralaiseen vetykaasua. Kun kaasua on kertynyt tarpeeksi valkoisen kääpiön pinnalle, kaasu syttyy ja nopeassa ydinräjähdyksessä hulmahtaa hetkessä taivaan tuuliin.

Räjähdys ei pysäytä punaisen jättiläisen vuodatusta, vaan sama peli alkaa alusta.

Muutamat novat räjähtelevät vähän väliä, jopa muutaman päivän välein, toiset sietävät kumppaniaan jopa tuhansia vuosia ennen kuin lopulta pamahtavat.

Novaräjähdykset syntyvät kaksoistähdissä, joissa normaali tähti vuodattaa ainetta valkoisen kääpiötähden pinnalle. (Mirva Vuoren piirros kirjasta Tähtitieteen perusteet)

Supernovat

Avaruuden karhutarhan viimeiseen nurkkaan, juuri ennen kissalaakson sisäänkäyntiä, on sijoitettu vielä yksi häkki. Se on varustettu tavattoman paksuilla kaltereilla, mutta silti kään tämän häkin asukkaita ei kannata mennä läheltä katsomaan. Ne ovat tähtitarhamme väkivaltaisinta väkeä.

Häkin kyljessä lukee »Supernovat». Täällä asustaa kuolema: supernova merkitsee kokonaisen tähden räjähtämistä hajalle.

Aikaisemmin jo mainittiin, miten Auringon kaltaiset ja kevyemmät tähdet päättävät päivänsä jäähtyvinä kääpiöinä. Mutta jos tähden massa on suurempi kuin noin puolitoista Auringon massaa, on loppu aivan toisenlainen.

Tähti kuolee, kun sen sydämen ydinvoimalan polttoaine loppuu. Raskailla tähdillä loppu tulee äkillisesti. Tähden sy-

dän luhistuu nopeasti sisäänpäin. Tämä aiheuttaa valtavan ydinräjähdysen tähden kuoressa sydämen ulkopuolella.

Räjähdyks suuntautuu toisaalta sisäänpäin ja nopeuttaa tähden sydämen romahtamista supertiiviiseen tilaan. Toisaalta ydinräjähdys lennättää tähden ulkokuoret taivaalle valtavassa kosmisessa ilotulituksessa.

Supernovassa räjähdysen voimakkuus on suunnattoman paljon suurempi kuin novaräjähdyksessä. Novat ovat vain pikaisia äyskäisyjä, mutta supernova sen sijaan on suuren otuksen mahtava kuolinkouristus.

Kaikki suurimmat ja komeimmat avaruuskarhumme joutuvat kulkemaan tämän häkin kautta. Ja tämä häkki merkitsee niiden tien päättä, lopullista ja ehdotonta tuhoa.

Toisinaan supernovaräjähdyks hajottaa tähden kokonaan, ja sen tilalle jää vain laajeneva kaasupilvi.

Mutta toisinaan tuhon hetki merkitsee uuden villin elämän syntymistä. Räjähdysen hälvettyä näkyy paikalla peto, kynsivä ja raapiva kissa, pieni mutta helvetillisen voimakas. Tähden luhistunut sydän on kokenut katastrofissa täydellisen muodonmuutoksen.

Vuonna 1987 nähty supernova ennen räjähdystä (yllä) ja räjähdysen jälkeen. (Kuvat: Euroopan eteläinen tähtitorni)

Neutronitähdet

Avaruuden kissalaakso on täynnä supernovaräjähdyksissä syntyneitä petoja. Nämä tähtikissat ovat aivan toista maata kuin aurinkokunnan kotoiset laiskat karvakerät.

Tähtitarhojen leijonat ja pantterit ovat tulta ja terästä ja salamaa. Ne pyörähtelevät ympäri jopa tuhat kertaa sekunnissa ja raapivat kynsillään ympärillä olevaa ainetta villiksi pyörteeksi.

Supernovaräjähdyksessä voi syntyä kahdenlaisia petoja. Toisia sanotaan neutronitähdiksi. Ne ovat tähtitarhojen rai-vokkaita leijonia. Toisia puolestaan sanotaan mustiksi aukoiksi. Ne ovat villejä mustia panttereita.

Neutronitähdet ovat tiiveintä mahdollista ainetta, yhtä tiheää kuin atomien ytimet. Itse tähti on vain parinkymmenen kilometrin läpimittainen, mutta painaa enemmän kuin Aurinko.

Leijonat syntyvät supernovasta hurjina petoina, jotka ovat täynnä energiaa. Jos pääsisimme katsomaan niitä läheltä, näkisimme tappavan kurimuksen. Pyöriessään leijona säkenöi ympärilleen kaikenvärisiä kipinöitä, jotka kiitävät jatkuvina ryöppyinä lähes valon nopeudella ulospäin. Niiden tiellä ei yksikään maanpäällinen elämänmuoto pysyisi hengissä.

Neutronitähdet ovat voimakkaita röntgen- ja gammasäteilijöitä. Gammakuvassa lähin tunnettu neutronitähti, nimeltään Geminga (vas. ylh.), ja tunnetuin neutronitähti, Rapusumun pulsari (keskellä). Kuvan on ottanut amerikalainen Compton-tekokuu. (Kuva: Nasa)

Pulsarit

Supernovista syntyneet pedot olivat tähtitieteessä pitkään vain teoriaa ja arvailua. Ensimmäiset neutronitähdet löydettiin vasta 1960-luvun lopulla.

Vaikka leijonamme ovat voimakkaita, ne ovat pieniä ja loistavat valoa vain heikosti. Joudumme tutkimaan niitä tähtitieteen uudemmilla havaintolaitteilla, suurilla radioteleskoopeilla tai maapalloa kiertävillä röntgentekokuilla.

Leijonat, neutronitähdet, löydettiin sen ansiosta, että niiden sydän sykkii niin voimakkaasti radioaaltoja. Kun otettiin stetoskoopiksi radioantenni ja kuunneltiin sillä taivasta, huomattiin neutronitähden pulssi.

Sykkiville neutronitähdille annettiin nimi pulsari. Hitaimmat pulsarit sykkivät samaan tahtiin kuin ihmisen sydän, parin sekunnin välein, mutta nopeimpien tikitys on vallon villiä, jopa tuhat kertaa sekunnissa.

Silmällä katsoen pulsarihäkki näyttää lähes tyhjältä. Vain

parin lähimmän leijonan kohdalta näkyy aivan pientä välähelyä. Onneksi häkin seinään on asennettu radiolaitteet, joita kävijät voivat kuunnella. Niistä kaiku satojen leijonien syke.

Röntgenpurkautujat

Seuraavan leijonahäkin asukkaita ei voi tarkkailla edes radiolaitteilla. Avuksi on otettava röntgensäteet. Röntgensäteet ovat voimakasta säteilyä, jota täällä maan päällä käytetään esimerkiksi sairaaloissa potilaiden läpivalaisuun.

Taivaalta tulee myös röntgensäteitä. Niitä ei voi kuitenkaan havaita Maan pinnalta, koska säteet imeytyvät ilmakehään. Meidän täytyy sijoittaa havaintolaitteet tekokuuhun ja tarkkailla taivaan röntgenlähteitä ilmakehän ulkopuolelta.

»Röntgenpurkautujien» häkki on paljain silmin katsoen tyhjä. Mutta röntgenlaitteilla tarkastellen häkissä näkyy laumoittain ärhenteleviä petoja.

Näemme jälleen tähtipareja kuten novien aitauksessa. (Novat olivat karhupareja, joista toinen oli suuri ja jatkuvasi kiukkuinen, toinen oli pieni kääpiökarhu joka silloin tällöin räjähti.)

Röntgenpurkautujan kohdalla näemme samanlaisen ison karhun, joka taas vuodattaa sappeaan kumppaninsa niskaan. Mutta nyt kumppanina on pieni ja pirullinen leijona, neutronitähti, jolla ei ole valkoisen kääpiön kärsivällisyyttä.

Leijona ärähtelee jatkuvasti. Muutamien sekuntien tai enintään minuuttien välein se räjähtää ja sylkäisee ympärilleen ainetta ja energiaa. Siinä saa karhukin silmilleen. Mutta leijona ei silti suostu lopettamaan vuodatustaan.

Neutronitähden pinta on kuuma kuin ydinreaktorin sy-

Pulsarien radiomerkkejä kuunnellaan suurilla radioteleskoopeilla. Kuvassa Metsähovin radioteleskooppi Kirkkonummella. (Kuva: Merja Tornikoski)

dän, ja siksi naapuritähdestä putoava vety palaa jatkuvasti heliumiksi. Helium sitten räjähtää pienin välein vetypommi akin kuumemmissa heliumräjähdyksissä.

Röntgenkuva tähtitaivaasta Joutsenen tähdistön alueelta. Kuvan otti saksalais-amerikkalainen Rosat-tekokuu. Monet kuvaan merkityistä säteilijöistä ovat röntgenpulsareita tai röntgenpurkauksia. (Kuva: Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik)

Röntgenpulsarit

Röntgenpulsarit ovat läheistä sukua sekä pulsareille että röntgenpurkauksille. Nimensä ne ovat saaneet siitä, että ne lähettävät röntgensäteitä yhtä säännöllisenä sykkeenä kuin tavalliset pulsarit radiosäteilyä.

Röntgenpulsarit eivät kuitenkaan ole samanlaisia yksinäisiä leijonia kuin pulsarit, vaan niillä on röntgenpurkauksen tavoin iso karhu kumppanina. Ja samalla tavalla karhu syljeskelee jatkuvasti leijonan päälle.

Röntgenpulsari on kuitenkin nuorempi ja vielä villimpi otus kuin röntgenpurkauksia. Tämä nuorempi leijona ei päästäkään karhun eritteitä iholleen, vaan kynsii ympäriinsä niin raivokkaasti, että putoava aine jää vinhaksi pyörteeksi tähden ulkopuolelle.

Ja tällainen pyörre, joka kiertää lähes valon nopeudella leijonan ympärillä, lähettää voimakasta sykkivää röntgensäteilyä.

MXB 1730-335 -nimisen röntgenpurkauksen säteilyryöppyä. Pystyakselilla on röntgensäteilyn voimakkuus, vaakakselilla aika. Purkausten väli on noin yksi minuutti. Röntgenpulsareilla säteilyn huiput ovat vielä lähempänä toisiaan, sillä sykkeen jakso voi olla vain sekunnin pituinen.

Gammapurkautujat

Tässä on jälleen salaperäinen häkki. Paljain silmin katsoen se on täysin tyhjä.

Tämän häkin asukkaat pystymme näkemään vain gammasäteiden avulla. Gammasäteily on samantapaista kuin röntgensäteily, mutta vieläkin voimakkaampaa. Myös gammasäteily imeytyy maapallon ilmakehään, ja havainnot täytyy tehdä tekokuiden avulla.

Gammalaitteilla alamme nähdä vilauksia häkin tuntemattomista asukkaista. Mutta vain nopeita välähdyksiä ja hyvin harvaksen: yhtenä päivänä saattaa häkin yhdestä nurkasta näkyä parin sekunnin gammavälähdys, seuraavana päivänä välähtää toisessa paikassa. Muun aikaa ei edes gammalaitteilla näy mitään.

Välähdykset tulevat aina odottamatta ja ilmeisesti uudesta paikasta. Tällaisia gammavälähdyksiä on taivaalta havaittu jo parinkymmenen vuoden ajan, mutta niiden aiheuttajasta ei ole saatu mitään tolkkua. Yhteen aikaan ajateltiin, että välähdykset ovat leijonien, neutronitähtien, ärähdyksiä, kun niihin yhtäkkiä pistää jokin avaruuden itikka. Mutta uudet tulokset viittaavat siihen, että »gammapurkautujat» ovatkin voimakkaampaa väkeä kauempana avaruuden syvyyksissä.

Tämän häkin luota joudumme poistumaan päätä pudistellen.

Kuolevat neutronitähdet

Kiivas riehuminen käy leijonien voimille. Niillä ei ole enää käytössään ydinvoimaa, kuten karhuilla, tavallisilla tähdillä, oli sydämessään, vaan ne elävät pelkästään siitä vauhdista ja tulesta, jonka supernovan räjähdys niille antoi.

Tähtitarhojen mittakaavassa leijonien elämä on lyhyt. Ne jaksavat riehua vain hetken, ja kun aika kuluu, ne alkavat rauhoittua. Niiden kynnet tylsyvät, vauhti vähenee, ja niiden näkeminen avaruuden savannien yli alkaa olla yhä vaikeampaa.

Kuolevien neutronitähtien häkissä on hiljaista. Missään ei näy liikettä. Edes radioteleskooppi tai röntgenlaite ei osoita elonmerkkejä. Voimme vain arvailla, että tuolla laajan häkin perukoilla makailee laumoittain väsyneitä leijonavanhuksia ansaituilla unillaan.

Ne elivät ensimmäisen elämänsä Auringon kaltaisina raskaina tähtinä, jotka kuolivat räjähdyksessä. Ne saivat toisen elämän ja elivät sen kiivaina neutronitähtinä, kunnes väsyivät ja hiljenivät.

Mutta suurimmilla leijonilla on mahdollisuus kolmanteen syntymään ja kolmanteen elämään, joka on vielä väkivaltaisempi.

Mustat aukot

Musta aukko on viimeinen ja kaikkein villein vaihe tähden peräkkäisissä elämänkaarissa. Musta aukko saa alkunsa tähden räjähdyksessä, jossa tähden sisuksen kaikki massa ja räjähdysenergia latautuvat yhteen pieneen kohtaan. Räjähdyspilven haihduttua paljastuu alaston voimanpesä: musta pantteri.

Musta pantteri syntyy tavallisesti jättiläismäisen karhun, raskaan tähden, kuolinkouristuksista. Mutta myös leijona, neutronitähti, voi saada uuden elämän, jos sillä on seuralainen, joka vuodattaa sen päälle tarpeeksi uutta ainetta. Vanha leijona voi silloin yhdessä välähdyksessä kokea uudelleen syntymisen mustana, entistäkin pahempana petona.

Vaikka tämän häkin asukasta voi luonnehtia pantteriksi, poikkeaa sen ulkonäkö kaikista muista eläimistä. »Mustalla aukolla ei ole karvoja», sanotaan. Väkivaltainen syntymä on hävittänyt siitä normaalien tähtien tuntomerkit, kuten ilmakehän tai magneettikentän.

Jäljellä on vain reikä avaruudessa. Ja tuosta mustasta kaihosta ojentuu pantterin luurankokäsi sanoin kuvaamattoman voimakkaana. Se kaappii ympäröivää avaruutta tyhjäksi ja vetää pohjattomaan kuiluun kaiken tielle sattuvan. Tuo luurankokäsi on painovoima, jonka teho mustan aukon lähellä kohoaa musertaviin mittoihin.

Mustan pantterin ruokahalu on kyltymätön. Se syö jatkuvasti — ja kasvaa. Massan kasvaessa olennon voima lisääntyy. Jos pantterilla on ympärillään hyvät saalismaat, se lihoo

Musta aukko on parin kilometrin läpimittainen reikä avaruudessa. Musta aukko voidaan havaita parhaiten, jos sen ympärillä on ainekiekko. Musta aukko pyörittää kiekkoa, joka lähettää voimakasta säteilyä. (Piirros: Edmund Scientific)

nopeasti. Alun perin se on voinut olla massaltaan muutaman Auringon veroinen. Mutta vuosien ja vuosimiljoonien kuluessa se voi ahmia kokonaisia tähtiä ja tähtijoukkoja, kunnes yhteen jättiläispantteriin voi olla keräytyneenä miljoonien petojen energia. Sen voimakkaampia olentoja ei maailman kaikkeudesta tunneta.

Valkoiset aukot

Mustaan aukkoon putoava aine tuntuu saavuttaneen tiensä pään, lopullisen, salaperäisen lepopaikkansa. Aukon pohjat tomasta kaivosta ei mikään pysty nousemaan ylös.

Mutta teoreettiset laskut ovat näyttäneet sittenkin pienen mahdollisuuden pakotiehen, pienen raon mustan aukon eh dottedomassa lopullisuudessa. Mustan aukon sydäimestä kulkee nimittäin ainakin teoriassa »madonkolo» eteenpäin. Tuo kolo voi aueta jossakin toisessa kolkassa omaa maailman kaikkeuttamme — tai se voi aueta johonkin toiseen maailman kaikkeuteen.

Niinpä jossakin voisi olla mustan aukon vastakohta, valkoinen aukko, josta sinkoaa valtavalla voimalla ainetta ulospäin.

»Madonkolo» voi johtaa mustasta aukosta valkoiseen aukkoon.

Ehkei musta pantteri siis olekaan tähtien elämänkaarista viimeinen. Ehkä mustan pantterin sydäimestä voi syntyä uusi puhdas olento, valkoinen pantteri.

Valkoinen pantteri edustaa syntymää ja toivoa siinä, missä musta pantteri merkitsee hävitystä ja kauhua. Valkoisen pantterin voima on aivan yhtä suuri kuin mustan pantterin — se merkitsee valtavaa räjähdystä keskellä aikaisemmin tyhjää avaruutta —, mutta nyt voima suuntautuu ulospäin.

Valkoinen pantteri voi hajotessaan singota avaruuteen uuden elämän rakennusaineita. Näin se voi siirtää ainetta meidän maailmankaikkeudestamme johonkin toiseen, ehkä kuolleeseen ja tyhjään maailmankaikkeuteen.

Niinpä valkoisen pantterin häkin edessä seisoskelee ihmisiä, joiden kasvoilla kuvastuu harras toiveikkuus. Tästä häkistä ei ole vielä löydetty yhtään asukasta. Mutta ehkä jonaikin päivänä...?

Tähtijoukot

Tähtitarhan kissalaakson paholaismaisten petojen jälkeen tuntuu huojentavalta katsella seuraavien aitausten avaria, tyyniä maisemia.

Täällä löntystelee karhulaumoja, toiset hyvinkin tiiviinä joukkoina, toiset hajanaisempina. Olemme tulleet tähtijoukkojen häkille.

Taivaallisten karhujen, tähtien, laumaluonne johtuu siitä, että niitä syntyy yhdessä suuri joukko kerrallaan. Poikueiden, tähtiparviiden, koko voi olla satoja tai tuhansia yksilöitä. Syntymän jälkeen pesueet pysyttelevät pitkän aikaa koossa, ennen kuin karhu sieltä, toinen täältä alkaa lähteä omille teilleen.

Tähtitaivaalla näkyy kahdenlaisia tähtijoukkoja, joista toisia sanotaan pallomaisiksi ja toisia avoimiksi.

Viereisellä sivulla Herkuleen tähdistön pallomainen tähti joukko M13. (Kuva: Kanadan-Ranskan-Havaijin tähtitorni)

Pallomaiset tähtijoukot

Pallomaiset tähtijoukot ovat nimensä mukaisesti hyvin säännöllisennäköisiä laumoja. Keskellä on yksilöitä tiheässä, reunoilla taas joka suunnassa harvemmassa.

Pallomaiset tähtijoukot ovat hyvin vanhoja. Ne syntyivät heti linnunratamme syntymän jälkeen. Silloin pesueet olivat vielä suurempia kuin nykyisillä karhuilla. Yhteen joukkoon saattoi syntyä kymmeniätuhansia otuksia.

Alkuaikojen karhut olivat myös tavattoman sukurakkaita. Siksi pesueet ovat pysytelleet hyvin tiiviisti koossa läpi tu-

hansien vuosimiljoonien. Pallomaiset joukot ovat edelleenkin samannäköisiä kuin syntymänsä jälkeen. Yksilöt ovat tietysti vanhentuneet, mutta joukko on koossa.

Tähtitaivaan pallomaisia joukkoja pitää yhdessä painovoima. Tähtiä on niin tiheässä, että niiden yhteinen vetovoima estää reunimmaisiakin tähtiä karkaamasta.

Tunnetuin avoin tähtijoukko on Seulasten sikermä Härän tähdistössä. (Kuva: Rainer Vastamäki)

Avoimet tähtijoukot

Pallomaisia tähtijoukkoja ei ole syntynyt lisää enää useaan miljardiin vuoteen. Kaikki uudemmat joukot ovat harvempia avoimia joukkoja.

Avoimien joukkojen yksilöt ovat hyvin nuoria ja pirteitä. Niiden sydämen ydinvoimalat riehuvat täydellä teholla, ja ne jaksavat loistaa kuumasti ja kirkkaasti.

Nämä nuoret juppikarhut eivät ole samanlaisia perhepiirin ystäviä kuin vanhanajan karhut. Juppikarhut haluavat elää omaa elämäänsä, ja siksi avoimet joukot hajoavat melkoisen nopeasti. Kunkin jäsen lähtee omille teilleen ja häipyä etsimään seikkailuja tähtitaivaan muiden asujien joukosta.

Avoimien joukkojen hajoaminen johtuu niiden harvuuudesta: kun tähtiä on vähän, niiden yhteinen painovoima on pieni eikä jaksaa pitää joukkoa koossa.

Olemme nyt tutustuneet taivaan erilaisiin tähtiin ja tähtijoukkoihin. Näimme karhulinnan rauhalliset tavalliset tähdet ja kissalaakson hurjemmat eksoottiset olennot.

Eläintarhan seuraavissa osastoissa häkkien koko yhä kasvaa. Ennen kuin tulemme jättiläisotusten luokse, kuljemme rauhallisten savannien läpi. Täällä asustaa hyönteisparvia, ja ehkä yllättävästi täältä löytyy myös avaruuden lastentarha, jossa synnytetään suurin osa taivaan uusista valopisteistä.

4. Tähtienvälinen avaruus - savannin hyönteisiä

Tähtienvälisen avaruuden osasto on tähtitarhassamme hyvin avara. Se on tasaista, autiota savannia. Vain siellä täällä kuljeskelee jokin muista häkeistä eksynyt eläin.

Savanni näyttää ensi silmäyksellä tyhjältä. Mutta kun tähyilemme tarkemmin, alamme erottaa hyönteislaumoja savannin yllä. Ja kun otamme avuksi lämpösäteilyä aistivat infrapunakamerat ja radioteleskoopit, näemmekin, että savannin ilma kihisee elämää.

Tähtienvälisen avaruuden olennot eivät ole suuria ja voimakkaita kuten edellisten osastojen tähtiasukkaat. Mutta hyönteisiä on paljon. Ne lentelevät laajoina, miljoonapäisinä parvina ja saavat aikaan monenlaisia uusia ilmiöitä.

Nämä hyönteiset ovat tähtienvälisen avaruuden kaasu- ja pölyhiukkasia. Kaasu voi olla atomeina tai atomeista koostuvina molekyyleinä, ja pölyhiukkaset leijuvat avaruudessa hienon hienona, harvana savuna.

Tähtienvälinen pöly

Kun selkeänä yönä katselee taivasta, siellä näkyy kirkkaita valopisteitä, tähtiä, ja niiden välissä mustaa taivasta. Tähdet muodostavat linnunradan aineesta pääosan, noin 90 prosenttia.

Loput 10 prosenttia linnunradan aineesta on hajallaan tuossa mustassa tyhjiydessä, joka leviää tähtien välissä. Tästä kymmenestä prosentista pääosa on kaasua, avaruuden tähtitarhamme hyönteisiä, ja pienempi osa tähtienvälistä pölyä, mehiläisiä.

Tähtienvälisen avaruuden mittasuhteet ovat niin valtavat, että niitä on vaikea käsittää. Ja kaasun ja pölyn tiheys on todella vähäinen, paljon pienempi kuin parhaassa tyhjiössä, joka on saatu aikaan maanpäällisissä laboratorioissa. Jos avaruudessa on pölyhiukkasia vaikkapa viiden metrin välein, on kyseessä jo tiheä pölypilvi.

Täällä eläintarhassa meidän täytyy pakata tähtienvälisen avaruuden miniatyyriolennot paljon pienempään tilaan ja suurentaa niiden kokoa huomattavasti, jotta voimme havainnollisesti kuvailla avaruuden ilmiöitä.

Niinpä pölyhituset, jotka ovat todellisuudessa yhtä pieniä kuin tupakansavun hiukkaset eli millimetrin tuhannesosan kokoluokkaa, venähtävät reippaiksi mehiläisiksi. Ja vielä pienemmät kaasuatomit saavat olla hyttysiä.

Laaja tähtienvälisen aineen alue Käärmeen tähdistössä. Tähtien seassa näkyy hohtavaa kaasua ja tummia pölyläikkiä. (Kuva: Palomarin observatorio)

Pimeät sumut

Mehiläisemme, tähtienväliset pölyhiukkaset, ovat savannin yllä enimmäkseen hyvin harvassa. Infrapunakamera paljastaa mehiläiset, koska ne säteilevät jonkin verran lämpöä. Kaikkialla lentelevien mehiläisten olemassaolon huomaa myös siitä, että kauas katsottaessa ilma käy sameaksi eikä kaukaisempia maastonmuotoja enää erota kunnolla.

Paikoitellen mehiläiset pakkautuvat hyvinkin tiheiksi parviksi. Silloin ne näkyvät mustina pilvinä, jotka peittävät takana leviävän maiseman.

Tällaisia tähtitaivaan tiheitä pölypilviä sanotaan pimeiksi sumuiksi. Niitä näkyy joka puolella taivasta milloin pienempinä, milloin isompina tummina alueina.

Komea pimeä sumu on Orionin tähdistössä sijaitseva Hevosensäsumu. (Kuva: Palomarin observatorio)

Heijastussumut

Joskus mehiläisparvet lentelevät kirkkaiden valojen ympärillä. Silloin valo heijastelee mehiläisten siivistä ja kyljistä. Tummaa taustataivasta vasten näkyy valoisa »heijastussumu».

Tähtitaivaalla toimivat lamppuina kirkkaat tähdet, jotka usein ovat saaneet ympärilleen heijastavan pölykehän. Heijastussumuja näkyy kaukoputkella esimerkiksi Seulasten tähtisikermän tähtien ympärillä.

Tähtitaivaan pölyhiukkaset heijastavat parhaiten sinistä valoa, ja siksi heijastussumut näkyvät värikuvissa sinertävinä.

Seulasten tähtisikermässä Härän tähdistössä näkyy tähtien ympärillä kuitumaisia pölyalueita. (Kuva: NOAO/Kitt Peakin observatorio)

Tähtienvälinen kaasuu

Tähtienväliset kaasuhyttiset ovat hyvin pieniä. Elleivät ne keräännä parviksi, niitä on vielä vaikeampi nähdä kuin mehiläisiä. Hyttiset eivät edes kauaksi katsottaessa sumenna ilmaa samalla tavalla kuin mehiläiset, ja siksi paljaalla silmällä on vaikea nähdä, miten laajalle hyttiset ovat levinneet.

Hyttiset eivät myöskään lähetä mehiläisten tavoin lämpösäteilyä, ja siksi infrapunakamerakaan ei niitä paljasta. Mutta kun radiokaukoputkella kuunnellaan savannin ääniä, huomataan totuus. Joka puolelta kuuluu hyttysten radioinnää. Radiolaitteilla voimme seurata hyttysparvien liikettä kaikkialla omassa linnunradassamme ja kaukana sen ulkopuolellakin.

Radiolaitteet kertovat, että hyttysiä lentelee kaikkialla avaruudessa, mutta että mehiläisten tavoin ne kerääntyvät paikoitellen tiheiksi parviksi.

Radioteleskoopin kuvissa näkyy tähtienvälistä kaasua kaikkialla avaruudessa. Kuva on Linnunradan keskustan suunnalta. (Kuva: Yhdysvaltain kansallinen radiotähtitieteen observatorio)

Kaasusumut

Jos tiheä hyttysparvi on kokoontunut kirkkaan valon ympärille, se rupeaa itse hohtamaan valoa. Nyt ei ole kyseessä aivan samanlainen heijastuminen kuin mehiläisten eli pölyn tapauksessa, vaan valo »virittää» hyttiset. Varsinkin kuuma ultraviolettivalo saa hyttiset hehkumaan, samaan tapaan

kuin täällä maan päällä esimerkiksi liikennemerkkit loistavat auton valoissa.

Taivaalla ultraviolettivalo tulee kuumista, nuorista tähdistä. Niiden vieressä näkyy usein hohtavia kaasusumuja. Ehkä tunnetuin on Orionin sumu, jonka näkee pienenä valoläikkänä jo paljain silmin Orionin tähdistön alaosassa.

Kaunis hehkuva kaasusumu, Kaliforniasumu Joutsenen tähdistössä. Orionin sumun kuva on myöhemmin tässä luvussa. (Kuva: Liekin observatorio)

Planetaariset sumut

Tähtitaivaalla näkyy kaukoputken läpi joissakin paikoissa pieniä ympyrämäisiä kaasusumuja. Entisajan kaukoputkillane näyttivät samanlaisilta kuin ulkoplaneetat Uranus ja Neptunus: säännöllisen pyöreiltä ja väriltään vihertäviltä.

Nykyajan isommissa kaukoputkissa näkyy hohtava rengas ja sen keskellä kirkas tähti.

Siinä meillä on taas hehkuva hyttysparvi, mutta miksi se on asettunut niin säännölliseksi renkaaksi valon ympärille?

Asialla on ollut vanha tuttavamme punainen jättiläinen, joka elämänsä loppupuolella on puhaltanut paksun kaasukehänsä avaruuteen. Kaasu alkaa elää: jättiläisen hylkäämä kaasu aloittaa uuden elämän tiheänä hyttysparvena, joka hiljalleen leviää kauemmaksi ja lopulta sulautuu avaruuden taaiseen hyttysjoukkoon.

Tunnetuin planetaarinen sumu on Lyyran rengassumu. (Kuva: Palomar-observatorio)

Supernovan jäännökset

Taivaalta löytyy suurempiakin renkaita kuin edellä kuvatut planetaariset sumut. Näissä jättiläisrenkaissa on hyttysiä vielä paljon enemmän, ja hyttysset viilettävät hurjaa vauhtia renkaan tyhjältä keskuksesta poispäin.

Tällaiset renkaat ovat »supernovan jäännöksiä». Ne ovat kokonaisten tähtien kuolinpaikkoja. Räjähdyksistä on jäänyt jäljelle vain valtava lauma hyttysiä. Ne muodostavat tähden haudan. Itse tähti on kokonaan hajonnut.

Taivaalla hautapaikkojen merkinä ei siis ole risti kuten täällä maan päällä, vaan rengas.

Joskus supernovan jäännökset ovat toisenmuotoisia, sekaisia ja epäsäännöllisiä. Valtavat hyttysten laumat pörräävät vinhasti sinne tänne alati laajenevana, hohtavana parvena.

Hyttysparven muoto kertoo, että supernovaräjähdyks ei hajottanut tähteä kokonaan. Keskelle on jäänyt voimakas ultraviolettilähde, neutronitähti tai musta aukko, jonka säteily saa kaasun hohtamaan laajalla alueella.

Supernovan jäännökset ovat eri-ikäisiä. Nuorimmat ovat hyvin pieniä ja tiheitä, vanhimmat laajoja ja harvoja. Voimme kuvitella, kuinka supernova toisensa jälkeen on räjähdyksellään lisännyt tähtienvälisten hyttysten lukumäärää.

Mutta savannimme yllä ei kuitenkaan liitele kovin tiheää hyttysparvea. Katoaako hyttysiä jatkuvasti johonkin?

Kaksi erityyppistä supernovan jäännöstä. Yllä. Härän tähdistön riekaleinen Rapusumu ja alla radiokuva Kassiopejan pyöreästä sumusta. (Kuvat: Palomarin observatorio ja Yhdysvaltain kansallinen radiotähtitieteen observatorio)

Syntyvät tähdet

Tähtienväliset hyttyset viihtyvät isoissa parvissa. Kaikkialla savannin yllä lentelee kyllä yksittäisiä hyönteisiä, mutta useimmissa paikoissa hyttyset kerääntyvät yhteen.

Usein hyttysten kokoontumispaikoilla pörrää myös ava-

ruuden mehiläisiä. Kun joukkoon eksyy tähtienvälinen perhosparvi (eli molekyylipilvi josta kerrotaan seuraavalla sivulla) on tungos valmis.

Pienimmilläänkin hiukkasilla on painovoima, joka vetää kaikkia muita hiukkasia puoleensa. Kun avaruuteen kerääntyy kyllin suuri hiukkasparvi — ja sen täytyy olla todella suuri, ainemäärältään tuhansia aurinkoja — painovoima alkaa viedä voiton hiukkasten pakoliikkeestä.

Tähtienväliset kaasuatomit, pölyhiukkaset ja molekyylit rupeavat painovoiman vetäminä ajautumaan yhä tiheämmäksi palloksi. Tiivistyminen jatkuu ja jatkuu, kunnes lopulta tapahtuu muodonmuutos: luhistunut pilvi muuttuu uudeksi tähdeksi. Luhistuvan pilven keskellä lämpötila on noussut niin korkeaksi, että luonnon ydinvoimat ovat käynnistyneet.

Yhdestä isosta pilvestä syntyy yleensä yhtä aikaa satoja tai tuhansia tähtiä. Kun luhistumisen pölypilvi on laskeutunut, nähdään entisen valtavan hyönteisparven paikalla joukko uusia eläimiä, reippaita, isokokoisia karhunpentuja. Ne ravistelevat turkkiaan ja aloittavat rauhallisen elämänsä eläintarhamme tavallisimpina ja pitkäikäisimpinä asukkeina.

Näin aine, joka oli lähtenyt vanhoista tai räjähtäneistä tähdistä, palasi takaisin nuorten tähtien rakennusaineeksi. Tähtitaivaalla on jatkuvasti käynnissä aineen suurimittainen kiertokulku.

Viereisellä sivulla: Orionin sumun kohdalla on laaja tähtien syntyalue. Kuva on otettu Turun yliopiston Tuorlan observatoriossa.

Suuret molekyylipilvet

Avaruuden aavoilla savanneilla liihottelee kaasuhyttysten ja pölymehiläisten lisäksi kolmannenlaisia hyönteisiä, molekyyliperhosia. Ne koostuvat eri alkuaineiden atomeista, jotka ovat liittyneet yhteen pareiksi tai isommiksi rakennelmiksi. Mutkikkaimmissa molekyyleissä voi olla ketjussa pitkälti toistakymmentä atomia.

Tähtienväliset perhoset ovat niin hentoisia ja läpinäkyviä, että niitä on vasta parina viime vuosikymmenenä kyetty tutkimaan tarkemmin. Paljain silmin perhoset eivät juuri näy, mutta radiolaitteet paljastavat niidenkin suhinan. Perhosten voimakkaimmat merkit sattuvat hyvin lyhyille radioaalloille, joiden havaintolaitteita on opittu vasta äskettäin rakentamaan.

Radiohavainnot kertovat, että perhoset muodostavat paikoin tavattoman tiheitä ja suuria pilviä. Avaruuden tähtitarhassa perhoset näyttävät viihtyvän oikein hyvin hyttysten ja mehiläisten seurassa. Missä on tiheitä perhosparvia, siellä on tavallisesti mustanaan myös mehiläisiä ja hyttysiä.

Infrapunatekokuu IRAS löysi useita pölykiekkoja tähtien ympäriltä. Viereisellä sivulla taiteilijan näkymys Vega-tähteä ympäröivästä kiekosta. (Piirros: Nasa)

Pölykiekot tähtien ympärillä

Luhistuvien pilvien kaikki aine ei joudu karhunpentujen rakennusaineeksi. Suuri osa hiukkasista jää lentelemään vasta syntyneiden tähtien ympärille. Tähtitaivaan lastentarhat ovat hyvin pölyisiä!

Nuorten karhunpentujen puusutus ajaa suuren osan mehiläisistä ja hyttysistä loitommalle. Ne lentävät takaisin avarammalle savannille.

Mutta teoreettiset laskut osoittavat, että tiheimmät parvet eivät hajoa vaan jäävät vastasyntyneiden seuraksi. Monessa tapauksessa tähdenpoikasen ympärillä pitäisi olla mehiläisparvi, joka ympäröi poikasta litteänä kiekkona.

Infrapunahavainnot paljastavatkin tällaisia pölykiekkoja joidenkin nuorten lähitähtien ympäriltä, ja ainakin yksi kiekko on saatu jo pyydystetyksi myös valokuvaan.

Toiset aurinkokunnat

Teoreettisilla laskuilla voidaan seurata tähteä ympäröivän pölykiekon kehitystä. Siinä alkaa tapahtua taas uusia muodonmuutoksia.

Pölykiekko on ruvennut kiertämään tähteä ja tiivistynyt vähitellen hyvin litteäksi levyksi. Levyyn syntyy paikallisia tiivistymiä, jotka kasvavat ja keräytyvät yhteen. Osa tihentymistä jää pienemmiksi, osa kasvaa isoiksi, ei toki tähden kokoon asti, mutta planeetaksi.

Niinpä vastasyntyneen tähden ympärille muodostuu pienempiä kappaleita: possuja ja kissoja ja kaneja — eli oma kotitähtitarha.

Tiedämme, että ainakin omalla auringollamme on ympärillään hyvin monimuotoinen perhepiiri pikku kotieläimiä. Teoreettiset laskut ovat tässä tapauksessa antaneet aivan oikean tuloksen.

Ja laskut paljastavat, että lähes kaikkien yksinäisten tähtien ympärille pitäisi muodostua kotitähtitarha. Yksityiskohdissa, esimerkiksi eläinten koossa ja etäisyydessä, on eroja, mutta periaate on sama.

Tähtitaivaan kaukaisten kotieläintarhojen havaitseminen on kuitenkin tavattoman vaikeaa, koska keskustähden kirkkaus peittää kissojen ja possujen heikot heijastukset.

Voimme koettaa etsiä kotieläinten merkkejä myös tähtien liikkeistä. Karhu ei pysty liikkumaan avaruudessa suoraa viivaa pitkin, kun sen ympärillä riehuu lauma villisti vilistäviä pikkueläimiä. Karhun löntystely on huojuvaa, ja huojuun ta voitaisiin huomata tarkkoista havainnoista.

Tällä tavalla onkin löydetty ensimmäinen aurinkokunnan ulkopuolinen planeetta. Havainnot saatiin radioalueella, kun tutkittiin erästä kaukaista pulsaria.

Aikaisemmin oli laskettu lähinnä tavallisten tähtien perhepiirejä. Nyt näyttää siltä, että myös leijonilla on ympärillään omia pikkuseuralaisia. Siellä voikin olla tavallisten kesyjen eläinten sijasta vaikkapa villikissoja, piikkisikoja ja rottia.

Mutta ensimmäisenkään pikkuseuralaisen luonnetta ei ole vielä saatu selvitettyksi. Vieraiden tähtien planeetoista kerrotaan tulevaisuudessa vielä monia mielenkiintoisia uutisia.

5. Galaksit - savannin jättiläiset

Avaruuden tähtitarhamme edellinen osasto, jossa asustavat tähtienväliset hyönteiset, oli avara ja rauhallinen.

Nyt astumme tähtitarhan toiseksi viimeiseen osastoon. Täällä häkkien koko yhä kasvaa, samoin häkkien asukkaiden. Olemme jättiläiseläinten joukossa.

Tähtitaivaan jättiläiseläimiä sanotaan galakseiksi tai linunradoiksi. Ne ovat valtavia tähdistä ja tähtienvälisestä aineesta koostuvia »avaruuden saaria».

Galaksit ovat koko maailmankaikkeutemme suurimpia rakennuspalikoita siinä missä tähdet ovat kunkin galaksin perusosasia. Yhdessä galaksissa on miljardeja tai satojamiljardeja tähtiä. Maailmankaikkeudessa on galakseja paljon enemmän kuin satojamiljardeja. Niiden lukumäärää ei ole pystytty laskemaan, mutta syvimmissä taivaskuvissa näkyy satoja galakseja yhtä tähteä kohti.

Galaksit ja tähdet ovat hyvin erilaisia rakennuspalikoita. Tähtien keskinäiset välimatkat ovat suhteellisen paljon suuremmat kuin galaksien välimatkat. Kunkin galaksin sisällä tähdet ovat niin kaukana toisistaan, että ne eivät juuri koskaan kohtaa. Galaksien sisällä on pääasiassa tyhjää avaruutta.

Itse galaksit ovat hyvin suuria ja niiden välit pieniä. Varsinkin tiheissä galaksijoukoissa yksilöiden välimatkat ovat suunnilleen samansuuruisia kuin niiden läpimitat. Galakseja on lähes vierä vieressä.

Siksi galaksien tarhoissa keskinäiset kohtaukset ovat hy-

*Pieni galaksiryhmä, Stefanin viisikko, Pegasuksen tähdistössä.
(Kuva: NOAO/Kitt Peakin observatorio)*

vin tavallisia. Galaksit häiritsevät monin tavoin toisiaan ja voivat jopa tuhota toisensa.

(Kohtaukset ovat myös hitaita. Kahden valtavan tähtisaaren marssi toistensa ohi voi kestää miljoonia vuosia.)

Täällä avaruuden tähtitarhassa galaksit ovat aavoilla savanneilla käyskenteleviä jättiläisiä. Tavallisimpina eläiminä ovat käyräsarviset biisonit ja norsut. Ensimmäisissä häkeissä ne ovat melko rauhallisia, mutta peremmällä on vihaisempia lajeja. Tämän osaston kuninkaita ovat dinosaurukset, kvasaarit, jotka tuovat viestejä muinaisuuden villimmistä oloista.

Linnunrata

Tiedämme että asumme yhden galaksin, linnunradan, sisällä. (Linnunradaksi sanotaan sekä kotigalaksiamme että sitä vaaleaa sumumaista juovaa, joka yötaivaalla ulottuu taivaan poikki. Siinä on tiheimmässä galaksimme tähtiä.)

Linnunradan tarkkaa muotoa on vaikea selvittää. Tilanne on sama kuin jos joutuisimme selvittämään ison eläimen muodon ja ulkonäön, mutta joutuisimme pitämään nenämme koko ajan painettuna kiinni yhteen kohtaan eläimen turkkia. Sivusilmin kurkkimalla on vaikea nähdä, miten kauas eläintä riittää. Ja toinen kylki on kokonaan piilossa.

Linnunrataakin tarkkailemille syrjästä. Näkyvyyttä haittaa tähtienvälinen pöly, joka peittää kokonaan linnunradan

Linnunrata kulkee vaaleana nauhana yötaivaan poikki. (Kuva: Pekka Parviainen)

keskustan suunnan. Joudumme ottamaan avuksi radio- ja infrapunasäteet, jotka pystyvät tunkeutumaan pölypilvien läpi.

Tulokseksi on saatu, että linnunrata on reilunkokoinen kierregalaksi, tuollainen muhkea biisoni. Biisonin sarvia emme ole kunnolla nähneet, vaikka linnunradallamme sel laisetkin varmaan on.

Kierregalaksit

Linnunrata oli suuri biisoni, jota jouduimme katselemaan liiankin läheltä. Täällä muiden kierregalakaksien häkissä näemme biisonit kauempaa ja voimme tutkia niitä eri puolilta.

Avarassa häkissä näemme monenlaista eläintä. Toiset ovat isompia, toiset pienempiä. Toiset näemme sivulta, toiset päältä, toiset taas edestä.

Nämä biisonit ovat suurikokoisia, mutta muuten aika hoikkia. Silmään pistävin piirre niiden ulkonäössä ovat mahdolliset käyrät sarvet.

Sarvia on monta laatua. Toiset ovat lyhyitä ja paksuja, toiset ohuita ja hyvin kierteisiä.

Vaikka sarvipäitä on vaikka kuinka paljon ja olemme voineet pitkään tutkiskella niitä, emme vieläkaan kunnolla osaa selvittää sarvien arvoitusta. Miten ne ovat syntyneet, ja miten ne säilyvät läpi vuosimiljardien?

Asiaa ehkä auttaisi, jos näkisimme vastasyntyneitä tai nuoria biisoneita. Millaiset sarvet niillä olisi? Mutta ei. Tämä on myös biisonien (ja kaikkien savannimme jättiläisten) outo piirre: ne ovat kaikki vanhuksia. Jokaisen turkki on jo harmaantumassa. Biisoneita ei ilmeisesti synny enää ollenkaan lisää.

Linnunrata on ulkoapäin katsoen samanlainen kierregalaksi kuin viereisen sivun NGC 628. (Kuva: Palomarin observatorio)

Vastasyntyneet galaksit

Eläintarhassa on häkki myös nuorimmille biisoneille. Mutta tämä häkki näyttää tyhjältä. Meidän pitäisi kai pystyä katsomaan kauas menneisyyteen, jos haluaisimme nähdä biisoneita syntymässä. Tähtitieteessä ei onneksi menneisyyden näkemiseen tarvita aikakonetta. Näemme ajassa taaksepäin yksinkertaisesti katsomalla yhä kauemmaksi avaruuden syvyyksiin.

Tämä johtuu siitä, että valolla on äärellinen nopeus. Valon nopeus on ensi kuulemalla hurja, kolmesataatuhatta ki-

Lähin suuri naapurigalaksi on Andromedan kierregalaksi, joka näkyy viistosti sivulta. (Kuva: Turun yliopiston Tuorlan observatorio)

lometriä sekunnissa. Mutta kun puhutaan tähtienvälisten etäisyyksien taivaltamisesta, tämäkin vauhti on hitaampaa kuin etanan matelu.

Aurinko on 150 miljoonan kilometrin päässä. Siten se valo, jonka nyt näemme, on lähtenyt liikkeelle kahdeksan minuuttia sitten. Lähimmästä tähdestä tuleva valo on meille ehtiessään jo neljän vuoden ikäistä. Ja lähin suuri biisoni, Andromedan galaksi, seisoo kahden miljoonan valovuoden päässä. Meillä ei ole mitään keinoa nähdä sitä sellaisena kuin se on tällä hetkellä. Me näemme vain mennyttä aikaa.

Me voimme nähdä kierregalakseja satojen miljoonien, jopa miljardien vuosien takaa. Havaintoja vaikeuttaa tietysti se, että etäisyyden kasvaessa eläimet näkyvät yhä pienempinä. Tuolla kaukaisen horisontin lähellä suurinkin biisoni erottuu vain vähäisenä pisteenä.

Kun pääsemme yli kymmenen miljardin vuoden taakse, emme erota enää biisoneita. Täällä näkyy vain outoja dino-sauruksia, menneisyyden hirviöitä.

Meidän täytyisi nähdä vielä tarkemmin, päästä vieläkin kauemmas sekä avaruudessa että ajassa. Eläintarhan viimeisessä osastossa koetamme tähystellä taivaanrantaan ja vähän sen ylikin. Mutta nyt hypähdämme takaisin tarkastelemaan savannimme muita läheisiä eläimiä.

Sauvakierregalaksit

Kierregalaksien naapurihäkissä asustavat sauvakierregalaksit. Ne ovat melkein samannäköisiä biisoneita. Ainoa ero on sarvien tyvessä.

Kun tavallisten biisonien sarvet lähtevät kaartumaan heti tyvestä alkaen, sojottaa sauvakierregalakseilla pään molemmin puolin suora tukeva sarvenpätkä. Kierteet alkavat vasta tämän sauvan päästä.

Muuten näillä kahdella biisonityypillä ei ole eroja. Sauvakierregalakseja on myös isoja ja pieniä, käyräsarvisia ja melkein suorasanaisia.

Sauvakierregalaksissa kulkee galaksin ytimen läpi leveä, suora »sauva». Galaksin kierteet alkavat sauvan päistä. (Kuva: Palomar-observatorio)

Ellipsigalaksit

Sarvokkaiden biisonien häkistä on lyhyt matka seuraavaan häkkiin, jonka kyljessä lukee »Ellipsigalaksit».

Täällä vaeltelee isoja pyöreitä norsuja. Ne ovat aivan piirteettömiä, niillä ei näy edes jalkoja tai korvia tai häntää. Kärsänsäkin nämä tavalliset norsut näyttävät pitävän piilossa.

Ellipsigalaksit muistuttavat muodoltaan pallomaisia tähti-joukkoja, mutta ovat kooltaan valtavan paljon suurempia, kokonaisia isoja linnunratoja.

Norsut eivät paljonkaan eroa toisistaan. Jollakin on hieman laihemmat kyljet kuin toisilla, ja joukossa on selvästi pienempiä ja isompia yksilöitä. Mutta samanlaisia pallomahoja ne ovat kaikki.

Suuri ellipsigalaksi M84 sijaitsee Neitsyen tähdistössä. (Kuva: Palomar-observatorio)

Epäsäännölliset galaksit

Vielä vaikeampi tehtävä kuin linssigalaksien luokittelu on edessä seuraavan häkin luona. Täällä asustavat epäsäännölliset galaksit.

Näitä eläinraukkoja ei ole huolittu mihinkään muuhun häkkiin. Ne eivät ole biisoneita, eivät norsuja eivätkä niiden välimuotojakaan.

Osa epäsäännöllisistä galakseista on niin sekasortoisia, että pahaa tekee. Varmastikin niille on jossakin kehitysvaiheessa tapahtunut paha onnettomuus. Ehkä ne ovat joutuneet tappeluun toisten jättiläisten kanssa.

Osassa näitä otuksia on sentään biisoninkin tunnusmerkkejä. Vaikka raajat harottavat sinne tänne, näkyy karvaisessa päässä sarvenkierteitä. Ne vain eivät ole niin hyvässä kunnossa kuin oikeilla biisoneilla.

Tämän häkin rujot asukkaat ovat merkinä siitä, että savannilla vallitsee ilmeisesti viidakon laki.

Eteläiseltä pallonpuoliskolta näkyvä Suuri Magellanin pilvi luokitellaan epäsäännölliseksi galaksiksi. (Kuva: Euroopan eteläisen observatorio)

Kääpiögalaksit

Lisää todisteita savannilla käydyistä taisteluista saamme kahden seuraavan aitauksen ääressä. Ensimmäisessä asuu heikkoja kääpiöitä, toisessa mahtavia jättiläisiä, jotka syövät seuralaisiaan.

Kääpiögalaksit ovat samanlaista surkeaa joukkoa kuin epäsäännölliset galaksit. Kääpiögalakseilla on kyllä ihan oikeita kierre- tai ellipsigalaksin tuntomerkkejä. Ne ovat biisoneita tai norsuja, mutta hyvin pieniä ja näivettyneitä yksilöitä.

Muutamat kääpiöt näyttävät siltä, että niiden heiveröisyys

Sekstantin tähdistön kääpiögalaksi suuren kaulkoputken läpi nähtynä.

on synnynnäistä. Ne ovat kerta kaikkiaan saaneet alkunsa muita pienempinä. Osa taas on ilmeisesti jäänyt vahvempia kohdatessaan alakynteen ja menettänyt osan elinvoimastaan vastustajalleen.

Taivaan galakseilla kohtaamiset merkitsevät usein sitä, että suurempi galaksi painovoimallaan vetää pienemmästä tähtiä itseensä. Näin suuri lihoo ja pieni laihtuu.

Viereisellä sivulla: Kentaurin tähdistössä olevaa galaksijoukkoa hallitsee jättiläismäinen ellipsigalaksi. (Kuva: NOAO/Cerro Tololon observatorio)

Jättiläisgalaksit

Kaikkein suurimmat galaksit ovat varsinaisia ahmatteja. Ne eivät ole tyytyneet vain näykkäämään palasia kumppaneistaan, vaan ne ovat kohdatessaan voineet nielaista pienempänsä karvoineen pävineen.

Ison galaksin vetovoima saattaa olla niin vahva, että pieni galaksi voi siihen osuessaan hajota kokonaan, ja pienen galaksin tähdet jäävät kaikki ison galaksin vangiksi.

Jättiläisgalaksien häkissä näkyy ylensyöneitä norsuja eli suuria ellipsigalakseja. Ne ovat paisuneet niin muodottomiksi, ettei niitä enää kunnolla norsuiksi tunnista. Osa jättiläisistä taas on valtavia biisoneja, kierregalakseja.

Rengasgalaksit

Äärimmäinen muoto törmäyksessä syntyneestä galaksista on rengasgalaksi. Iso galaksi on siinä kulkenut suoraan toisen galaksin keskeltä läpi ja vienyt koko galaksin keskustan mennessään.

Jäljelle on jäänyt pelkkä rengas. Se on muodoltaan kuin jättiläiskäärme, joka yrittää syödä häntäänsä.

Harvinainen rengasgalaksi nimeltään VV285. (Kuva: NOAO/Kitt Peakin observatorio)

Seyfertin galaksit

Galaksien osastossa on tähän asti ollut näytteillä rauhallisia eläimiä. Monessa otuksessa on kyllä jälkiä menneistä kahi noista, mutta taistelujen ajat ovat niiltä ohi.

Nyt olemme kuitenkin tulossa uudenlaisten eläinten luo. Täällä aidat ovat paljon vahvempia, ja katsojia kehoitetaan pysymään kauempana. Täällä asuu vihaisempia otuksia.

Ensimmäinen häkki on varattu suurille biisoneille. Häkin kyljessä lukee »Seyfertin galaksit». Nimensä ne ovat saaneet löytäjänsä, amerikkalaisen tähtitieteilijän Carl Seyfertin mukaan.

Täällä on samantapaisia sarvipäitä kuin normaalien biiso-

Seyfertin galaksit ovat kierregalakseja, joiden keskusosa lähettää tavallista paljon kirkkaammin säteilyä. (Kuva: Haiton Arp, Mt. Wilsonin observatorio)

nien häkissä. Mutta nyt biisonien silmissä palaa julma tuli ja ne sylkevät ja kuopivat ympärilleen suuria pölypilviä.

Seyfertin galaksit kuluttavat energiaa niin nopeassa tahdissa, että ne eivät varmaankaan jaksu riehua pitkää aikaa. Iän karttuessa ne luultavasti rauhoittuvat tavallisiksi biiso-neiksi.

Radioteleskoopin kuvassa itse galaksi näkyy pienenä pisteenä kuvan keskellä ja sen molemmilla puolilla on valtavat siivet, jotka lähettävät radiosäteilyä. (Kuva: Yhdysvaltain kansallinen radiotähtitieteen observatorio)

Radiogalaksit

Toinen vihaisten jättiläisten häkki on varattu norsuille. Täällä käyskentelee isoja norsuja, jotka eivät ensi silmäyksellä juurikaan eroa rauhallisista veljistään, tavallisista ellipsigalakseista.

Mutta kun näitä norsuja, radiogalakseja, katsellaan radioteleskoopilla, on kuva toinen. Itse norsu näkyy radiokuvassakin kirkkaana, mutta norsun edessä ja takana näkyvät mahtavat radiosiivekkeet. Näyttää siltä, että norsu on ojentanut kärsänsä suoraksi, nostanut häntänsä pystyyn ja purskauttanut molempiin suuntiin valtavat roiskaukset. Ne ovat levinneet avaruuteen ihmeellisiksi siiviksi.

Kvasaarit

Seuraavassa häkissä asuvat kaikkein raivokkaimmat ja jännittävimmät galaksit. Ne ovat eläintarhamme dinosauruksia: mahtavia voimanpesiä, kaukaisia ja arvoituksellisia. Lähitienoilla niitä ei ole lainkaan, mutta syvältä menneisyydestä erotamme niiden jälkiä. Ja jäljet ovat pelottavat.

Kvasaarien tutkimista vaikeuttaa se, että ne ovat kaikki niin tavattoman kaukaisia. Avaruuden tähtitarhassa dinosaurukset käyskentelevät tuolla aivan taivaanrannan tuntumassa, ja tehokkaimmallakin kiikarilla ne näkyvät vain pieninä pisteinä.

Kvasaarit syytävät ympärilleen hirvittäviä määriä energiaa. Ne ovat paljon voimakkaampia kuin mitkään muut tähtitarhan otukset. Ne säteilevät valoa, radioaaltoja ja röntgensäteitä, ja monet niistä suihkuttavat ainetta ympärilleen radiogalakseen tavoin.

Kvasaarien ajatellaan olevan nuoria galakseja, ei aivan vastasyntyneitä, mutta galaksinuorukaisia, jotka riehuvat ympäriinsä Huoruutensa huumassa. Näiden dinosaurusten arvellaan ajan mukana kehittyvän ja lopulta rauhoittuvan tavallisiksi biisoneiksi tai norsuiksi.

Mutta mistä dinosaurusten energia on peräisin? Mikä saa kvasaarit toimimaan niin voimakkaina? Onko sama energianlähde pienemmässä mittakaavassa myös Seyfertin galakseissa ja radiogalakseissa?

Kvasaarit näkyvät meille pelkkinä pisteinä. Tästä kvasaarista lähtee voimakas valosuihku. Alla taiteilijan näkemys kvasaarin ytimestä. Jättiläismäisen mustan aukon ympärillä on hurjaa vauhtia pyörivä ainekiekko, joka säteilee kaikkia tunnettuja säteilylajeja. Kiekkopuristaa navoilta ulos ainesuihkut. (Piirros: Nasaj)

Supermassiiviset mustat aukot

Tähtitaivaan viestit kertovat, että dinosaurusten, kvasaarien, sydän on tavattoman pieni. Se on tuskin aurinkokuntamme kokoinen, vaikka itse otus on suuri kuin Linnunrata.

Tiedämme vain yhden voimanlähteen, joka mahtuu aurinkokunnan kokoiselle alueelle ja joka tuottaa energiaa yhtä paljon kuin kymmenet kokonaiset galaksit. Se on niin sanottu supermassiivinen musta aukko.

Tähtien yhteydessä kerrottiin tähdenkokoisista mustista aukoista, mustista panttereista. Täällä galaksien osastossa kaikki on suurempaa. Täällä pantterikin on jättiläiskokoa. Voimme kuvitella, että kvasaarien sydämessä ei ole vain yksi pantteri, vaan miljoonia panttereita riehuu siellä yhdessä tiukassa kerässä. Ja tulos on sen mukainen; siinä kipinät todella säkenöivät. Tavallisen pantterin raivoaminen on hytynen ininää tämän superpantterin rinnalla.

Voimme olla tyytyväisiä, että kaikki kvasaarit ovat turvallisen kaukana taivaanrannassa. Siellä ne saavat taistella keskenään omia jättiläisten kamppailujaan.

Yksi tunnetuimmista gravitaatiolinssistä on ns. Einsteinin risti (oikealla). Keskellä on galaksi, jonka painovoimakenttä taivuttaa kaukaisen kvasaarin valoa. Kvasaarista näkyy neljä eri kuvaa. Seuraavalla aukeamalla on kaaviokuva gravitaatiolinssistä. (Valokuva on otettu Hubble-avaruusteleskoopilla.)

Gravitaatiolinssit

Taivaalta on löytynyt muutamia kvasaareja, jotka näkyvät kahtena tai jopa neljänä: vieri vieressä on useita kuvia samasta hirviöstä. Meidän ja kvasaarin välissä täytyy olla jotakin, mikä hajottaa kvasaarin valon useaan osaan. Hajottajaa sanotaan gravitaatiolinssiksi.

Täällä eläintarhassa on yhden häkin seinässä kaukoputki,

Galaksi taivuttaa kaukaisen kvasaarin valoa ja muodostaa kvasaarista kaksi tai useampiakin kuvia. (Piiros: Tähdet ja Avaruus)

jolla voimme katsoa kvasaaripareja ja sitä gravitaatiolinssiä, joka ilmiön aiheuttaa.

Näemme kaukoputkellamme kaukana ison norsun ja huomaamme, miten vielä kaukaisemman kvasaarin valo heijastelee norsun ihosta meidän kaukoputkeemme. Valo voi heijastua vaikkapa norsun kaikkien jalkojen kiiltävästä ihosta. Näemme tällöin neljä lähekkäistä valopistettä. Tai valo heijastuu kahdesta jalasta, jolloin pisteitä on kaksi.

Todellisessa gravitaatiolinssissä kvasaarin valo taipuu ison galaksin painovoimakentässä, ja galaksin eri puolilta kulkeneet valonsäteet saavat aikaan eri kuvat.

Gravitaatiolinssinä toimivat norsut ovat joka tapauksessa saaneet uudenlaisen tehtävän: ne pystyvät välittämään lisätietoja tähtitarhamme kaukaisemmista asukkaista.

Galaksijoukot

Galaksitarhamme biisonit ja norsut ovat yhtä seurallisia otuksia kuin muutkin eläntarhan asukkaat. Ne viihtyvät parhaiten laumoissa.

Pienimmissä laumoissa, galaksipareissa, on vain kaksi jäsentä. Tuolla on kaksi biisonia pyörimässä hidasta piirileikkiä toistensa ympärillä. Tuolla taas pikkubiisoni kiertelee isompaa serkkuaan.

Tyypillisessä laumassa on kuitenkin parikymmentä jäsentä. Sarvekkaat biisonit, pyöreät norsut ja muu suurriista käyskentelevät samoissa laumoissa. Laumassa on tavallisesti pari jättiläisgalaksia ja suuri joukko pienempiä. Esimerkiksi meitä lähimpänä vaeltavassa joukossa on kolme suurta biisonia, Linnunrata, Andromedan galaksi ja Kolmion galaksi.

Linnunradan vieressä kulkee pari epäsäännöllisempää pikku otusta, kun taas Andromedan biisonia saattelee muutama kääpiönorsu. Myös muut parikymmentä jäsentä tässä paikallisessa laumassa ovat kääpiökokoisia galakseja.

Kauempana savannilla näkyy isompiakin laumoja. Suurimmissa ja tiheimmissä joukoissa on satoja jäseniä. Joukkojen keskellä näkyy usein muutamia ylensyöneitä norsuja. Näissä tiheissä laumoissa biisonit pysyttelevät yleensä reumemmalla eivätkä yritä tunkea isojen norsujen sekaan.

Galaksit ovat kerääntyneinä laumoiksi niin kauas kuin silmä vain yltää. Joissakin paikoissa laumoja on vierivieressä, ja sinne muodostuu ehkä tuhansien yksilöiden »superjoukko».

Kun katselemme vielä pitemmälle ja näemme vielä suurempia alueita, huomaamme eläinten ja laumojen muodostavan salaperäisiä kuvioita. Ehkä muodostelmat kertovat jota-

kin koko maailmamme rakenteesta, ehkä jopa jotakin sen synnystä?

Nyt meidän on aika astua eläintarhamme viimeiseen ja arvoituksellisimpaan osastoon.

Suuri galaksijoukko Herkuleen tähdistössä. Useimmat kuvan valopisteet ovat galakseja, joissa on miljardeja tähtiä. (Kuva: NOAO/ Kitt Peakin observatorio)

6. Maailmankaikkeus - arvoitusten tähtitarha

Aikaisemmissa häkeissä katselimme yhtä avaruuden otusta kerrallaan ja koetimme selvittää sen ominaisuuksia. Tähti tarhamme alkupäässä häkit ja eläimet olivat pieniä, loppu päässä yhä suurempia.

Nyt olemme tulleet viimeiseen osastoon. Täällä meidän pitäisi katsoa luonnonpuistoamme — maailmankaikkeut tamme — lintuperspektiivistä ja muodostaa itsellemme kuva siitä kokonaisuudessaan. Mihin asti se ulottuu? Miksi se on sellainen kuin on? Ja mitä on taivaanrannan takana?

Avaruus näyttää ulottuvan loputtoman kauas. Katsomillepa mitä säteilyä tahansa tai käytämmepä mitä kaukoputkea hyvänsä, emme missään näe maailmankaikkeutemme rajaa.

Eläinlaumat vaeltavat savannillamme verkkaisesti sinne tänne. Mutta kun niiden liikettä seuraa tarkemmin, huomaa kin yllättävän yhteyden laumojen etäisyyden ja liikkeen suunnan välillä.

Laajeneva maailmankaikkeus

Lähialueilla ei vielä huomaa eläinten liikkeessä mitään outoa. Mutta kun suurilla kaukoputkilla katselemme kauas kohti taivaanrantaan, näemme miten kaikki otukset ajautuvat yhteen ja samaan suuntaan.

On yhdentekevää, mihin eläinten kärsä osoittaa tai minne niiden askeleet vievät. Silti kaikki kiitävät pois päin. Ikään kuin mahtava näkymätön käsi vetäisi niitä.

Paossa on selvä kaava: mitä kauempana meistä eläin on, sitä suurempi on sen nopeus. Savannin puolivälissä vauhti on vielä kohtuullinen, mutta taivaanrannan lähellä meno on jo huimaa.

Kun tutkimme ilmiötä vielä tarkemmin, huomaamme että vauhdissa eivät olekaan pelkät eläimet. Myös savannin puut ja kivet ottavat osaa samaan pakoon.

Tämän voi selittää vain yhdellä tavalla: koko savanni laajenee! Se ei olekaan kiinteä, jäykkä pinta, vaan se on joustava ainetta, joka koko ajan venymistään venyy.

Voimme ajatella, että allamme ei olekaan kiveä, vaan elämme valtavan ilmapallon pinnalla. Joku jättiläinen puhaltaa palloon koko ajan lisää ilmaa ja pallon pinnalla kaikki pisteet etääntyvät toisistaan.

Maailmamme onkin suurimmassa mittakaavassa hyvin outo paikka!

Kaukaiset galaksit etääntyvät meistä sitä nopeampaa vauhtia, mitä kauempana ne ovat. (Neitsyen galaksijoukko. Kuva: NOAO/Kitt Peakin observatorio)

Puuttuva aine

Avaruuden laajeneminen on vain yksi niistä ihmeellisistä ilmiöistä, joita täällä viimeisessä osastossa tulee eteemme. Toinen on puuttuvan aineen arvoitus.

Tämäkin ilmiö näkyy eläinlaumojen liikkeistä. Se vaivaa kaikkia suuria laumoja, niin lähellä kuin kaukana.

Eläinten liikkeet kavaltaavat, että savannilla on piilossa jotakin tuntematonta. Tuolla lauma pakenee ilman mitään näkyvää syytä. Tuolla taas jättiläiseläimet käyttäytyvät ikään kuin ne ajaisivat takaa jotakin saalista. Paikalla näkyy kuitenkin pelkkää tyhjää.

Laumojen liikkeistä on arvioitu, että valtaosa tähtitarhan asukkaista on piilossa. Ne otukset, joita me olemme häkeissä tarkastelleet, ovat vain kymmenes- tai sadasosa savan nimme koko asujaimistosta. Lopusta yhdeksästäkymmenestä tai yhdeksästäkymmenestä yhdeksästä eläimestä emme ole vielä nähneet vilaustakaan. Tai jos olemme vilauksen nähneet, emme ole niitä eläintarhan asukkaiksi oivaltaneet.

Todellisessa avaruudessa puuttuvan aineen olemassaolo näkyy tähtien ja galaksien liikkeestä. Ne liikkuvat monesti vauhdikkaammin kuin niiden pitäisi. Niihin vaikuttaa selvästi suurempi painovoima kuin tunnetulla aineella on. Jos sakin on piilossa tuntematonta ainetta.

Mitä ihmettä tuo piileskelevä aine voi olla? Siitä on esi-

*Galaksiparien ja galaksi-
joukkojen liike kertoo, että
avaruudessa on piilossa run-
saasti näkymätöntä ainetta.
(Galaksipari »Leikkivät hii-
ret». Kuva: Palomarin obser-
vatorio)*

tetty monenlaisia arvauksia. Ehkä se on kääpiögalakseja. Tai hiljaisia mustia aukkoja. Tai ehkä suunnaton, koko avaruuden täyttävä lauma pieniä näkymättömiä hiukkasia.

Joka tapauksessa tämä maailmankaikkeuden ehdottomasti tavallisin aine on vielä löytämättä.

Galaksimuurit

Seuraava omituinen seikka savannillamme on eläinlajien jakautuminen.

Savannimme on hyvin piirteetön ja kaikkialla samanlainen. Täällä ei ole näkyvissä vesiuomia tai suojaavia metsiköjä. Näissä oloissa odottaisi eläinlaumojen jakautuvan hyvin tasaisesti.

Mutta ei. Laumat — galaksijoukot — ovat kerääntyneet pitkiksi ketjuiksi ja renkaiksi. Joissakin paikoissa on laaja tyhjä alue, mutta sen reunoilla on sitten lauma toisensa vieressä.

Paikoin näkyy mahtavan pitkiä eläinjoukkoja, kuin valtavia muureja jotka ulottuvat yli savannin.

Mikä on saanut aikaan tällaisen jakautuman? Syytä ei tiedetä, mutta jakautuman arvellaan olevan peräisin kaukaisilta ajoilta, jolloin galaksit olivat vasta syntymässä.

Galaksijoukkojen jakautuma ei ole suuressa mittakaavassa tasainen, vaan joukot ovat kerääntyneet pitkiksi ketjuiksi ja renkaiksi. Kuvassa jokainen piste vastaa yhtä galaksia.

Kosmiset jätteet

Yksi mahdollinen syy galaksien nauhamaiseen jakautumaan ovat kosmiset jätteet. Ne ovat maailmankaikkeuden alkuhetkillä syntyneitä »valuvikoja», kuin pitkiä railoja avaruuden tyhjiydessä. Näihin näkymättömiin railoihin oli aluksi kerääntyneenä valtavasti energiaa, ja siksi ne vetivät ainetta puoleensa. Galaksiketjut ja itse galaksitkin saattoivat saada alkusysäyksensä kosmisten jätteiden ansiosta.

Voimme verrata kosmisiä jätteitä vaikkapa vesisuoniin. Savannimme syntyessä pinnalla risteili vesiuomia ja puroja, ja vastasyntyneet eläimet kerääntyivät tietysti vesien äärelle.

Myöhemmin vedet ovat kuivuneet, mutta savannimme eläinlaumat pysyttelevät edelleen samoilla sijoillaan.

Toiset elämänmuodot

Avaruus on suunnattoman suuri ja maapallomme on vain pieni hiekanjyvä linnunradan tähtitarhoissa. Ja samanlaisia valtavia linnunratoja ulottuu silmäkantamattomiin.

Onko ihminen ainoa katselija täällä avaruuden tähtitarhassa? Eikö olisi omituista, jos koko maailmankaikkeudessa vain täällä yhden linnunradan syrjäisessä kolkassa, aivan tavallisen tähden pienellä planeetalla olisi syntynyt älyllistä elämää?

Tähtitieteilijöistä tuntuu paljon todennäköisemmältä, että elämää on muuallakin, monessa paikassa ja erilaisia elämänmuotoja.

Miksi sitten vieraita olentoja ei ole nähty? Mutta onhan niitä nähty, kiirehtivät ufoihmiset ja humanoidiuskovaiset heti huudahtamaan. Joudumme kuitenkin jättämään todisteiden puutteessa nämä uskotellut havainnot syrjään.

*Seuraavatko
vieraat olen-
not jo meidän
touhujamme ?
(Piirros:
Matias
Päättalo)*

On monia luonnollisia syitä, miksi ihminen ei ole vielä saanut yhteyttä toisiin sivilisaatioihin. Avaruuden välimatkat ovat hirvittävän pitkät, eikä nykytiede tarjoa ainuttakaan nopeaa tapaa matkustaa tähdestä toiseen.

Jopa viestit kulkevat tähtien väliä vain matelemalla. Ihminen alkoi lähettää radiomerkkejään vasta muutamia vuosikymmeniä sitten. Nyt nämä viestit ovat ohittaneet lähimmät tähdet. Voi kestää satoja tai tuhansia vuosia, ennen kuin mahdolliset lähinaapurimme kuulevat sanomamme ja ehtivät vastaamaan.

Tai ehkäpä linnunradassa jo tiedetään meidän olemassaolomme. Ehkäpä ihminen itse on kosmisessa eläintarhassa korkeampien olentojen katsottavana. Kenties meidän touhujamme seurataan koko ajan tarkkaavaisesti tai huvittuneesti niin kuin ihminen voi seuralla muurahaisten puuhia.

Mutta kun ihmisen tietoisuus karttuu, tiede kehittyy, kokemuspiiri kasvaa ja aikaa kuluu, yhteydenoton todennäköisyys kasvaa. Jonakin päivänä täällä eläintarhassamme astelee polunmutkan takaa vastaamme muukalainen. Se hetki ei ehkä ole edes kaukana.

Kosminen taustasäteily

Savannimme yllä väreilee outo hehku. Se ei näy paljain silmin eikä edes lämpökameralla. Mutta radiosäteily paljastaa sen.

Mistä tämä ylimääräinen lämmönhitunen voi olla peräisin? Kun katsomme kohti taivaanranta, lämpö näyttää kasvavan. Kun muistamme, että kauemmas katsoessamme näemme myös pitkälle menneisyyteen, tulee hehkun arvoitus vielä oudommaksi. Menneisyydessä avaruus oli siis lämpimämpi kuin nykyään.

Hehkulle on voitu keksiä yksi ainoa selitys. Se on jäännemaailmankaikkeuden alkuräjähdyksestä. Maailman on tähtynyt saada alkunsa valtavan kuumassa tilassa.

Laajentaessaan avaruus on vähitellen jäähtynyt, kunnes se on saavuttanut nykyisen tilansa. Vain heikko lämmönhito on jäljellä sanoin kuvaamattoman kuumasta, kaiken täyttäneestä tulipätsistä.

Maailmankaikkeuden ikä

Miten maailman alkuhetki voidaan ajoittaa? Tähän on pariakin keinoa. Koska kaukaiset eläimet, galaksit, ajautuvat koovaa kyytiä meistä poispäin, voidaan tilannetta laskea taaksepäin ja arvioida, kuinka kauan sitten kaikki olivat samassa pisteessä.

Tällä tavalla saadaan alkuhetki arvioiduksi noin 15 miljardin vuoden päähän menneisyyteen.

Toinen keino on arvioida tähtien iä. Tunnetun näiden taivaan karhujen elämänsäajan jo aika hyvin synnystä kuolemaan asti. Voimme muutamista tuntomerkeistä arvioida niiden iän.

Kaikkein sitkeimmät karhuvanhukset näyttävät olevan yli kymmenen miljardin, jopa lähes 18 miljardin vuoden ikäisiä.

Koska molemmat menetelmät antavat suunnilleen saman tuloksen, voimme tämänhetkisten tietojen perusteella arvela, että tämä on kaikkeuden ikä. Noin 15 miljardia vuotta sitten maailma sai alkunsa.

Amerikkalainen COBE-tekokuu on löytänyt avaruuden taustasäteilystä epätasaisuutta, joka voi antaa selityksen galaksien syntyyn. Kuvassa koko taivas on kuvattu soikion sisään, ja kirkkausserot merkitsevät pieniä eroja taustasäteilyn lämpötilassa. (Kuva: Nasa)

Maailman alku

Avaruuden laajeneminen ja kosminen taustasäteily kertovat, miten maailma syntyi: valtavassa alkuräjähdyksessä.

Kaikki maailmankaikkeuden aine ja energia oli pakkautuneena yhteen kohtaan, sanoin kuvaamattoman pieneen, kuumaan ja tiheään alkumunaan. Se räjähti hajalle.

Sekunnin ensimmäisen murto-osan aikana avaruudessa ei ollut muuta kuin säteilyä. Seuraavina hetkinä syntyivät energiasta kaikki alkeishiukkaset, ja noin miljoonan vuoden iässä maailmankaikkeuteen muodostuivat vetyatomit.

Avaruus oli nyt täynnä leviävää kaasua. Se tiivistyi joidenkin siemenien — ehkä kosmisten jäänteiden — ympärille galakseiksi. Galakseihin muodostui miljoonia tiivistymiskeskuksia, joista syntyi tähtiä.

Näin avaruuden tähtitarhamme on saanut alkunsa.

Mutta mitä oli *ennen* alkuräjähdyistä? Mistä syntyi tuo alkumuna, kaiken aineen ja energian ja elämän äiti?

Sitä me emme tiedä. Fyysikoiden uusissa teorioissa pidetään mahdollisena, että se syntyi itsestään tyhjästä. Ennen alkuräjähdyistä ei ollut mitään, ei ainetta, ei energiaa, ei avaruutta, ei aikaa. Ei mitään.

Toiset ehkä haluavat ajatella, että maailma luotiin. Jokin korkeampi olento sanoi: »Tulkoon valkeus!» Ja valkeus tuli.

Tai ehkä ennen alkuräjähdyistä oli olemassa toinen maailmankaikkeus, joka luhistui yhteen pisteeseen valtavassa viimeisessä rysäyksessä. Edellinen avaruus antoi siemenen seuraavalle.

Mutta mitä oli ennen *sitä* avaruutta? Ehkäpä vielä edelli-

nen avaruus — ja edellinen — ja edellinen — loputtomiin. Ehkä maailma on aina ollut ja on aina oleva.

Saiko maailma alkunsa mahtavasta »alkumunasta», joka räjähti ja muodosti kaiken tunnetun aineen ja avaruuden? Laajenevasta räjähdyspilvestä muodostuivat vähitellen galaksit ja niihin syntyi tähtiä ja planeettoja — ja elämää. (Pirroos: Alain Dufourcq, Sciences et avenir)

Toiset maailmankaikkeudet

Laskut kertovat, että maailman synnyn sekasortoissa tilas saattoi yhtä aikaa syntyä *useita* maailmankaikkeuksia. Ei vain tämä meidän oma tuttu tähtitarhamme, vaan erilaisia tähtitarhoja. Jokaisessa saattavat vallita hieman eri lait, ja siksi niissä olisi hieman erilaisia asukkaita. Muutamat eläin tarhat saattaisivat olla täysin tyhjiä, muutamissa voisi olla pelkkiä hirviöitä, ja jotkin olisivat tällaisia monimuotoisia kuten omamme.

Eri maailmankaikkeudet voivat olla vierekkäin tai sisäkkäin, mutta niiden välillä ei ole käytännössä mitään yhteyttä. Emme voi mitenkään siirtyä toiseen avaruuteen emmekä millään keinoilla saada sieltä viestejä tai lähettää sinne viestejä.

Ainoa epävarma tie voisi kulkea mustien aukkojen murskaavan nielun kautta, mutta siellä jokainen kulkija ja jokainen viesti tuhoutuu tuntemattomaksi.

Me emme tiedä, mistä suunnasta tai millä tavalla voisimme ehkä joskus löytää toiset maailmankaikkeudet. Mutta ajatuksissamme voimme leikitellä sillä, minkälaisia ne olisivat ja minkälaisia olisivat niiden asukkaat.

Pääsemmekö koskaan näkemään toisia maailmankaikkeuksia? Puupiirros 1800-luvulta.

Maailman loppu

Olemme tulleet avaruuden tähtitarhamme viimeiseen kolkkaan. Meillä on pohdittavana enää yksi arvoitus: Millainen on maailmamme tulevaisuus?

Tiedämme, että laajenevalla maailmankaikkeudella on edessään kaksi mahdollisuutta. Se voi jatkaa laajenemistaan ikuisesti, tai laajeneminen voi pysähtyä ja muuttua supistumiseksi. Mutta me emme tiedä, kumpi näistä mahdollisuuksista toteutuu tämän nimenomaisen maailmankaikkeuden kohdalla.

Jos avaruus laajenee ikuisesti, on kaikilla edessään hidas

kuolema. Karhujen elinkaaret kuluvat loppuun, ja ne kaikki kuolevat. Hyönteisparvet — kaasut — leviävät niin harvaksi, että uusia eläimiä ei enää synny. Kaikki tähdet sammuvat, maailma pimenee.

Galaksien keskustassa riehuvat pimeyden keskellä jättiläispannat, mustat aukot, jotka ovat nielleet galaksien kaiken aineen. Ne ovat tavattoman pitkäikäisiä, mutta eivät ikuisia. Lopulta nekin kuolevat ja hajoavat avaruuteen.

Kun lukemattomat aikakaudet ovat kuluneet ja avaruus on laajentunut ja laajentunut, on kaikki liikkumatonta ja tyhjää ja kylmää. Vain tyhjä avaruus jatkaa laajentumistaan.

Ikuinen laajentuminen merkitsee jätävää loppua. Supistuminen taas tuo kuumaa loppua. Maailman aine alkaa ajautua yhä tiivimpään tilaan, galaksit syöksyvät toisiinsa ja hajoavat, tähdet tuhoutuvat, ja lopullisessa luhistumisessa kaikki aine ja energia sulloutuu yhteen sanoin kuvaamattoman pieneen ja kuumaan ja tiheään pisteeseen.

Voi aivan vapaasti valita, kummalla tavalla haluaa maailmamme kuolevan! Totuus ei selviä aivan lähivuosina.

Liite: Tähtitiede Suomessa

Tähtitiedettä opetetaan Suomessa kolmessa yliopistossa: Helsingissä, Turussa ja Oulussa. Pienin tähtitieteen laitos on Oulussa, ja siellä tutkitaan esimerkiksi aurinkokuntamme planeettoja.

Turun yliopiston tähtitieteen laitos toimii Tuorlassa. Siellä rakennetaan tarkkoja tähtitieteen havaintolaitteita ja tutkitaan esimerkiksi kvasaareja ja koko maailmankaikkeuden rakennetta. Tuorlaan perustettiin 1991 myös kansallinen tähtitieteen tutkimuskeskus.

Laajin tähtitieteen laitos on Helsingissä, jossa on tutkimusryhmiä useilla tähtitieteen tärkeillä aloilla. Helsingiläiset tutkivat mm. aurinkokuntaa, aurinkoa ja muita tähtiä, tähtienvälistä ainetta ja galakseja.

Tähtitiede on hyvin kansainvälistä. Suomalaiset tekevät havaintoja mm. Kanarian saarten yhteispohjoismaisella kaukoputkella, Chileen rakennetulla ruotsalais-eurooppalaisella radioteleskoopilla ja Krimin observatorion kaukoputkilla. Suomalaiset ovat mukana myös useiden avaruusluotainten ja tähtitieteellisten tekokuiden tutkimushankkeissa.

Suomalaiset tekevät kansainvälistä huippututkimusta, vaikka tähtitieteilijöiden lukumäärä Suomessa on suhteellisesti vähäinen.

Tähtiharrastajien lukumäärä (koko väkilukuun nähden) sen sijaan on Suomessa maailman huipputasoa. Suurin tähtiharrastusseura on Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, jossa on lähes 6 000 jäsentä. Se julkaisee mm. Tähdet ja Avaruus -lehteä. Jos olet kiinnostunut tähtitieteestä tai tähtiharrastuksesta, sinun kannattaa kysellä lisätietoja Ursasta osoitteesta Laivanvarustajankatu 9 C, 00140 Helsinki, puh. 90-174 048, faksi 90-657 728.

Hakemisto

- Aleksanterin vyöhyke 12
Andromedan galaksi 106, 123
asteroidi ks. pikkuplaneetta
Aurinko 52
aurinkokunta 25-, 98
aurinkotuuli 15, 49
bolidi ks. tulipallo
ellipsigalaksit 109
elämänmuodot 134
galaksijoukot 123, 133
galaksimuurit 132
galaksit 101—
gammaipurkautujat 72
gravitaatiolinssit 121
halot 12
heijastussumut 87
Hevosennäätäsumu 86
Jupiter 26, 35
jättiläisgalaksit 113
kaasusumut 89
kaksoistähdet 60
kierregalaksit 105, 108
komeetta ks. pyrstötähti
kosminen taustasäteily 136
kosmiset jätteet 133
kuut 40
kvaasarit 118-122
kääpiögalaksit 111
laajeneminen 128, 142
linnurata 103, 123
Maa 26, 32
maailman alku 138
maailman ikä 137
maailman loppu 141
maailmankaikkeus 127-
Mars 26, 33
Merkurius 26, 29
meteori ks. tähdenlento
meteoritit 47
meteoroidit 47
Metsähovin radioteleskooppi 69
molekyylipilvet 96
mustat aukot 74-76, 120, 142
muuttuvat tähdet 61
Nemesis 53
Neptunus 26, 38
neutronitähdet 66-73
novat 62
Orion 55
pikkuplaneetat 42
pimeät sumut 86
planeetta X 43
planetaariset sumut 91
Pluto 39
pulsarit 67, 99
punaiset jättiläiset 56, 91
puuttuva aine 130
pyrstötähti 19, 45
pölykiekot 97
radiogalaksit 117
raketit 21-22
rengasgalaksit 114
renkaat 46
revontulet 15
ruskeat kääpiöt 59
röntgenpulsarit 71
röntgenpurkautujat 69-71
sateenkaaret 12
satelliitti ks. tekokuu
Saturnus 26, 37
Seulaset 87
Seyfertin galaksit 115
Sirius 59
sivuaurinko 13
Stefanin viisikko 102
supernovat 63-65, 92
tekokuut 20
tulipallo 18-19
tähdennnot 17-19
tähdet 51-, 94-95
tähtienvälinen avaruus 83-
tähtijoukot 78-81
ufot 23
Uranus 26, 38
valaisevat yöpilvet 16
valkoiset aukot 76
valkoiset kääpiöt 58, 62
Venus 26, 31
yläjättiläiset 57