

Tiede & Luonto

Kenian Taitavuorilla uhkaa syntyä uusia lajeja

► Linnut laulavat jo eri rytmillä pieniksi pirstoutuneissa metsiköissä

Petri Pellikka
Nina Himber

TAITAVUORET. Itä-Afrikan Itäisten Kaarivuorten 4 000 kasvilajista yli kolmannes on endemisiä eli kotoperäisiä. Toisin sanoen niitä ei esiinny missään muualla. Vuorten lajisto alkoi kehittyä oimintakeiseksi, kun Afrikan ilmasto kuivui ja mantee-reen metsät vetäytyivät länteen. Vuoristometsät jäivät eristyksiin savannien ja ruohostojen keskelle.

Historia toistaa nyt itseään Kaarivuoriin kuuluvilla Taitavuorilla Kaakkois-Keniassa. Ihmisen vaikutus johtaa uusien eläinlajien syntyyn, ennustaa lintuututkija **Mwangi Githiru**.

Vuorten pienet alkuperäiset metsälaikut kutistuvat entisestään, kun rinteille raivataan maatalousmaata ja metsästä kerätään puuta.

Alkuperäisten metsien välissä metsiköissä kasvaa muualta tuotuja puulajeja. Ne eivät käy elinalueiksi varsinkaan matelijoille ja sammakkoeläimille.

Myöskään taitavuorten koto-peräisiä lintuja, kuten taitanrastasta (*Turdus helleri*) ja taitanvalkosilmää (*Zosterops silvanus*), ei tavata mäntymetsäissä.

Sammakotutkija John Measey kerää näytteitä Chawian, Sagalan, Mbololon, Kasigaun ja Ngangaon metsien sisiliskoista, kameleonteista ja sammakoista. Eläimet ovat vielä ulkoisesti samankaltaisia. Dna-näytteet ovat kuitenkin osoittaneet, että eri metsälaikujen eläinten genotyyppeissä on eroja.

Metsien kunto vaikuttaa myös sammakoiden lisääntymis- ja elinolosuhteeseen, kertoo Measey. Stressi heikentää sukupuoliviettiä.

Seksittömintä sammakoiden elämä on Chawiassa, josta löytyi muutaman tunnin kiertelyn aikana useita tuoreita puunkaatoja. Kasigaun metsä on luonnontilainen, ja siellä sammakot lisääntyvät vilkkaasti.

Lintumies Mwangi tutkii Taitavuorten koto-peräisen taitanrastan populaatioita. Hän kiertää metsiä rengastaen verkkoihin jääneet taitanrastat ja taitanvalkosilmät.

Lisäksi hän rengastaa myös laajalle levinneitä lajeja, kuten valkokahtipunarinotia (*Pogonichla stellata*).

Lintujen kynnärtaipen laskimista otetuista verinäytteistä määritetään genotyyppi.



Istutusmetsissä kasvatetaan muualta tuotuja lajeja. Kuvassa Rongen mäntypiantaasia, josta puolet paloi 2002.



SATELIITTIKUVIA: CNES 2003, SPOTIMAGE, KUVANKÄSITTELY: BARNABY CLARK / HY. VALOKUVAT: HANS MATHEVE, PETRI PELLIKKA JA NINA HIMBERG. TEKSTI: PETRI PELLIKKA JA ANNIKA MUTANEN / HS. KUVANKÄSITTELY JA GRAFIikka: MAIJA ORAVA / HS.

Mwangin mukaan kuuluu kahdesta kolmeen lintusukupolvea, ennen kuin genotyypissä voidaan havaita muutoksia. Ulkoisissa ominaisuuksissa ei ole vielä eroja, mutta valkokahtipunarinotia laulaa jo Ngangaon, Mbololon ja Chawian metsissä eri nopeudella ja tahdilla, vaikka nuotti on sama.

Vaikka tutkijat haluavatkin periaatteessa löytää uusia eläinlajeja, Mwangi ei toivo evolutiion etenevän niin pitkälle. Eri metsälaikujen uudet lajit olisivat geneettisesti liian suppeita selviytyäkseen.

Pienissä populaatioissa myös lintujen sukupuolijakauma vääristyy. Chawiassa taitanrastanaaraita on jäljellä enää yksi ja koiraita kolmeitoista.

Häiriintyneistä metsistä kiinni saatujen lintujen vasemman ja oikean jalan pituus eroavat toisistaan. Epäsymmetrisyys näyttää korreloivan metsän kunnon kanssa, sanoo professori **Luc Lens** Gentin yliopistosta.

Vaikka lintu onkin lentävä eläin, päättyy eriparjalkainen yksilö helpommin petojen saaliiksi.

Metsien väheneminen ja rapistuminen uhkaa myös kasvilajeja. Maailman ainoat taitanpaavalinkukat (*Saintpaulia teitensis*) kasvavat Mbololon metsässä muutaman aarin kokoisella kallioihdalla.

Kukat saavat ravintonsa kalion sammaleisen pinnan valuvista. Myrskytuulet ovat kaatanee pahtaa suojaavia puita niin, että mikroilmasto on kuivunut ja ainutlaatuisen populaatio vaarantunut.

Taitavuorten koto-peräisten lajien elinkelpoisuutta voi pa-

rantaa kohentamalla metsälaikujen kuntoa ja kasvattamalla niiden kokoa.

Lisäksi alkuperäisistä puulajeista koostuvia metsiä pitäisi yhdistää ekologisilla käytävillä ja astinkivillä. Ne lisäävät eläinten liikkuvuutta laikujen välillä ja näin laajentaisivat parittelukumppanien valikoimaa.

Astinkiviksi sopisivat suotuisilla paikoilla sijaitsevat valtion omistamat istutusmetsät. Aluskasvustossa taimettuneille alkuperäisille lajeille saataisiin tilaa hakkaamalla männyt, sypressit ja eukalyptukset.

Näin plantaasit voisi ennallistaa alkuperäismetsiksi. Hakkuut ja istutukset rahoitettaisiin puukaupoilla.

Helsingin yliopiston maantieteen laitos on tutkinut Taitavuorten maankäytön ja kasvilisäyksen muutoksia vanhojen ilma- ja satelliittikuvien avulla. Eri lajien vaatimien elinympäristöjen laajuus voidaan mallintaa, kun kartoitetaan metsälaikujen koko, lajikoostumus ja laikujen välinen maankäyttö.

Tulosten perusteella Vurian, Chawian, Ngangaon ja Mbololon metsät voidaan yhdistää astinkivillä ja ekologisilla käytävillä. Hanke voitaisiin toteuttaa paikallisten viranomaisten ja yhteisöjen sekä East African Wild Life Society:n kanssa.

► **Petri Pellikka** on Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen geoinformaatiikan professori. **Nina Himberg** valmisteleepro gradu -tutkielmaa Taitavuorten ekoturismista.

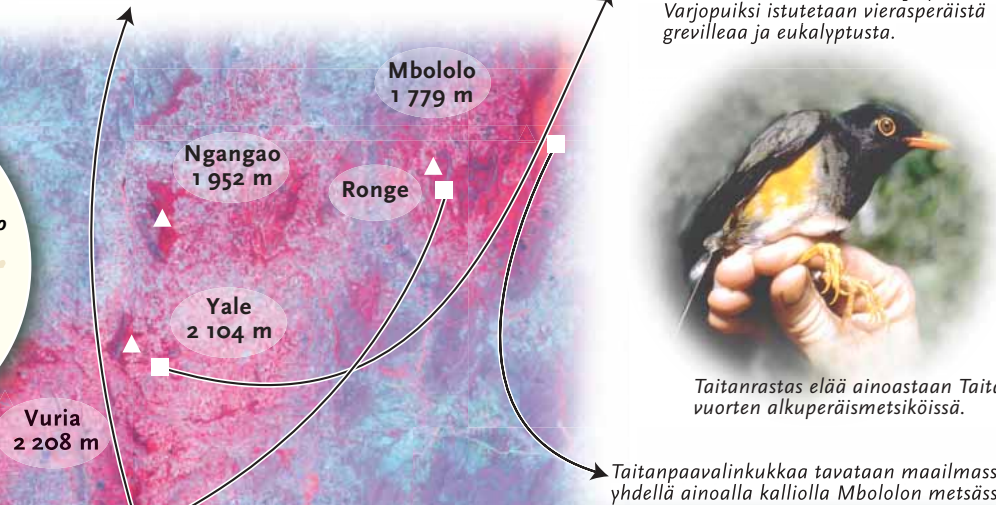
► Lisätietoja: www.helsinki.fi/science/taita

Taitavuorten metsistä on jäljellä vain pieniä laikkuja



Chawian alkuperäismetsä on rehevää ja monikerroksista.

Kasvava väestö tarvitsee viljelysmaata. Varjopuiksi istutetaan vierasperäistä grevilleä ja eukalyptusta.



Metsät näkyvät punaisina väärväritetyssä satelliittikuvassa. Joenvarsimetsät ja kosteikat erottuvat punaisina nauhoina.

Alkuperäistä vuoristometsää on jäljellä vain 12 laikkuu vuorten huipuilla. Suurimmat ovat Mbololo, 220 hehtaaria, Ngangao, 120 hehtaaria ja Chawia, 80 hehtaaria.



Taitanrastas elää ainoastaan Taitavuorten alkuperäismetsiköissä.

Taitanpaavalinkukkaa tavataan maailmassa yhdellä ainoalla kalliolla Mbololon metsässä.

TIETOKULMA

Sade putoaa Taitavuorille

► Taitavuorten sademäärä on parhaimmillaan yli 1 500 millia vuodessa. Se riittää ylläpitämään kosteaa vuoristometsää ja tuottoisaa maataloutta yli 1 400 metrin korkeudessa. ► Runsaimmat sateet tulevat kaakkoispuolelta ja kaakkoisrinteille pohjoispuolen jäädessä sateenvarjoo. Sateenvarjoalueella rinteet kasvavat kuivaa tyräkkimetsää ja tiheikköä. Ympäriöillä tasangoilla on kuivaa savannia ja

ruohostoa. Siellä sataa 200–500 millia vuodessa. ► Taitavuorilla on harjoitettu maataloutta pitkään. Siirtomaaisäntien 1900-luvun alun päiväkirjoissa kerrotaan, että rinteet olivat jo silloin viljeltyjä aina purojen lähtelle saakka. ► Vuorten kuiville ja metsätömmille alueille alettiin 1950-luvulla istuttaa vierasperäisiä puulajeja, kuten mäntyä, sypressiä ja eukalyptusta. ► Alkuperäisiä metsiä hakattiin

kiivaimmin Kenian itsenäistymisen jälkeen 1960-luvulla. Vertailemalla ilmakuvia vuosilta 1962 ja 1985 on arvioitu, että Mbololon ja Ngangaon alkuperäismetsien pinta-alasta hävisi 23 vuodessa 50 prosenttia ja Vurian metsistä 99 prosenttia. Alkuperäismetsät korvattiin osin istutusmetsillä. Alkuperäisten metsien hakkuu kiellettiin 1977.

Petri Pellikka



Savannin ympäröivät Taitavuoret keräävät pataatitulen tuomat sateet.

TIETOKIRJA

Aluksi kosmologi loihti multiversumin

► Paavi pääsi kotiin, toistelivat uutiset viime viikon. Taivaaseen – vai ehkä toiseen maailmaan, *multiversumiin*? Maailmankaikkeuden rakennetta hyvin tuntevat kosmologit eivät vielä ole löytäneet Taivasta, eikä myöskään Vatikaanin oma observatorio.

Fyysikot eivät puutu paavinakaan tapauksessa kysymyksiin, joista ei voi saada tietoa. Kosmologinen tietämys on kuitenkin kasvanut huikaisesti sukupolven aikana.

Ensi kertaa ihminen pystyy kertomaan tiedon eikä tunteen valossa, miten maailmanloppu tulee. Yhtä lailla koulukirjat kertovat 2000-luvulla lapsille ensi kertaa melko tarkasti, mikä on maailmankaikkeuden ikä.

Kosmologi Fred Adamsin *Elämää multiversumissa* on tajuunlaajentaja ilman huuvaavaa aineita. *Star Trekin* sanoin: matka jatkuu. Suomeksi kosmoksen reunoista kertoivat jo aiemmin *Maailmankaikkeuden elämäkertä* (Like 2002) ja *Planeetta Maan elämä ja kuolema* (Ursa 2003).

Kirjojen aikahaarukka ylittää käsityskyvyn rajat. Parhaimmillaan tekijät puhuvat *triljoonista* vuosista. Adams kaataa tarkalla otteella kaikki luomiskertomukset kaiken alusta ja lopusta. Tässä tiede menee nyt.

Elämää multiversumissa ei käännyttä, mutta kuivakkaankin se vakuuttaa. Adams vyöryttää lukijalle tukun luonnonvakiota, yksiköitä, joihin oleva nojaa – ja tietyt tyypitteletähdet, sillä niissä on kaikki: alku, elon ainekset ja loppu.

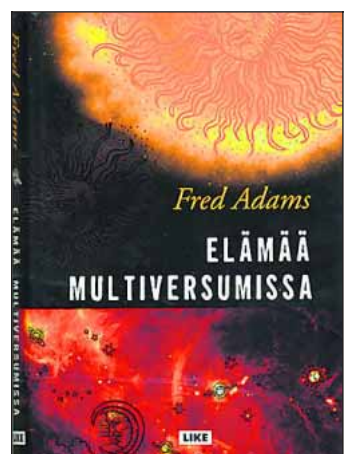
Kirjan sisällysluettelo on karu mutta kattava: *alku-fyysikkomaailmankaikkeudet-galaksit-tähdet-planeetat-elämä*. Kaikkea tätä Adams selittää fyysikan, kemian ja biologian näkökulmista ja lähes ilman kaavoja. Tekijä ei kuitenkaan malttanut välttää mystiikkaa ja lukumagiaa. Alkuperäisen kirjan alotsikko kun on *A Book of Genesis in 0 + 7 Chapters*.

Kirjaa ei voi pitää hauskana, mutta väliin Adams leikittelee kosmisella sanastolla: *kosminen teollisuusalue, kosmoksen pelivara galaksin kurjalistoseudulla, komeettojen muinainen flipperti*...

Elämä universumissamme vasta todella alkaa, kun elämä maapallolla päättyy. Tämä on kirjan huikainen viesti.

Tähdet ohjaavat kohtaloamme. Tuleva elämä kehittyi universumin rauhaisten tähtien, eli punaisista tähtikäpiöistä siirtyviksi muuttuvien tähtien alla. Ne takaavat lähiseudulle energiaa pitkään, jopa biljooniksi vuosiksi.

Oma Aurinkomme ei kuulu tähän sarjaan. Se tuhoutuu jo muutamassa miljardissa vuodessa. Silloin elämä maapallolla päättyy ehkä bakteereja lukuunottamatta: mikrobit elävät



Fred Adams: *Elämää multiversumissa*. Suom. J. Pekka Mäkelä. Like 2004. 302 sivua. 28,80 e.

ehkä tähtipölyissäkin. Elämän suhteen maapallo ja sen biosfääri ovat siis aloittelijoita.

Tähtien kehityksen valossa kaikki maanpäällinen on kuin evoluution harjoitusmaasto.

Alkuaineet, joista koostumme, syntyvät tähdissä ja niiden supernovissa. Ihmiset ovat osanneet selittää sen vasta 1950-luvulta. Yksi selittäjä, fyysikko **Hans Bethe**, kuoli juuri.

Adams kertoo tuttua ihmisen alasajoa kosmoksessa aina Kopernikuksen löydöistä galaksijoukkojen loputtomuuteen. Sitten hän pudottaa ihmistä vielä pykälän taka-alalle.

Ihminen ei ole universumin keskipiste, mutta ei universumikaan kaikkeen. Se on vain yksi universumi multiversumissa.

Suomentaja J. Pekka Mäkelän teksti soljuu verrattuna siihen, miten vaativa ja maailmoja syleilevä aihe kosmologia on. Käännyksessä olisi voinut tuuhia joka sivulla, mutta Mäkelä pujoittelee kosmologian triljoona porttia loistavasti.

Ihmisen emäsparien määrässä toistuu kylläkin kertaluokan virhe. Kirjaan on toisaalta tajuuta päivittäin Wmap-luotaimen mittaus maailmankaikkeuden iästä 13,7 miljardiin vuoteen.

Lopussa täysin asiallinen Adams innostuu hieman, kun hän pohtii ihmisen jatkoa. Ei ole mitään järkeä kuvitella, että evoluutio saapuisi nyt 2000-luvulla päätepiesteeseensä, jos kerran kotitähmemekin on "aloittelija" universumissa.

Jatkaisiko siis tietoisuus joskus muussa muodossa, eikä vain osana ihmistä, vaikka tietoverkoissa tai piisirun levyillä? "Tulisikin uskaltaa kysyä lette-vottomuutta herättävä, mutta samalla tavattoman kiehtova kysymys – mitä seuraavaksi?", Adams lopettelee.

Elämää multiversumissa käy tähänastisen tiedon reunaamalla. Se ravistelee laaja-alaisena lukijan maailmankatsomusta. Siksi se kelpaisi mainiosti niin tieteenfilosofian, biologian kuin vaikkapa uskontotieteen oppikirjaksi.

Timo Paukku

TIEDON JYVÄT

Jättihanke tutkii ihmisen asutusreitit

► Maantieteellinen seura National Geographic ja tietokonejätti IBM aikovat selvittää suurhankkeessa ihmisen esihistorian asutusreitit.

Genographic-hanke kerää dna-näytteet yli sadaltatuhanelta ihmiseltä, pääasiassa alkuperäiskansoilta ympäri maailmaa. Näytteet tutkitaan ja jaksotetaan superlaskinten avulla.

Geneetikot, antropologit ja lingvistikot uskovat, että lopultakin saamme melko täydellisen kuvan siitä, kuinka ihmiskunta asutti maapallon.

"Tämä on kuin antropologian Apollo-hanke", sanoo *Genographicia* johtava geenitutkija **Spencer Wells** viita-taan kuumatkoihin 1969–1972. Hanke työllistää joukon



Sadalla dollarilla voi lähettää dna:nsa ihmisen esihistorian tutkijoille ja päästä selville myös omista etäisistä sukujuuristaan.

maailman huippugeneetikkoja ja maksaa noin 40 miljoonaa dollaria.

Tutkijat uskovat, että muuttaman vuoden kuluttua on luotu suurin geneettinen tietokanta kautta aikojen. Nykyihmisen eli *Homo sapiensin* alkuperä on jo aiemmin sijoitettu geeninäytteiden

avulla Afrikan, noin 200 000 vuoden päähän. Sieltä esivanhemmamme lähtivät matkaan ehkä noin 60 000 vuotta sitten.

Tutkijat tarkentavat nyt ihmisen matkareittejä laske-malla X- ja Y-kromosomien muuttamista tuhansien vuosien aikana.

Ydinkysymyksiä ovat: Mitkä ovat Afrikan vanhimpia väestöjä? Risteytykö nykyihminen koskaan Neandertalin ihmisen kanssa? Ylittikö ihmisen Tyynenmeren tullessaan Amerikoihin, tai jopa Atlantin?

Genographic tutkii myös, löytyisikö **Aleksanteri Suuren** sotaretkistä geneettisiä jälkiä. Tutkijat haluavat tietää senkin, ketkä asuttivat ensiksi Intian.

Hankkeen johto vakuuttaa, että sillä ei ole mitään aikeita hyödyntää geneettistä tietokantaa esimerkiksi patentein. Työ halutaan luovuttaa ihmiskunnan yhteiseksi perintöomaisuudeksi.

Maailman väestö sekoittuu

nyt liikkuvuuden takia niin tehokkaasti, että tieto ihmiskunnan geneettisestä juurista on *Genographicin* johdon mukaan häviämässä.

Bisnestäkin *Genographic* tekee. Tavalliset ihmiset pääsevät osaksi tietokantaa rahalla. Sadan dollarin paketti sisältää välineet dna-näytteen ottamiseen sekä dvd:n ja taustatietoja.

Näyte pitää ottaa pumpulipuikolla posken limakalvosta. Luovuttaa saa kuuden viikon kuluttua tuloksia omasta esihistoriastaan, jos tietokannasta löytyy sukulaisten jäljille vieviä geenijaksia. HS

► www.nationalgeographic.com/genographic/participate.html

Kevyt herätys älykellolla

► Muutkin kuin murosikäiset haluavat aamulla paiskata herätyskellon seinään. Monesti

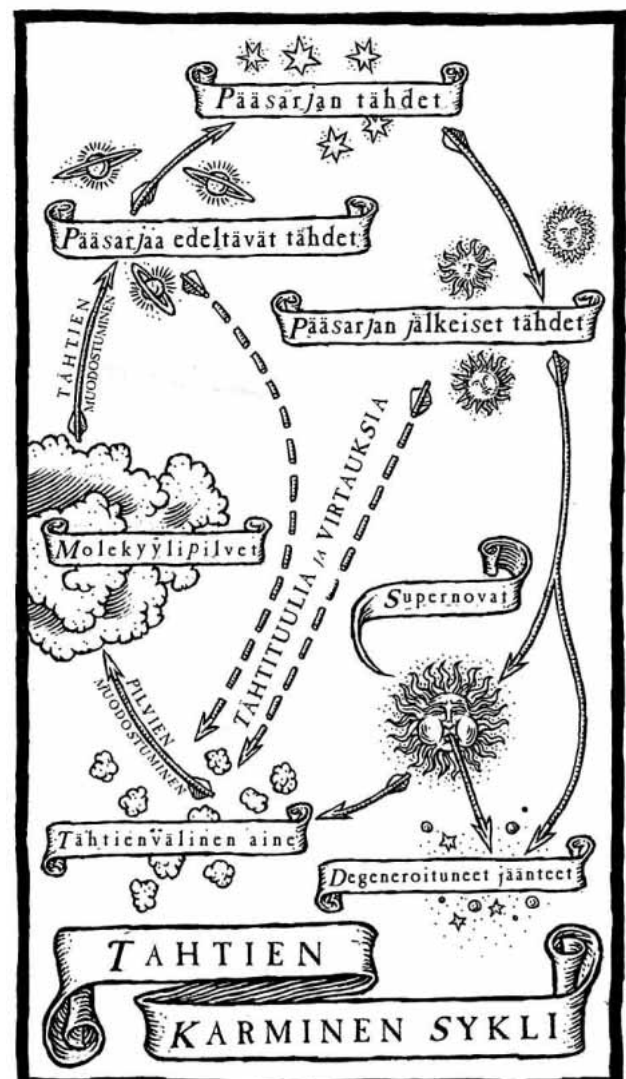
synnä on se, että kello herättää ihmisen kesken raskaimman unen.

Uusi älykäs herätyskello SleepSmart voi pelastaa montaa aamua ja työpäivää. Se mittaa otsapannan avulla nukkuvan ihmisen kolmea unirytmää: unen kevyttä jaksoa, syvää unta eli hidas-aaltounta ja vilkeunta eli REM-vaihetta.

Jaksot toistuvat yön aikana noin 90 minuutin välein. SleepSmart lähettää tiedot langattomasti herätyskelloon. Kelloon pitää vain asentaa viimeisin kellonllyömä, jolloin pitäisi herätä. Kello herättää nukkuvan ihmisen sitä edeltävässä kevyessä vaiheessa.

Keveyestä unesta herätetty on ainakin aamulla topakampi kuin syvästä unesta herätetty. Nokkelan herätyskellon kehittänyt Brownin yliopiston opiskelijat Rhode Islandilla Yhdysvalloissa.

Tuotetta odotetaan markkinoille 2006, kertoo *New Scientist*. HS



Kirjan kuvitusta aineen ja energian kiertokulusta maailmankaikkeudessa. Aurinko, Maa ja ihminen syntyivät tähtienvälisistä aineista ja sellaisiksi ne myös joskus palaavat.