

Seepia

Torstai 16.12.1999



- Seepia on viisas
 - Shakki syntyi sodasta
- Punasolut tuikkivat kuin tähdet
 - Prokofjev ja Stalin
- Salaisia viestejä

Tässä numerossa

2. Pääkirjoitus
TEEMU VARIS
3. Seepia
AAPO AHOLA
8. Romeo, Prokofjev ja Julia
JAAKKO
KORTESCHARJU
14. Shakin siirtojen historiaa
PETRI ARVO
16. Lehtori-Pekka-Pirin-
Kilpikonnan teko-ohje
SAMPO TIENSUU
21. Rakkauden semantiikkaa
TUUKKA MUROKE
22. Luonnon geometriaa
SAMPO TIENSUU
27. Kertomus perhosta
AAPO AHOLA
28. Kryptologia
EINAR KARTTUNEN
32. b-säteily
EINAR KARTTUNEN
34. Miksi punasolut välkkyvät?
SAMPO TIENSUU

Seepia on Ressun lukion oppilaskunnan julkaisema neljä kertaa vuodessa ilmestyvä yleissivistävä lehti. Se jaetaan ilmaiseksi kaikille kouluyhteisömmen jäsenille.

Päätoimittaja:

Teemu Varis

Toimituskunta:

Aapo Ahola

Petri Arvo

Einar Karttunen

Jaakko Kortesharju

Tuukka Muroke

Sampo Tiensuu

Toimitukseen voi ottaa yhteyttä sähköpostitse:

seepia@seepia.cjb.net.

Olemme kiitollisia palautteesta

Artikkelien tekijänoikeudet ovat niiden kirjoittajilla.

Kuvien tekijänoikeuksien haltijat on mainittu niiden vieressä..

Julkaisun tai sen osien kopioiminen on kielletty lukuun ottamatta kopiointilain mukaista osittaista kopiointia opetustarkoituksiin tai yksityiskäyttöön.



Tiedon harhatie

Tieto on muotia. Tai tarkemmin sanottuna tietoon liittyvät käsitteet: tietotekniikka, tietojenkäsittely ja tiedon valtatie ovat hokemia, joihin törmää mitä eriskummallisimmissa yhteyksissä. Itse tietoa tunnutaan kuitenkin halveksittavan, sen siirrosta ollaan paljon kiinnostuneempia kuin sen tuottamisesta, jakamisesta kouluissa ja omaksumisesta. Suomalaiset päättäjät suuntaavat kaiken tarmonsä talouskasvun turvaamiseen, koulutus sen sijaan jää tyystin vaille huomiota. Opetusministerin virka on kaukana arvostetuimmista, ja aina löydetään joitain tärkeitä asioita, joiden maksumiehiksi opiskelijat ja oppilaitokset joutuvat. Kuitenkin panostus koulutukseen on paras sijoitus tulevaisuutta varten: seuraavalla vuosituhanella tarvitaan ennenkaikkea hyvin koulutettuja, asiansa osaavia ihmisiä. Tutkimusprojekteille on hankala löytää rahoitusta - elleivät ne sivua tietotekniikkaa. Vähänkin syrjäisemmät kirjastot toimivat jatkuvan lakkauttamisuhan alla. Näiden asianhaarojen valossa on vaikea ymmärtää puheita, joiden mukaan Suomi olisi tietoyhteiskunnan edelläkävijä. Päinvastoin, muutaman vuosikymmenen päästä maamme saattaa hyvinkin olla kehityksessä joukon hännillä, jolle epäkohtiin kiinnitetä ripeästi huomiota.

Yhteiskunnan asennoituminen tietoon näkyy myös tiedotusvälineissä. Valitettavan usein tiedonvälitystä tehdään tiedonvälityksen vuoksi: sisältö jää puuttumaan. Viestimet pursuavat pikauutispuuroa ja kevyttä viihdettä. Sen sijaan tieteisiin, taiteisiin ja yhteiskunnallisiin ilmiöihin syvällisesti paneutuvia tv- ja radio-ohjelmia sekä lehtiä saa hakemalla hakea, usein tuloksetta. Tätä syntynyttä tietotyhjiötä osataan täyttämään perustettiin Seepia. Lehtemme tarjoaa lukijoilleen pintakuohuja syvemmältä aiheeltaan luotaavia artikkeleita, joiden laadun takaavat lahjakkaat, innokkaat ja asiaansa vihkiytyneet toimittajat. Useat artikkelit käsittelevät luonnontieteitä ja matematiikkaa, ilmestyyhän Seepia LUMA-koulussa. Kuitenkin lehdessämme kirjoitetaan myös humanistisista tieteistä ja taiteista: mielestämme ei ole mitään syytä syrjiä tiettyjä aiheita toisten kustannuksella, sillä laaja-alaisen yleissivistyksen rakentamisen pitäisi olla itse kunkin päämäärä.

Sivistynyt ihminen on utelias. Häntä polttaa halu saada tietää kaikista asioista maan ja taivaan välillä - ja niiden ulkopuolella. Tähän on mahdollisuus jokaisella, jolla on Seepia hyppysissään. Arvon lukijat, tarttuka ihmeessä tilaisuuteen ja ottakaa selville, mikä seepia on.





SEEPIA on



Seepiaa käytettiin 1700- ja 1800-luvuilla kirjoittamiseen, piirtämiseen ja akvarellien laveeraamiseen: seepia oli mustanruskeaa värinestettä, jota saatiin mustekaloista. Nykyään synteettiset valmisteet ovat korvanneet seepiavärinesteen, ja seepialla ymmärretäänkin tätä nykyä erästä mustekalalajia, *Sepia officinalis*. Tarkalleen ottaen *Sepia officinalis* on vain eräs seepia, sillä kaikki sen kanssa samaan lahkoon kuuluvat merinilviäiset ovat seepioita.

Seepioiden tarkempi taksonomia on esitetty sivulla 7. Seepiat on siis lahko, joka jakautuu viideksi heimoksi, kymmeneksi suvuksi ja edelleen ainakin 135 eri lajiksi. Tuntemattomiakin seepioita löytyy luultavasti vielä valtamerten syvänteissä. Seepioita on sentin mittaisista kääpiömustekaloista aina 1,5-metrisiin meripetoihin. Lajien - etenkin varsinaisten seepioiden (Sepiidae-heimo) - perusfysiikka ja käyttäytyminen on kuitenkin hyvin samankaltaista. Tekstissä keskitytään lä-

hinnä *Sepia officinalis*¹⁾ eli tavalliseen mustekalaan eli seepiaan.

Seepian ruumiinrakenne

Seepialla on nilviäisille ominainen ruumiinrakenne: ei tukirankaa, pehmeä sisälmyspussi jota peittää ja pitää koossa vaippa, sisälmyspussia suojaava kalkkinen kuori, pää sekä jalka, joka on mustekaloilla muuntunut lonkeroiksi.

1) *officinalis* ⇔ rohdoksena käytetty

Seepioiden kalkkikuori on sisäinen, eli se sijaitsee vaipan alla toisin kuin esim. kotiloilla. Kilpimäinen kuori on vaipan erittämä ja se antaa seepian ruumiille sen tunnusomaisen muodon. Kuoren alapuolella on mikroskooppisia ilmalokeroita. Pumpaamalla vettä sisään ja ulos kuoren alta seepia säätelee lokeroitten ilman tilavuutta ja siten kelluntaansa, nousuaan tai vajoamistaan. Kuorensisäisen ilman ansiosta seepia ei joudu uintiliikkeillään tekemään työtä maan vetoa vastaan, ja sen uinti onkin hyvin kevyen näköistä.

Seepiat ovat kaksikiduksisia ja niiden kidukset sijaitsevat vatsapuolella olevan *vaippaontelon* perällä. Mustekaloilla, myös seepialla, on tehokas verenkierto. Kiduksilla on oma sydämensä huolehtimassa veren kierrosta hapenottoelimissä. Lisäksi seepioilla on varsinainen sydän erityisessä *sydänpussissa*, ja mm. *Sepia apamalla*, suurimmalla tunnetulla seepialla, on peräti kolme sydäntä pumpaamassa sinistä verta. Pääjalkaisilla on muista nilviäisistä poiketen valtimoiden lisäksi laskimoita. Tämä yhdessä ylimääräisen sydämen kanssa nopeuttaa verenkiertoa ja aineenvaihduntaa. Seepioilla on myös munuaispari ja maksa.

Seepia ei ole yhtä vilkasliikkinen ja nopea kuin sukulaisensa tursaat. Seepian kylkiä reunustaa pitkä poimu, ns. eväreunus, jonka aaltomaisen liikkeen avulla seepia ui eteenpäin rauhallisesti. Uidessa lonkerot ovat yhtenäisenä kimpuna, mutta seepia voi myös uida käyttäen lonkeroita airojen tavoin.

Seepiat viihtyvät enimmäkseen lämpimissä rantavesissä hiekka- tai mutapohjalla. Tosin on joitakin syvien vesien lajeja, joita tavataan satojen metrien syvyyksistä. Seepian jalka so. lonkerot eivät ole yhtä pitkät kuin tursaila. Seepia ei siis voi kiivetä maalle vaeltamaan ja metsästäämään, kuten jotkut tursaat. Seepiat eivät

liioin pysty elämään kuiville nostettuina kuin hetken.

Ruokailutapa on julma

Seepioiden ruuansulatuskanava on U-kirjaimen muotoinen. Huulten reunustama suu sijaitsee lonkeroiden yhtymäkohdassa. Seepialla on linnunomaisen sarveisnokka, raastinkieli ja ruokatorvi, joka johtaa mahalaukuun.

Seepiat ovat kymmenlonkeroisia. Niillä on kahdeksan tavallista, ruumista lyhyempää lonkeroa ja kaksi pitkää pyydystyslonkeroa. Pyydystyslonkerot sinkoutuvat esiin vain saaliiseen tarraamisen ajaksi. Muulloin ne ovat vedettyinä muiden lonkeroiden lomaan piiloon. Seepia pyydystää ravinnokseen katkarapuja, rapuja ja muita äyriäisiä, pieniä kaloja, muita nilviäisiä ja jopa lajitovereita. Seepiat eivät ole kovin nopeita, joten ne pyydystävät ruokansa lähinnä väijyksistä.

Ruokailutapahtuma on seuraavanlainen: Seepia väijyy uhriaan ja kun tämä on tarpeeksi lähellä, seepia sinkoaa pyydystyslonkeronsa kohti uhria. Pyydystyslonkeroiden päissä on imukupien täyttämä leventymä, johon

uhri tarttuu. Seepia vetää uhrin suunsa ja muiden lonkeroiden ulottuville. Kun saaliseläin on viety suuhun, nokkamaiset leuat paloittelevat uhrin ja erityinen raastinkieli, radula, rikkoo saaliseläimen ihon.

Raastinkieli l. radula on nilviäisille tyypillinen kitiinistä (samasta polysakkaridista kuin hyönteisten suojakuoret) koostuva viila- tai raspimainen työkalu, jossa on teräviä hampaita riveissä. Kielen ulkoreunalla olevat vanhimmat hammasrivit hajoavat, ja keskeltä kasvaa jatkuvasti uusia. Kieli on sauvamaisen lihas-rustoelementin (odontofori) tukema ja sananmukaisesti riipii ja raastaa uhrinsa rikki. Sylkirauhasten erittämä sylki hienontaa ravintoa ennen mahalaukkua. Kahdeksan lonkeroa eri tentakkelia irrottelevat saaliista lihanpalloja imukuppeillaan, joita vahvistavat sarveisrenkaat. Ruokailu käy hyvin nopeasti ja hallitusti.

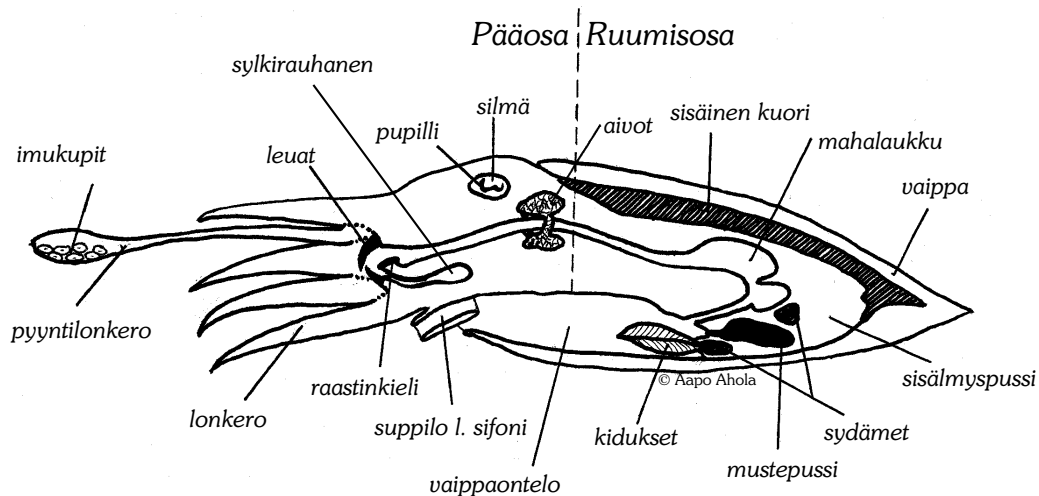
Sifoni auttaa puolustautumaan

Sifoni on mustekaloille ominainen kaulan alapuolella oleva suppilo, joka lähtee vatsan vaippaontelosta. Vaippaonteloa avaamalla ja sulkemalla musteka-



© Don R. Trowbridge

Kuva 4: Lonkeroiden keskeltä pilkistää suu.



Kuva 5: Seepian sisältö.

Seepian ruumista silmäillessä ymmärtää, miksi se kuuluu luokkaan nimeltä pääjalkaiset. Seepian lonkerot vastaavat muiden eläinten jalkoja. Lonkeroiden alapinta on imukuppien täyttämä, mutta pyyntilonkeroissa imukuppeja on vain päissä. Kuvaan on piirretty puolet seepian lonkeroista.

Seepian niskassa on vaipan raja, sillä vaippa ei peitä päätä eikä lonkeroita. Vaipan alla on kalkkikuori, "valaansuomu", jota englannin kielessä kutsutaan nimellä cuttlebone (engl. cuttlefish=seepia). Kuolleiden seepioiden kuoria voi löytää runsaasti eteläisten merien rannoilta.

Vatsapuolella olevassa vaippaontelossa on kidukset. Normaalisissa uinnissa vesi virtaa sifoniin ja sieltä ulos vaipan ja vatsan välisen aukon kautta. Nopeat spurtit tapahtuvat suihkuttamalla vesi ulos suppilon kautta.

Seepian pupilli on hauskan muotoinen ja muistuttaa hieman kreikkalaisen kirjaimiston pientä oomegaa.

la kierrättää vettä kiduksiensa kautta. Vaippaontelon perällä on kidusten lisäksi mustekalan peräaukko ja mustepussin aukko. Tavallisesti seepia päästää sisään ottaman veden vaipan ja kaulan välisestä aukosta. Tarvittaessaan voimakkaampaa ja kohdistettua vesisuihkua seepia voi kuitenkin syöstä veden sifonin kautta. Sifonia voi käännellä eri suuntiin. Tällä suppilollaan seepia ohjailee itseään ja tekee nopeita syökyjiä.

Seepia avaa ja supistaa vaippaonteloaan lihastensa avulla. Seepialla on kehon suuntaisia, pitkittäisiä lihaksia ja rengasmaisia, kehon ympäri kulkevia lihaksia. Kun eläin supistaa pitkittäislihaksiaan ja rentouttaa rengaslihaksiaan, vaippaontelo laajenee ja vesi täyttää sen. Sitten eläin supistaa rengaslihaksensa ja rentouttaa pitkittäislihaksensa, jolloin vaippaontelo puristuu kokoon ja vesi suihkuu ulos.

Sifonilla ja vaippaontelolla on tärkeä merkitys mustekaloille. Se auttaa puolustautumaan niitä saalistavilta hailta, pyöriäisiltä, hylkeiltä, hammasvalailta, delfi-

neiltä ym. ahdistelijoilta kolmella tavalla.

1) Seepia voi kaivautua piiloon hiekkaan tai liejuun. Tällöin vesisuihku pölyttää merenpohjaa ja nostattaa veteen irtohiekkaa tai mutaa, joka hautaa seepian alle.

2) Seepia voi suihkuttaa sifonillaan vettä nopeasti eteenpäin, jolloin seepia itse sinkoutuu taaksepäin ja voi välttää vaaran.

3) Seepia voi purkaa mustepussinsa sisällön ja ruiskuttaa sen suppilon kautta veteen. Mustevarasto on nopeasti uusiutuva: seepia pystyy värjäämään 20 kuutiometriä vettä muutamassa minuutissa. "Savuverho" voi saada vihollisen hämilleen tai eksyksiin, jolloin seepia pääsee pakenemaan. On myös joitakin todisteita siitä, että muste eliminoisi kalojen hajuaistia.

Seepian muste koostuu melaniinista ja mucuksesta. Melaniini on proteiini ja pigmenttiaine, joka antaa musteelle tunnusomaisen värin. Mucus (lat. mucus = lima) on sidosaine, joka säätelee mustepilven muotoa. Mustekala

käyttää nimittäin erilaisia musteannoksia: on puolustautumispilviä, jotka ovat laajoja ja leviävät helposti. Lisäksi on houkutuspilviä eli tiheitä, pieniä mustepisaroi- ta, joissa on paljon mucusta. Näillä seepiat houkuttelevat uteliaita saalistajia lähelleen.

Seepia on kehittynyt aisteiltaan ja aivoiltaan

Seepialla on päässään hyvin kehittyneet silmät, jotka ovat nisäkkäiden silmien kaltaiset. Silmän yläpuolella on luomen kaltainen ihopoimu, jolla seepia ei kuitenkaan kykene sulkemaan silmäänsä. Pupilli on kameramainen ja kuva kohdistuu verkkokalvolle. Ero nisäkkäiden silmiin on vain siinä, että seepia tarkentaa liikuttamalla silmän linssiä, kun taas nisäkkäät muuttavat silmänmunan muotoa.

Seepialla on herkkä kuulo ja se aistii veden värähtelyjä muutenkin kuin korvillaan. Seepian arvellaan myös voivan maistaa

makuja suunsa aistinsoluilla.

Seepian pään tukirakenne on rustomainen kallo. Aivot ovat suhteellisen suuret ja renkaan muotoiset. Mielenkiintoinen yksityiskohta on, että seepian esofagus eli ruokatorvi kulkee suoraan aivojen läpi. Seepian hermosto on erittäin kehittynyt ja toimiva. Hermojärjestelmästä vain kolmasosa sijaitsee aivoissa; loput on hermoratoina ja ganglioina eli hermosolmukkeina sen ruumiissa. Tämä antaa seepialle erinomaisen kontrollin jäseniinsä. Millään selkärangaisella ei ole yhtä hyvää pienten kehonaluueiden kontrollintakykyä.

Seepiat ovat nilviäisten älymystöä. Viime vuosina niiden muisti ja oppimiskyky on tullut laajan tutkinnan kohteeksi. Nämä mustekalat pystyvät ehdollistumaan kuten hiiret ja muistamaan eri kuvioita, joskin kuvioiden peilikuvat tahtovat mennä yli ymmärryksen.

Kromatoforit venyttävät pigmenttipintaa

Seepioiden kuultavan ihon alla on valtava määrä soluja, joiden pinnassa on erivärisiä pigmenttejä: keltaista, oranssia, punaista, ruskeaa, sinistä, mustaa ja valkeaa. Kussakin solussa on oma värinsä ja kunkin solun ulkopintaan on kiinnittynyt viisi pientä lihasta. Tämä kokonaisuus on nimeltään kromatofori eli pigmenttisolu. Väripigmenttisolut ovat kromatoforeja tai iridoforeja ja valkeasta vastaavat pigmenttisolut leukoforeja.

Kromatoforit muuttavat seepian väritystä, kun kromatoforin lihakset supistuvat ja rentoutuvat. Lihasten supistuessa solun ulkopinta-ala kasvaa, ja solun väri peittää suuremman alueen. Kun seepian kaikki samanväriset pigmenttisolut ovat toiminnassa, värjäytyy se hetkessä tietyn väriseksi. Toisaalta jokin väri voidaan ”kytkeä pois päältä” rentouttamalla

kromatoforin lihaksia.

Kromatoforit ovat siis kehittyntä rasteritekniikkaa ja siitä huolehtii seepian erinomainen hermojärjestelmä. Värin ja kirjailun muutokset seepian iholla voivat tapahtua alle sekunnissa. Normaali väritys on seepramaisesti raidoitunut, pohjaväritään harmahtava tai vaaleanruskea. Punainen on tyypillinen varoitusväri tursailia ja seepioilla. Monet väritykset liittyvät suoja- tai naamiokuvointiin ja mukailevat pohjahiekkaa tai vesikasvustoja.

On tutkittu ja pohdittu, millaisia viestejä seepiat voivat värinmuutoksilla toisilleen välittää. Ennen luultiin niiden lähinnä kertovan muille sukupuolensa, mutta nyttemmin niiden on havaittu ”juttelevan” toisilleen kromatoforeillaan jopa tuntikausia. Vielä ei voida varmasti tietää, mistä viestinnässä on kyse.

Elinikä on lyhyt

Seepiat ovat kehittyneisyydestään huolimatta lyhytikäisiä. Niillä ei ole toukkavaihetta, vaan vastakuoriutuneet poikaset muistuttavat paljolti aikuisia. Seepiat ovat aluksi ryhmissä, mutta niiden aggressiivisuus karttuu iän myötä. Aikuisina ne ovat melko epäsoisiaalisia petoja ja hyökkäilevät lajitovereitaankin vastaan. Ne pariutuvat vain kudun ajaksi.

Elinikä on tavallisella seepialla 1,5-2 vuotta. Ne lisääntyvät elämässään kerran ja kuolevat pian kudun jälkeen.

Parittelumenojen aikana

seepioiden väriiloisto on hienoimillaan. Ne kokoontuvat laumoiksi, pariutuvat ja tanssivat vaiheikkaan ”parittelutasinsa”. Sen päättyessä koiras hedelmöittää naaraan munasolut. Tätä varten yksi koiraan lonkeroista on muuntunut muista ulkonäöltään ja muodoltaan. Tämän lonkeron päässä olevissa siittiöpesäkkeissä siittiöt saa siirrettyksi naaraan vaippaonteloon.

Seepiat lisääntyvät munista. Muiden mustekalojen tavoin seepianaaras munii munat yksitellen ja kiinnittää ne yhteen eräänlaisiksi ”tertuiksi”. Munia tulee 20-30 kappaleen erinä ja munien koko vaihtelee lajeittain pähkinästä viinirypäleeseen, muoto on päärynämäinen. Naaras värjää munat omalla seepiallaan tummiksi. Tästä johtuvan olemuksensa takia seepioiden munaryypäitä kutsutaankin ”merirypäleiksi”. Munien kuoriutuminen vie pari kuukautta.

Ihmiset syövät

Seepiat ovat yksilömäärältään hyvin runsaita merieläimiä. Niitä on runsain mitoin lähes kaikilla lämpimillä rannikkovesillä. Niitä on myös aina hyödynnetty.

Mustetta seepioista ei enää kerätä, mutta kalkkikuoret käyvät kaupaksi edelleen. Ennen niistä tehtiin tuhansia tonneja kosmetiikan ja rehuteollisuuden raaka-aineita, nykyään niitä käytetään häkkilintujen kalkki- ja suolakivinä.

Seepiat ovat tärkeä kalas-



Kuvat 6a ja 6b:
Suomessa myytäviä seepiajaloiteita

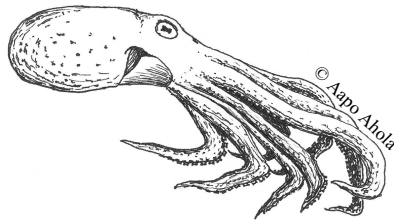
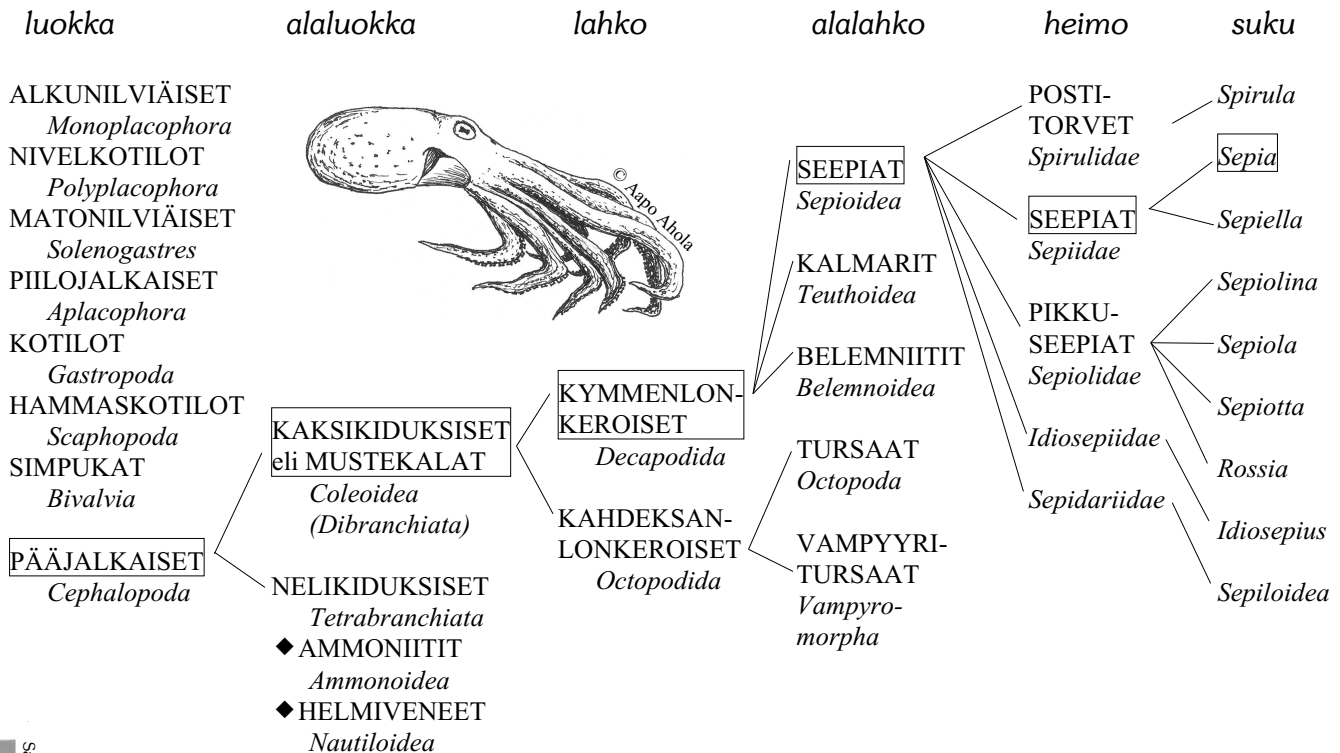
tuksen kohde etenkin Välimerellä ja Itä-Aasiassa. Rannikoille kutemaan kokoontuvat seepiat ovat helppoja saaliita kalastajille. Näin tietty sukupolvi ei välttämättä ehdi lainkaan kutea. Lyhyen ikänsä ja

yhden ainoan lisääntymiskertansa takia lisääntymiskatko voi aiheuttaa herkästi kannanvaihteluita. Myös pikkuseepioita (suvut *Sepiola* ja *Sepietta*) pyydetään ahkerasti.

Kaiken lisäksi seepiat sopeutuvat hyvin akvaario-oloihin. Ne ovat oivallisia lemmikkejä ja osittain myös eksoottisuutensa takia suosittuja akvaarioeläimiä.

AA

Nilviäisten taksonomiaa



Sampo Tienari

Nilviäiset (*Mollusca*) on lajimäärältään eläinkunnan toiseksi suurin pääjakso. Nilviäisiä on yli 100 000 lajia. Luokkaan pääjalkaiset (*Cephalopoda*) kuuluu 703 elossa olevaa tunnettua lajia (Sweeney & Roper 1998).

Pääjalkaiset kehittyivät omaksi luokakseen noin 500 milj. vuotta sitten esikambriella kaudella. Kaksi- ja nelikiduksisten pääjalkaisten arvellaan erkaantuneen omiksi kehityspoluikseen noin 470 milj. vuotta sitten. Nelikiduksisia olivat helmiveneet ja ammoniitit. Näistä jälkimmäiset olivat vallitseva ja hyvin runsaslukuinen laji mesotsooisella maailmankaudella. Nyt kaikki am-

moniitit ovat kuolleet sukupuuttoon, mutta niistä on jäänyt mm. tärkeitä johtofossiileja. Nelikiduksisia on nykyisin jäljellä vain yksi suku ja neljä lajia.

Kaksikiduksiset l. mustekalat ovat kehittyneet menestyksekkääksi ja monimuotoiseksi alaluokaksi. Mustekaloille ovat yhteisiä piirteitä mm. imukuppilonkerot, mustepussi ja kaikille pääjalkaisille yhteinen vaippaontelo ja sifoni.

Kymmenlonkeroisista kalmarit ovat seepioita suurempia, suurimmat lonkeroineen jopa 20 metriä pitkiä, parituhattakiloisia ja silmiltään 40-senttisiä. Kalmareilla ei ole seepioiden tavoin kehoa reunustavia eviä, vaan ne uivat

lonkeroillaan.

Seepioihin kuuluu heimo postitorvet (*Spirulidae*), joiden spiraalimainen kuori muistuttaa kierteistä postitorvea. Seepioiden lahkoon kuuluvat myös heimot *Idiosepiidae* ja *Sepiariidae*.

Varsinaisia seepioita ovat isoseepiat l. seepiat (*Sepiidae*), joilla on pikkuveljensä (*Sepiolidae*), jotka ovat alle 10 cm pitkiä, lyhyet kylkievät omaavia seepioita. Varsinaisten seepioiden kirjo on laaja: lajeja on ainakin 94. Eurooppalaisittain yleisin laji on nimilaji seepia (*Sepia officinalis*), jonka levinneisyysalue kattaa Pohjois-Atlantin, Pohjanmeren ja Välimeren.

AA

ROMEO, PROKOFJEV JA JULIA

Tiistai-iltana 31.8.1999 koko joukko Ressun lukiolaisia kerääntyi Suomen valkoisen kansallisopperan aulaan. Nämä onnekkait yksilöt olivat varanneet viidellä kymppillä MU9-kurssiin kuuluvat konserttiliput ja saaneet paikat oivasti ensimmäiseltä parvelta. Kuultava ja nähtävä teos oli Sergei Prokofjevin balettimusiikki sekä John Crankon koreografia vuosituhannen rakkaustarinasta, Shakespearen Romeosta ja Juliasta.

Ennen pitkää jokainen kurssilainen istui sijoillaan yleisön joukossa odottamassa sitä hetkeä jona valaistus julistetaan esiintyjien yksinoikeudeksi ja kaikkinaisen hälinä vaimenee. Hetki koitti, musiikki alkoi ja kuulosti kenties tutulta.

Moni on saattanut kuulla "Montaguet ja Capulet't" tai ainakin sen marssimaisen jousiteeman raskaiden, matalien sointujen säestämänä televisiossa tai jopa tietokonepeleissä; ehkäpä jollekulle on jäänyt mieleen "Nuoren Julian" kepeästi juokseva musiikki. Itse asiassa baletti on täynnä tarttuvaa, nokkelia, toisinaan lyyrisiä ja lähes naiivin yksinkertaisiakin melodioita. Teos on säveltäjän ja koko vuosisatamme balettikirjallisuuden tärkeimpiä. Mutta kuka tuo säveltäjä on? Saman herran nuorena kirjoittamista pianokappaleista kuulumme yhden myös ressu Daniel Aallon soittamana lukukauden ensi tunteina.

Säveltäjä ja pianisti Prokofjev

Prokofjevin musiikki

Sergei Sergejevitš Prokofjev luetaan Neuvosto-Venäjän suurimpiin säveltäjiin Stravinskin (joka kylläkin oli emigroitunut länteen) ja Šostakovitšin rinnalla; monet pitävät häntä kaikista suurimpana, "vuosisatamme Mozartina". Prokofjevin tyyli on muutoksistaan huolimatta jatkuvasti hyvin omintakeista. Hän leimautui nuorena "ultramoderniksi", ja aiheutti vuosikymmenten kuluessa paljon musiikillisia "skandaaleja" ja väittelyä. Hänen melodiset lahjansa ovat kiistämättömät, eikä niitä useinkaan verhoeta mutkikailla nykymusiikin tekniikoilla — kappaleet ovat tavallaan "läpinäkyviä".

Tavallisesti Prokofjevin musiikin luonne on optimistinen, yllätyksellinen ja vahva, toisaalta bruttaalin leikillinen, jopa riipaisevan syvää ironiaa viljelevä. Tässä suhteessa "Romeo ja Julia" sisältää huomattavan herkkä, siroja ja lyyrisiäkin sävyjä.

Säveltäjä itse erittelee omaelämäkerrassaan työnsä konservatoriosta valmistumiseen mennessä neljään päälinjaan, joita hänen myöhemmän tuotantonsa voidaan katsoa seurailevan: Ensimmäinen on 'klassinen', jonka vaikutus näkyy esimerkiksi Ensimmäisessä sinfoniassa ja jo-

hon liittyyneeseen tosiasiaan, että Prokofjev kehitti kappaleidensa muotoa jokseenkin tiukasti olemassa olevan tradition pohjalta toisin kuin vuosisatamme säveltäjät yleensä. Toinen, 'modernistinen' linja kuuluu selvästi oman erityisen sointukielen etsimisessä mm. 'Suggestion diabolique' -pianokappaleessa ja tunnetussa Skytytiläisessä sarjassa. Kolmas, ehkä vähiten tärkeä, mutta hyvin vaikuttavalla tavalla soiva linja on 'moottorimainen' toccatatyyli. Tyypillinen Prokofjevin väsymätön ikiliikkujascherzo on vaikkapa Toisen pianokonserton toinen osa. (Tämä teos kuultiin pari vuotta sitten Maj Lind -pianokilpailussa Helsingissä.) Neljäs linja on lyyrisyys, vaikkapa Ensimmäisessä viulukonsertossa. Tämä piirre tuli selvemmin esille vasta hänen myöhemmässä tuotannossaan, ja on jopa kirjoitettu Prokofjevin kuulostavan 'vaivautuneelta' jouduessaan tunnelmoimaan. Loppuaikoinaan säveltäjä seurasi vielä yhtä, voimakkaan eepistä linjaa kiinnostuessaan kansanmusiikista.

'Irvokkuutta', groteskia linjaa, jota usein pidetään Prokofjevin sävelkielen olennaisena osana, hän ei myönnä itsenäiseksi piirteeksi, vaan pitää sitä seurauksena muista, mikäli lainkaan todellisina. Mieluummin hän viittaa 'scherzomaisuuteen', leikillisyyden eri asteisiin.



© Jaakko Kortesharju

Pieni elämäkerta

Prokofjev syntyi 23.4.1891 gregoriaanisen kalenterin mukaan Sontsovkán kylässä Ukrainassa, kaukana tsaari-Venäjän loppuaikojen vilkkaasta kulttuurielämästä. Hänen äitinsä, joka oli harastelijapianisti, opetti hänelle soiton alkeita. Omien sanojensa mukaan Prokofjev oppi tuntemaan paljon kappaleita, mutta soitti huolimattomasti, mistä hänelle koitui myöhemmin paljon työtä. Nopeasti ja halukkaasti musiikkia oppiva pikkupoika ryhtyi myös säveltämään kirjoittaen ilman ohjausta pianokappaleita ja jopa pienen ”oopperan”. Yksitoistavuotiaana hän sai ensimmäiset sävellys- ja musiikinteoriaoppituntinsa säveltäjä R. M. Glièreltä, ja vuonna 1904 hän kirjoittautui Pietarin konservatorioon — pääsykoelautakuntaan teki pieni muusikko melkoisen vaikutuksen suurine sävellyskansioineen.

Konservatoriossa Prokofjev oli jatkuvasti opettajansa Ljadovin murheenkryyni: tämän ankaruus ja kielteisyyys kaikkea kokeilevaa kohtaan oli nuorelle säveltäjälle vastenmielistä, ja hän tekikin harjoitustehtävänsä usein huolimattomasti. Vuoden 1905 vallankumous aiheutti liikehdintää konservatoriossa, mutta pian asiat järjes-

tyivät jokseenkin entiselle tolalleen.

Vuonna 1909 Prokofjev sai sävellysdiplominsa, vuonna 1914 pianonsoiton ja orkesterinjohton diplomit. Tähän mennessä oli jo syntynyt merkittäviä teoksia kuten kaksi opusnumeroitua pianokonserttoa ja -sonaattia. 1914 Prokofjev tapasi Lontoon-matkalla Djagilevin. Sergei Djagilev oli vuosisatamme alun uudelle musiikille hyvin tärkeä henkilö: hän johti omaa balettiseuruettaan Euroopassa ja tilasi ja esitti suuren määrän modernia venäläistä balettimusiikkia (mm. Stravinskyn kuuluisan Kevätuhrin). Prokofjev sävelsi Djagilevia varten Ala ja Lolli-baletin, jota ei kuitenkaan esitetty, mutta josta muokattu Skyyttiläinen sarja orkesterille aiheutti heti skandaalin modernismillaan ja jäi samalla elämään merkki-teoksena. Sen sijaan Djagilev esitti seuraavan Prokofjevin baletin ”Ilveilijä” (Chout). Samaan aikaan säveltäjä loi ensimmäisen oopperansa ”Pelurin”.

Vuonna 1918 Prokofjev pakeni Yhdysvaltoihin kotimaansa epäselviä oloja. Täällä hän kirjoitti mm. Chigagon oopperalle kuuluisimman tämän lajin teoksensa ”Rakkaus kolmeen appelsiiniin”. Yhdysvalloissa toimiminen ei ollut säveltäjälle ongelmatonta; useinkaan hänen teoksiaan ei lainkaan ymmärretty. Hän matkusteli paljon Ranskan, Englannin ja Uuden mantereen välillä ja asetui lopulta asumaan Eurooppaan, ensin Saksaan vuonna 1922 ja seuraavana vuonna Pariisiin, missä hän asui aina Venäjälle palaa-miseensa (1934-36) asti. Vuonna 1923 hän myös meni ensimmäisen kerran naimisiin Lina Codinan kanssa; avioliitossa syntyivät lapset Oleg ja Svjatoslav. Neuvostobiografrit pitävät Prokofjevin siirtymistä ulkomaille hänen suurimpina virheensä, hänen siellä saamiaan tyyllillisiä vaikutteita harhaisina ja valitettavina.

Totta on, että säveltäjän tyyli sai Pariisin-kaudella riittäisiä

ja mutkikkaita piirteitä, jotka ilmevät esim. valtaisassa Toisessa sinfoniassa. Djagileville sävelletyissä baleteissa ”Le pas d’acier” (eri kirjoissa englanniksi joko The Age of Steel tai Steel Gallop!) sekä ”Tuhlaajapoika” käännettään sitä vastoin kohti yksinkertaisuutta ja selkeyttä. 1930-luvulla Prokofjev kirjoitti etsivänsä ’uutta yksinkertaisuutta’, joka ei toistaisi mennyttä, mutta ei kutoisi vaikeita, monimutkaisia sävellystekniikoita. Tämä ei johtanut ainakaan menestykseen: mm. pianosarjan ”Ajatuksia” ja Viidennen pianokonsertton vastaanotto oli varautunut. 1940-luvulla säveltäjän avioliitto kariutui, ja hän viittaa siitä lähin ’vaimonaan’ häntä paljon nuorempaan Mira Mendelso-niin, vaikka laillinen side Linaan pysyi pitkään muuttumattomana.

Myöhäiskaudellaan Prokofjev kirjoitti musiikkia jotenkin konservatiivisemmin kuin aiemmin. Tässä oli osansa sosialistisen realismin vaatimuksilla, mistä osoituksena jälkimaailmalle ovat säilyneet lukuisat Stalinia ja Kommunistista puoluetta ylistävät musiikillisesti vähemmän ansioituneet tilaustyöt. Kuitenkin tänä aikana syntyivät monet suuret teokset, mm. baletti Romeo ja Julia, suuri Viides sinfonia sekä elokuvamusiikit ”Luutnantti Kizhe” ja ”Aleksanteri Nevski” (jälkimmäinen Eisensteinin elokuvaan). 1940-luvun lopulla hän joutui useiden kollegojensa keralla neuvostovirkamiesten hampaisiin. Aika oli hyvin vaikeaa, sillä monet Prokofjevin ystävät kuolivat tuolloin, hän itse alkoi käydä sairaal-loiseksi ja Lina joutui Siperiaan tekaistujen syytteiden nojalla. Todellinen syy lieenee ollut hänen läntinen alkuperänsä ja suhteensa länsimaiden lähetystöihin. Prokofjevia syytettiin ”formalismista” ja kansasta etääntymisestä kuten muitakin eturivin säveltäjiä. Totalitaarinen järjestelmä näytti voimansa taiteilijoille.

5.3.1953 Prokofjev kuoli, vain viisikymmentä minuuttia

ennen Stalinia, joka oli tuottanut hänelle niin paljon murhetta.

Baletti Romeo ja Julia

Kun Prokofjevälle ehdotettiin ensimmäisen baletin säveltämistä neuvostoliittolaiselle teatterille, hän oli jo urallaan oppinut tuntemaan tämän musiikin lajin. 1914-15 oli impressaari Djagilev torjunut hänen ensimmäisen balettinsa "Ala ja Lolli", joka oli kenties liiaksi seurannut Stravinskin venäläishenkisten balettien jalanjalkia. "Olin jo kuullut Stravinskin Kevätuhrin, mutten ollut ymmärtänyt sitä. On hyvin mahdollista, että etsin samoja vaikutelmia omalla tavallani", Prokofjev myöntää omaelämäkerrassaan.

"Ilveilijä" (1915) taas esitettiin vasta korjatussa muodossaan hieman ennen säveltäjän siirtymistä Amerikasta Eurooppaan vuonna 1921. "Le pas d'acier" (1925-26), sosialistis-realistinen 'rakentamisen baletti' sekä "Tuhlaajapoika" (1928-29), molemmat selkeytyvää ja yksinkertaistuvaa tyyliä osoittaen, kuuluivat kolmen edellisen kanssa samaan lyhyehköjen balettien lajiin, jota Djagilev suosi. Lisäksi Prokofjev oli kirjoittanut pienoisaletin "Trapetsi" (1924) viidelle soitimelle muuatta kiertelevässä seuruetta varten sekä 'pehmeän ja kevyesti lyyriksen' baletin "Sur la Borysthène" (1930-31).

Uusi yksinkertaisuus

1930-luvun alkupuoliskolla säveltäjä oli asustanut Euroopassa jo vuosikymmenen ja suunnitteli paluuta kotimaahansa. Loppujen lopuksi hän tunsikin olevansa venäläinen ja halusi varmistaa asemansa neuvostoliittolaisena säveltäjänä. Yhdysvaltalainen biografi Harlow Robinson viittaa hänen "luontaiseen tarpeeseensa miellyttää isällisiä auktoriteetteja". Vaikka Neuvostoliiton keskusjohtoisen järjestelmän musiikkiin kiinnittävä huomio oli tuohon aikaan huomattavasti vähäisempää kuin

vaikkapa kirjallisuuteen, tahdottiin sosialistista realismia tukea tälläkin alalla.

Prokofjev etsi näihin aikoihin musiikissa 'uutta yksinkertaisuutta', jotakin, mikä ei toistaisi vanhaa sävelkieltä eikä sen totuttuja merkityksiä, muttei olisi kuitenkaan mutkikasta eikä vaikeaa ymmärtää. Ehkäpä tällä on yhteys säveltäjän luontaisiin melodisiin lahjoihin, joista hän oli itse hyvin tietoinen - luonnehtien esimerkiksi eräässä kirjeessään kollegaansa Šostakovitšia näin: " - kuten joiltakin muiltakin ystävillemme, häneltä puuttuu melodian lahja." Huolimatta siitä, että uuden yksinkertaisuuden etsintä tuotti muutamia vaikeaselkoisia ja niukalti spontaaneja teoksia, sopi linja yleisesti ottaen erinomaisesti yhteen neuvostomusiikin kehitykseen. "Säveltäessään Romeota ja Juliaa Prokofjev vaikuttaa täydellisesti sopeutuvan ajanhetken poliittis-taiteelliseen linjaan", kirjoittaa musiikinhistorian professori Michel Dorigné. Syyt baletin selkeytymiseen kuitenkin lienevät osaksi myös säveltäjän henkilökohtaisessa taiteellisessa kehityksessä, joka oli osoittanut selkeytymisen merkkejä jo "Tuhlaajapojan" ajoista lähtien.

Epäonnea Leningradissa

Prokofjev matkasi 1930-luvun alussa useita kertoja pitkiä ajoiksi Neuvostoliittoon, ja ehdotus Romeon ja Julian säveltämisestä tehtiin juuri eräällä näistä käynneistä, marras-joulukuussa 1934. Ohjaaja Sergei Radlov (1892-1958) oli tärkeä henkilö venäläisessä modernissa teatterielämässä, ja hän tunsikin hyvin Prokofjevin sekä tämän musiikin. Hän oli valmistanut oopperan "Rakkaus kolmeen appelsiiniin" Neuvostoliiton ensiesityksen ja ollut mukana epäonnissa yrityksissä esittää "Peluri" 1920- ja 30-lukujen vaihteessa Leningradissa.

Radlov oli taiteellinen joh-

taja Leningradin Valtion akateemisessa ooppera- ja balettiteatterissa, joka oli aikaisemmin toiminut kuuluisalla Mariinski-teatterin nimellä. "Appelsiinien" lisäksi hän oli osoittanut ajanmukaisuuttaan tuomalla Alban Bergin ekspressiivisen oopperan "Wozzeck" lavalle leningradilaisyleisön ihmeteltäväksi.

Idea nimenomaan Shakespearin teoksen balettiversiosta johtuneen Radlovin Othello- ja Romeo ja Julia -projekteista hänen omassa itsenäisessä teatterissaan, ja 'balettidraamoja' ohjaaja oli jo tuottanut Prokofjevin ystävän Asafjevin sävellyksiin.

Suunnitelma esittää Prokofjevin teos Akateemisessa teatterissa meni kuitenkin myttyyn, kun Stalinin vainot iskivät Leningradiin. Kaupungin Kommunistisen puolueen johtaja Sergei Kirov murhattiin mystisesti ensimmäisenä joulukuuta 1934. Pidetään todennäköisenä, että Stalin pelkäsi Kirovin suurta vaikutusvaltaa. Tällöin myös teatteriin iskivät draamattiset muutokset: sen koko hallinto ja taiteellinen johto uusittiin, ja kauniina muistoeleenä nimi muutettiin Kirov-teatteriksi. Kirovin murha enteili kovia aikoja Stalinin otteiden kiristyessä; tämä tosiasia oli vielä koskeva raa'alla kädellä Prokofjevin elämää. Kun hänen ensimmäinen vaimonsa Lina vuosia myöhemmin joutui Siperiaan työleirille, lienee säveltäjä kärsinyt syviä omantunnon-tuskia haluttuaan ensin tuoda perheensä Neuvosto-Venäjälle ja jättettyään sitten Linan. (Jotkut ilmeisen perättömät läntiset lähteet väittävät jopa, että KGB toi Mira Mendelsonin tahallaan Prokofjevin ja Linan väliin saadakseen sitten jälkimmäisen vangituksi. Ei ole mahdotonta, etteikö ero olisi yksinkertaistanut hyökkäämistä tuon epäilyttävän, lännen suurlähetystöille tutun naisen kimp- puun.) Kirovin seuraajaksi nimettiin Stalinin oikea käsi Zhdanov, joka sai myöhemmin mainetta taiteilijoiden ja intellektuellien

vainoojana.

Myös Sergei Radlov oli uudistusten jälkeen teatterin ulkopuolella, ja hänen suunnitelmansa hyllytettiin, muiden muassa "Romeo ja Julia". Hän edusti juuri sopivaa maalitaulua Zhdanovin kulttuuribyrokraateille 'antirealistisena avantgardistina'. Prokofjevin omaelämäkerrassa, jonka hän kirjoitti vuosia myöhemmin neuvostoliittolaisen musiikkilehden tilauksesta, hän sivuuttaa edellä mainitut tapahtumat diplomaattisesti toteamalla: "Kirov-teatteri veti sanansa takaisin."

Kurssi Moskovaan

Myöhään joulukuussa säveltäjä jätti Venäjän ja saapui melkoisen Itä-Euroopan kiertämisen jälkeen tammikuussa kotiinsa Pariisiin. Pian "Romeosta ja Juliasta" tehtiin uusi sopimus, tällä kertaa Moskovan Bolshoi-teatterin kanssa, ja yhteistyö Radlovin kanssa jatkui. Sen sijaan uutiset Leningradista olivat masentavia. Säveltäjäystäviensä Asafjevin ja Mjaskovskin kautta Prokofjeville kävi ilmi, että sikäläinen säveltäjäyhdistys pelkäsi kovasti lännestä muuttavaa mestaria ja halusi pitää hänet poissa. Huolimatta siitä, että Leningrad (Pietari) oli hänen musiikkinsa alkuperäinen 'synnyinkaupunki', oli Šostakovič nyt syrjäyttänyt hänet siellä. "Asafjev uskoo suunnitelmieni tuotannosta Mariinsky-teatterissa olevan hiekkalle rakennettuja", Mjaskovsky kirjoitti. Ylipäänsä Prokofjev ei tainnut vielä ymmärtää neuvostosäveltäjien roolia ja järjestäytymistä. Neuvostoliitossa säveltäjät toimivat järjestelmän sisällä sen palvelijoina, eivät 'vapaina taiteilijoina', mikä mahdollisti heikkolahjaistenkin, byrokraattisessa hierarkiassa korkealle nousseiden ja 'lojaalien' säveltäjien vallan puolustautua individualistista neroa vastaan syyttämällä tätä harhaoppisuudesta.

Todennäköisesti Prokofje-

vile kuitenkin luvattiin erioikeuksia matkustamiseen ja ylellinen asuminen, mikäli hän muuttaisi perheineen Neuvostoliittoon. Toisaalta hän jo toimi lännessä neuvostosäveltäjän ominaisuudessa, joten muutto kotimaahan näytti varmalta. Leningradin ongelmista johtuen Prokofjev päätti sijoittua Moskovaan, minne lopullinen taloksi asettuminen tapahtui vasta 1936.

Maaliskuussa 1935 säveltäjä antoi konserttisarjan Sverdlovskin teollisuuskaupungissa, minkä jälkeen hän työskenteli koko kevään ja kesän epäonnisten rakastavastensa parissa. Keskustellakseen käsikirjoituksesta Radlovin kanssa hän matkusti Leningradiin. Skenaarion laadinta oli ongelmallinen tehtävä: tuli säilyttää yhtä aikaa Shakespearen tekstin rikkaus ja henki ja saada aikaan ko-reografisesti moitteeton kokonaisuus. Kun suunnitelma oli valmis, Prokofjev aloitti heti sävellystyön.

Hän teki musiikkia yleensä hyvin nopeasti ja tällä kertaa erityisellä vauhdilla. Viiden kuukauden kulluttua, syyskuun kahdeksantena 1935 oli pianopartituuri valmis. Jäljellä oli musiikin orkesterille soveltaminen.

Suurimman osan työstä Prokofjev teki Bolshoi-teatterin henkilökunnan lomapaikassa maaseudulla Polenovo-nimisessä paikassa "asunnoksi muutetussa saunassa" (Daniel Jaffé: Prokofiev). Vaimo Lina ja lopulta lapsetkin tulivat Pariisista Polenovoan. "Toisinaan hän [Prokofjev] salli minun olla seurassaan työskennellessään, mikäli olin täysin hiljaa. Hyväksyin tilanteen, koska hän antoi minun istua pöytänsä reunalla piirtämässä", muistelee silloin 6-vuotias Oleg "Romeon ja Julian" säveltämistä. Työn lisäksi säveltäjä rentoutui lukemalla, uimalla, kävelemällä ja pelaamalla tennistä, ja lisäksi hän oli huvikseen rakentanut kuudestatoista



Kuva 11a: Viehkeä "Nuoren Julian" asteikkoaihe.

Kuva 11b: "Montaguet ja Capulet't".



shakkilaudasta äärimmäisen monimutkaisen pelin.

Pian teos esiteltiin Bolshoi-teatterille ja sai hyvän vastaanoton. Harjoituksissa tanssijat kuitenkin valittivat 'hankalista rytmeistä'. "Romeo ja Julia" ei todellakaan ollut klassista balettimusiikkia, mutta toisaalta vaikkapa Djagilevin jo vuonna 1911 Pariisissa tuottama Stravinskin Kevätuhri on rytmisesti paljon mutkikkaampi. Nähtävästi Bolshoi-teatteri oli jäänyt ajastaan jälkeen kauan sitten.

Toinen närkästäystä herättänyt piirre baletissa oli sen alkuperäinen onnellinen loppu: Prokofjev ja Radlov olivat päättäneet sallia Romeon ehtiä Julian luokse ennen tämän itsemurhaa. Peruste oli puhtaasti koreografinen: "Elävät tanssivat, kuolleet eivät." Toisena selityksenä Prokofjev esittää omaelämäkerrassaan, että Shakespeare'n itsensä sanotaan olleen epävarma näytelmiensä lopetuksesta ja rinnaikkain Romeon ja Julian kanssa on kirjoitettu "Kaksi nuorta veronalaista", jossa kaikki päättyy hyvin. Kiintoisaa on, että venäläisiä Shakespeare-piirejä baletin lopun muuttaminen suututti paljon enemmän kuin Lontoota! Lopulta Prokofjev päätti muuttaa lopetuksen sittenkin alkuperäiseen muotoonsa.

Kenties syynä oli vaaditun poliittisen sisällön puuttuminen, tai sitten Radlov ei onnistunut tehtävässään erityisen hyvin — hänhän ei ollut koreografi vaan draamaohjaaja — mutta yhtä kaikki Bolshoi-teatteri viime kädessä kieltäytyi esittämästä teosta, ja Prokofjevin ja Radlovin kanssa yhteistyöhön ryhtyivät vielä tunnettu koreografi Leonid Lavrovski sekä näytelmäkirjailija Adrian Pjotrovski. Baletin rakenne muuttui ja kohtausten määrä väheni.

Vihdoinkin estradilla

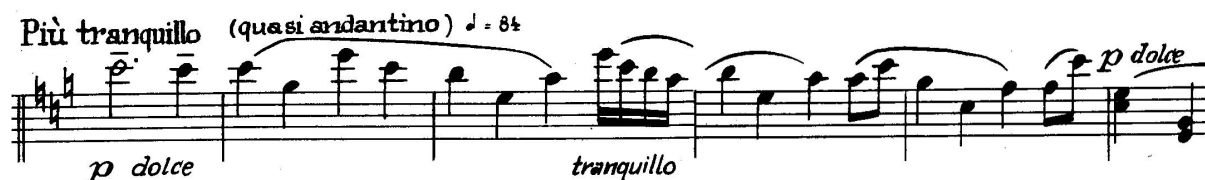
Ennen kuin baletti esitettiin, Prokofjev ehti keskittyä muihin töihinsä ja asettua lopulta asu-

maan Moskovaan. Vuosina 1935-38 syntyi mm. musiikkisatu "Pekka ja susi", Toinen viulukonsertto, näytelmämusiikit Boris Godunov, Jevgeni Onegin ja Hamlet, elokuvamusiikki Eisensteinin Aleksanteri Nevskiin sekä ideologisia lauluja. Hänen seuraavan balettinsa, kuuluisan "Tuhkimon" synty ajoittuu kuitenkin vasta Toisen maailmansodan vuosiin.

Vuonna 1937 Leningradin balettikoulu lupasi sisällyttää "Romeon ja Julian" 200. vuosijuhlansa ohjelmaan, ja 1938 Tšekkiläisen Brnon kaupungin ooppera otti sen myös esittääkseen. Ensimmäinen sopimus raukesi, ja niin "Romeo ja Julia" sai ensiesityksensä Neuvostoliiton ulkopuolella maakunnanpääkaupungissa. Koska baletista tuli merkkiteos, tämä oli häpeä Neuvostoliiton musiikkipiireille. Kirov-teatterikin esitti lopulta tammikuussa 1940 edellä mainitun neljän hengen työn tuloksen. Harjoitusten aikana Prokofjev ja koreografi Lavrovski riitelivät jatkuvasti jälkimmäisen vaatimista muutoksista partituuriin, ja säveltäjä oli törmäyskurssilla myös tanssijoiden kanssa. Primadonna Galina Ulanova, josta oli tuleva legendaarinen 'Julia', muistelee Prokofjevin kerrankin karjuneen: "Tiedän mitä tahdotte - rumpuja, ette musiikkia!" Huolimatta ongelmista, jotka olivat saada tanssijat boikotoimaan koko teosta, ensi-ilta oli menestys. Se tapahtui 11.1.1940 Leningradin katujen ollessa sähkökatkon pimentämät. Syynä katkoon oli sota Suomea vastaan. 1946 Bolshoi-teatteri esitti niinikään Lavrovskin ja Ulanovan kanssa menestyksellisesti Prokofjevin ensimmäisen kokoillan baletin, 'vanhanaikaisen oopperabaletin', joka oli viimeinkin päässyt hirveästä epäonnisuudestaan ja sijoittunut kauneudessaan ja syvällisyydessään vuosisatamme klassikoiden joukkoon.

"Syvällisyyden" voidaan tässä yhteydessä ymmärtää mer-

kitsevän paljolti henkilöahmojen huolellista kuvausta: tähänastisissa baleteissaan Prokofjev oli esittänyt henkilöt ohuempina, pikemminkin nukkeina tai marionetteina, symboleina, joiden avulla kuvattiin haluttua toimintaa. Neuvostoliittolaisen I. Nestyevin biografia kertoo, että "menetelmät, joita hän [Prokofjev] oli soveltanut Pariisissa kirjoittaessaan baletit 'Trapetsi' ja 'Sur le borysthène' näyttivät hänestä nyt naurettavilta. Teatterimusiikkia on kirjoitettava konkreettisen aihemateriaalin pohjalta eikä abstraktien 'emotio-naalisten mallien' mukaan." Mainittu 'humaani' ja 'konkreettinen' ote on luotu musiikillisin keinoin. Runsaammin kuin aikaisemmin säveltäjä käyttäi johtoaihetekniikkaa, jossa eri henkilöt ja asiat saivat omat musiikilliset aiheensa, jotka sitten esiintyivät läpi teoksen kyseisen henkilön tai asian yhteydessä. Erilaisia ilmaisutapojaan Prokofjev sovelsi tähän tehtävään aikaisempaa ahkerammin, riippuen kulloinkin keskeisen roolihenkilön tunnetilasta ja persoonallisuudesta. Nuorta Juliaa on kuvattu toisaalta harvinaisen yksinkertaisella ja kepeällä musiikilla, toisaalta lämpimän lyyrisillä sävyillä, jotka olivat jotain uutta säveltäjän tuotannossa. Daniel Jaffén mukaan tämä on "Prokofjevin ensimmäinen myötätuntoinen kuvaus naishahmosta". Mercutio on luonnehdittu säveltäjän tyypillisellä scherzotyylillä, ja "Alan ja Lollin" julmuus kajahtaa kuuluisassa "Montaguet ja Capulet't" -osassa. Myös 'klassillinen linja' on selvästi läsnä, ehkäpä kaikkein selvimmin Prokofjevin piirteistä. Soinnutus on tosin kujeilevaa ja kekseliästä kuten aina, mutta raa'at riitasoinnut ovat baletille vieraanpuoleisia, tanssimuodot klassisia ja kappaleet yleensä selkeitä. Ensimmäisen näytöksen "Gavotti" on itse asiassa sama kuin varhaisen 'Klassisen' sinfonian kolmas osa. Myöhemmin, "Tuhkimo"-baletissa Prokofjev jatkaa tätä tietä ja on



Kuva 13: Nuoren Julian lyyrinen teema

miltei klassisimmillaan: ”Tuhkimmo” on jaettu tyypillisesti tanssin nimillä otsikoituihin numeroihin ja perustuu niin satuaiheessaan kuin musiikissaankin edellisen vuosisadan venäläiseen balettiin. Tämä tietenkin sopi traditioon tottuneille tanssijoille paremmin kuin Romeon ja Julian jonkin verran konstikkaat rytmit ja orkestraatiot.

Tarkkaa psykologista eritelyä ”Romeossa ja Juliassa” osoittavat edelleen kahta kaksintaistelua säestävät erilaiset kappaleet: siinä missä Tybaltin ja Mercution musiikki on melkein pä hilpeää, Romeon ja Tybaltin taistelu taas kuulostaa kiihkeältä, rajulta ja säälimättömältä äkillisine riitasointuineen; Romeo kostaa raivon vallassa Mercution kuoleman. Esimerkkejä ”Romeon ja Julian” tapahtumia tukevasta musiikista löytyy lukuisia, ja tämä musiikin ’näytelmällisyys’ hämmensi aluksi tanssijoita: heiltä odotettiin tanssimisen lisäksi uskottavaa roolisuoritusta.

Prokofjevin omien sanojen mukaan hänen ”tuli silloin kirjoittaa musiikkia, joka olisi tanssilista, ja sen lisäksi täytyi kehittää henkilöhahmoja, erityisesti Juliaa”. Sen lisäksi, että tämä lausuma kertoo valtaisasta muutoksesta esimerkiksi verrattuna ”Sur la

Borysthèneen”, jossa musiikillinen rakenne on hiottu olemaan muodostamatta voimakkaita näytämöllisiä tunnetilan heilahduksia, se myös sisältää väitteen yksinkertaisuudesta ja sopivaisuudesta. ”Totta kai jotkut yrittävät löytää mutkikkuutta ja piilomerkityksiä joita en ikinä aikonutkaan siihen [balettiin] laittaa”, Prokofjev jatkaa. Tämä viitanee säveltäjän etsimään ’uudenlaiseen yksinkertaisuuteen’ ja on myös poliittisesti korrektia. Aihe ”Romeo ja Julia” oli tuohon aikaan suosiollinen, sisältäen viittauksen ”nuorisoon, joka haluaa viis veisata vanhoista porvarillisista vastakainasetteluista”. (Tosin mikään tämänluontoinen etu ei pelastanut ainuttakaan teosta, joka sattui syystä tai toisesta joutumaan valtiovallan hampaisiin.)

Kuten useimmista baletistaan, muokkasi Prokofjev ”Romeosta ja Juliasta” myös konserttimusiikkia.

Itsenäisinä kappaleina toimivista numeroista muokatut kolme orkesterisarjaa sekä kymmenen pianokappaleen sarja ilahduttavat konserttiyleisöä usein Suomessakin. Omaelämäkerrassaan Prokofjev kirjoittaa mutkattomasti: ”Tein tästä baletista kaksi sinfonista sarjaa, joista kumpikin koostuu seitsemästä osasta. Ne eivät seuraa toisiaan johdonmukaisesti, vaan etenevät rinnakkain. Joitakin numeroita on otettu suoraan baletista ilman muutoksia, toiset on koottu sen eri kohdista. Nämä kaksi sarjaa eivät kata koko musiikkia, ja pystyn kenties tekemään kolmannenkin. Sarjojen

lisäksi kokosin kymmenen kappaleen kokoelman pianolle valiten parhaiten transkriptioon taipuvat osat.” Musiikin siirtäminen ja soittaminen tarkoituksesta toiseen oli Prokofjeville helppoa, mikä antaa vaikutelman, että hänen sävellystensä pääpaino ei ole soittimen yksilöllisissä vaatimuksissa — onhan sitävastoin olemassa paljon musiikkia, joka menettää suurimman osan merkityksestään väärällä instrumentilla soitetuna. Prokofjevin monet teokset perustuvat toistensa teemoihin, esimerkiksi useissa sinfonioissa on näyttämömusiikkimateriaalia.

Toisaalta allekirjoittanut on kuullut mm. viulistien mielipiteitä siitä, ettei säveltäjä ole oikein kotonaan vieras instrumentin parissa. Tämä on hyvinkin mahdollista - joka tapauksessa omalle soittimelleen pianolle hän kirjoittaa erittäin vakuuttavasti vaikkapa ”Romeo ja Julia” -sarjassa.

Ressut poistuivat väkijoukkoon sulautuen salista, saivat ennemmin tai myöhemmin päällysvaatteensa pientä pyöreää lappua vastaan ja hajaantuivat nykyaikaisista ovista nykyaikaiselle pihalle. Yksinäinen vaskipuhaltaja soitti oopperamelodioita jalkakäytävän nurkalla muistuttaen taidelajin kepeästä ja leikkisestä puolesta. Vasta paljon kokenut raitiovaunu häivytti kolinallaan oopperassa käynnin jokakertaisen lumouksen. Ja jos lumouksen lisäksi on saanut osakseen murunkaan taidetta, se ehkä jonain päivänä muistuu mieleen ja muuttaa meitä vähäsen, tai kenties vain miellyttää.

JK

ANTIKVARIAATTI KIRJALOHI

Irma Alm

Runeberginkatu 9, 00100 Helsinki

P. 496931

Avoinna MA - PE

klo 11.00-17.00

Shakki

– SOTATANTEREILTA KABINETTIEN KUNINKAAKSI

Shakin synnystä ei ole varmaa tietoa. Erään teorian mukaan shakin varhainen muoto olisi syntynyt noin 500 vuotta eKr. Pohjois-Intian alueella, joka tuolloin koostui useista keskenään sotivista kuningaskunnista. Suuret armeijat pitivät sodissa taukoa pitkien monsuunisateiden aikana. Hiljaisina kausina sotilaat kuluttivat aikaansa pelaamalla pelejä. Oletetaan, että shakki olisi syntynyt näissä tilanteissa arpapeliin ja sotastrategisten suunnitelmien yhteistuloksena.

Alkushakia ja muitakin pelejä kuten arpapelejä pelattiin 8x8 ruudun kokoisella yksivärisellä *ashtapada*-laudalla. Armeijat koostuivat neljästä aselajista: jalkaväestä, ratsuväestä, norsuosastosta ja sotavaunustosta. Alkushakissa nykyisten tornien tilalla oli *sotavaunut*, lähettien tilalla *norsuosastot* ja kuningattaren tilalla ”esiupseeri”. Nykyshakkiin verrattuna kaksi nappulaa liikkui tuollain eri tavalla. ”Esiupseeri” liikkui vain viistottain yhden ruudun kerrallaan. *Norsuosasto* liikkui viistosuunnassa hypäten kaksi ruutua kerrallaan riippumatta siitä, oliko väliin jäävällä ruudulla nappulaa vai ei.

Kuningas ja rat-su olivat samoilla paikoilla ja siirtyivät kuten nykyään. Myös *sotavaunu* vastasi joka

suhteessa nykyistä tornia. Sotilaat eivät saaneet tehdä kaksoisaskelta eikä ohestalyöntiä tunnettu. Korrotuessaan sotilaasta tuli aina ”esiupseeri”. Peli oli voitettu nykyistä mattia vastaavassa tilanteessa tai vastapelaajan kuninkaan jäädessä yksin laudalle. Jos yksin jäänyt kuningas pystyi kuitenkin

siirtovuorollaan lyömään vastapuolen viimeisen nappulan, oli peli tasan.

Alkushakissa kuvastui neljän aselajin toiminta oikeassa sodassa. Jalkaväellä oli aseenaan miekka, jonka käyttö oli ihanteellista viistoasennossa. Taistelun läpäissyt sotilas korotettiin. Norsun selässä oli muutamia jousimiehiä ajajan lisäksi. Loogisesti ajatellen eivät jousimiehet voineet ampua eteenpäin koska ajaja oli tiellä. Rajoittunut liike (kaksi ruutua viistosuunnassa) ehkä kuvasi jousimiesten nuolten lyhyttä kantomatkaa. Toisaalta nuolia saattoi ampua muiden taisteluyksiköiden yli. Ratsu ei kestänyt useita jousimiehiä selässään pitkään, joten se oli keihäsmiesten kulkuneuvo. Sen koukkaava liikehdintä muistuttaa myös ratsun liikkeitä laudalla.

Sotavaunujen liikkeiden selittäminen ei olekaan niin yksinkertaista. Pelilaudalla niiden liikehdintä on nopeaa ja hyökkäysvoima suuri, mutta oikeassa sodassa ne olivat hitaita: ei ollut tarpeeksi vahvoja hevosia vetämään vaunuja, tai sitten niitä olisi tarvittu liikaa. Bengalin alueella sotavaunujen tilalla oli laiva. Ei tiedetä, kumpi nappula oli ollut alunperin laudalla. Thaimaassa pelataan vielä nykyäänkin shakkipeliä, jossa tornin tilalla on vene.

Shakista tuli arabien peli

Noin vuonna 600 jKr. shakki oli jo levinnyt Persiaan (Iran), jossa se sai nimen *shatrang*. Melkein saman tien shakki levisi Persiasta Arabiaan, joissa se nousi ensimmäiseen kukoistukseensa. Tässä vaiheessa voimaan tuli eräs sääntömuutos. Valkea kuningas sai olla joko ruudussa e1 tai d1 ja musta kuningas vastaavasti ruu-

dussa e8 tai d8. Kuitenkin molempien kuninkaiden täytyi olla samalla pystyrivillä. Tavallisesti pelin aloittaja päätti kuninkaan paikan. Myöhemmin säännöksi tuli, että kuningatar on kuninkaan vieressä omanvärisellään ruudulla. Jos pelaajan kuningas joutui pattiin, hän hävisi pelin. Myöskin laudalle yksin jääneen kuninkaan puoli hävisi.

Persiassa oli tapana vastustajan kuningasta uhatessaan sanoa ”*Shah!*” (”kuningas!”), mikä vakiintui myös arabien keskuudessa. Persiassa ”*shah mat*” tarkoitti ”kuningas on uuvutettu”, mikä arabien suussa muuntui muotoon ”*al-shah mata*” eli ”kuningas on kuollut”. Alkushakin aikaisesta ”esiupseerista” tuli nimitykseltään visiiri, *al-firzan*, jonka siirtosäännöt pysyivät kuitenkin samoina kuin ennenkin. Arabeilla sotavaunuista tuli *rukh*, mikä tarkoittaa Tuhannen ja Yhden yön saduissa lentelevää lintua. Nappulan laki muotoiltiin kaksisihaaraiseksi, linnun siipiä muistuttavaksi. Persiassa norsun nimi oli *pil*, josta arabit väänsivät kuulokuvien perusteella itselleen sanan *al-fil*.

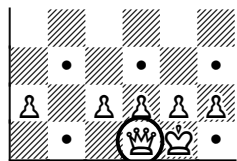
Noin vuonna 1000 shakki alkoi levitä Eurooppaan. Ensimmäisenä se tuli Apenniinien niemimaalle, Sisiliaan ja Espanjaan. Peliä kutsuttiin nimillä *axadrezes* tai *acedreyxes*. Ne tulivat suoraan Arabien nimityksestä *ashshatrandsh*. Muiden Euroopan maiden nimitykset tulivat *shah*-sanasta. Espanjassa tosin on säilynyt tähänkin päivään asti *ajedrez*. Arabien *visiiri* (nykyistä kuningatarta vastaava nappula) sai nimityksen *alferza*. *Rukh* sai nimen *roque*, mikä tunnettiin Englannissa nimellä *rook*.

Taktikoinnin helpottamiseksi laudan ruudukosta tuli kaksivärinen. Laudan oikean alakulma-

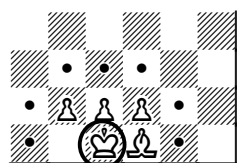


ruudun (h1) tuli olla valkea. Tässä vaiheessa mukaan tulivat myös sotilaan kaksoisaskel sekä kunin-

Näin hypittiin tuhat vuotta sitten:



Alferzan ensimmäinen siirto



Kuninkaan ensimmäinen siirto

dellisen sääty-yhteiskunnan jäseniä, joiden tehtävistä ja elämistä saatettiin kirjoittaa sivukaupalla tekstiä. Shakinpelaamisen taito jäi pelkäksi sivuseikaksi. Shakkikirjallisuus oli ennemminkin romaanikirjallisuutta kuin oppimateriaalia tai pelistrategian käsikirjoja.

Keskiajan shakkia

1200- ja 1300-luvuilla keskiaikainen elämä alkoi elää myös shakkilaudalla. Shakkinnappulat olivat todellisen sääty-yhteiskunnan jäseniä, joiden tehtävistä ja elämistä saatettiin kirjoittaa sivukaupalla tekstiä. Shakinpelaamisen taito jäi pelkäksi sivuseikaksi. Shakkikirjallisuus oli ennemminkin romaanikirjallisuutta kuin oppimateriaalia tai pelistrategian käsikirjoja.

Nappulat saivat uusia nimityksiä ja merkityksiä. Siirtosäännöt alkoivat pikkuhiljaa vakiintua nykypäivän sääntöjen mukaisiksi. Norsusta tuli lähetti. Shakkikirjallisuudessa nappulat jaettiin ylhäisiin, *nobiles* ja kansaan, *populares*. Ruudun h2 *populares*-nappula oli nimeltään talonpoika. Saksassa sen nimi Bauer yleistyi kaikkien *populares*-nappuloiden nimeksi, josta mm. Ruotsiin tuli nimitys *bonde*. Alferzan tilalle tuli eräissä keskiaikaisissa kirjoituksissa mainittu *regina* eli kuningatar. Myös latinan sanasta *domina* eli ylhäinen nainen tuli *donna*, *dama* tai *dame*. Torni-nimityksen taustalla lieenee erään renessanssirunoilijan teksti jossa norsu kantaa seläsään miehitettyä tornia.

Arabishakin *norsuun* oli muotoiltu torahampaita muistutava kyhmy. Keskiajalla se herätti erilaisia tulkintoja. *Al-fil* toi ranskalaisten mieleen sanan *fol*, mikä on vanha muoto sanasta *fou*. Se tarkoittaa hullua. Torahampaatkin toivat ehkä mieleen hovinarrin kaksihelhtaisen päähineen. Ranskassa lähettiin nimi on edelleenkin *fou*. Espanjaan lähettile jäi nimitys

alfil. Englannissa taas torahampaat toivat mieleen piispan hiipan. Niinpä Englannissa lähettiin nimeksi vakiintui *bishop*.

Säännöt vakiintuvat ja yhdenmukaistuvat

1600-luvulla lähettiin ja kuningattaren liikkeet muuttuivat. Lähetti sai liikkuu vapaasti viistosuunnassa ja kuningattaressa yhdistyivät tornin ja lähettiin liikkeet. Syitä näihin muutoksiin ei tiedetä, mutta joidenkin arvelujen perusteella lähettiin liike tuli erästä shakin variaatiosta, *kuriirishakista*, jossa laudan koko on 8x12 ruutua. Siinä olevan *kuriiri*-nappulan liike on samanlaista kuin nyky-lähettiin. Hoveissa pelattiin paljon shakkia ja hidastempoiseen peliin kaivattiin uudistusta. Niin kuningatar nousi pelin vahvimman nappulan asemaan.

Tornituksen tullessa kuninkaan hypyt jäivät pois. Aikaisemmin tornin siirtyminen kuninkaan viereen ja kuninkaan hypyt tornin

yli sen viereen sisälsivät jo nykytornituksen, mutta kahdessa siirrosta. Nyt nämä kaksi siirtoa sai tehdä yhdellä kertaa. Italiassa tornituksen kehittyä niin kutsuttu vapaa tornitus.

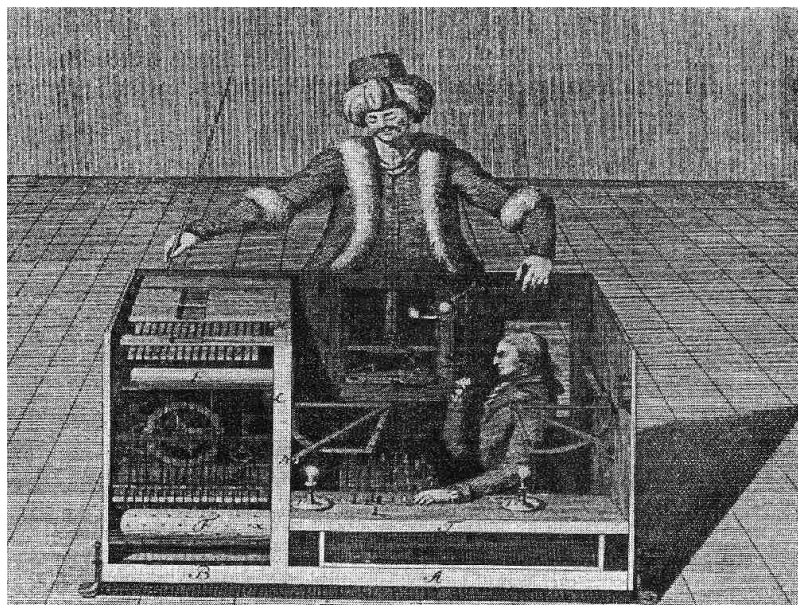
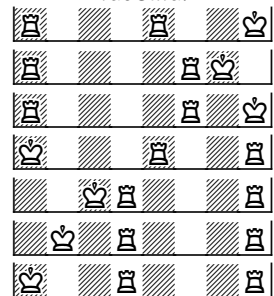
Euroopassa pattiase-
man mieltäminen tasapeliksi

oli yleistynyt jo aikaisemmin, mutta sitkeästi vielä 1800-luvun alkuun asti Englannissa pelin pattiutunut puoli oli häviö. Samoin Italiassa säilyi vapaa tornitus pitkään, kun muualla siitä oltiin luovuttu pääosin jo 1600-luvulla. 1800-luvun alussa vihdoinkin vapaasta tornituksesta luovuttiin virallisissa säännöissä, ja säännöt kehittyivät nykypäivän sääntöjen mukaisiksi.

Vapaa tornitus



Yllä olevasta perusasemasta saattoi tornittaa seuraavilla tavoilla:

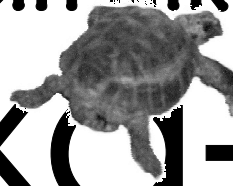


Kuva 14: Itävaltalaisen Wolfgang von Kempelenin (1734-1804) vuonna 1769 rakentama shakkia pelaava kone. Tämä kiersi ympäri Eurooppaa pelaten useita satoja pelejä, joista se hävisi vain kolme. Se kuitenkin paljastui huijaukseksi.

PA

Tee oma lähes aito ja melkein alk

Lehtori-Pekka-



Origami on perinteinen japanilainen paperitaittelumuoto, joka kuuluu olennaisena osana japanilaiseen kulttuuriin. Länsimaissa origami on kuitenkin suhteellisen uusi asia. Se tuli yleiseen tietoisuuteen vasta the Nippon Origami Associationin (NOA) perustamisen myötä 1973. Samalla alkoi myös origamin kaupallistuminen. Tärkeintä perinteisessä origamissa on kuitenkin aina ollut taitostöiden antaminen ja saaminen.

Perinteinen origami suosii lähinnä eläinaiheita, mutta nykyään malleja on lentokoneista joulupukkiin. Kaikki tämä saadaan aikaan ainoastaan yhdestä paperista taittelemalla, ilman saksia tai liimaa.

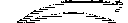
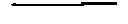
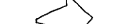
Paperiksi käy lähes mikä tahansa neliön muotoinen paperi, mutta paras lopputulos saadaan ohuesta mattapintaisesta paperista, jonka toinen puoli on värillinen, toinen valkoinen. Lisäksi suurikokoista paperia on helpompi taitella. Origamipapereita saa askarteluliikkeistä ja Japani-kaupoista.

Lehtori Pekka Pirin neilivarvaskilpikonnin (*Testudo Horsfieldii*), Tupun, innoittamana suunnittelin mallin, joka on suhteellisen yksinkertainen, mutta vaatii silti aloittelijalta runsaasti kärsivällisyyttä ja tarkkuutta. Työ kylä palkitsee tekijänsä.

Seuraa huolellisesti annettuja ohjeita. Tee taitokset tarkkaan, sillä jo 0,2 mm virhe alkuvaiheessa saattaa aiheuttaa kauneusvirheen lopputulokseen. Kaikki taitokset on suhteutettu paperissa jo ennestään näkyviin merkkeihin, kuten reunoihin, kulmiin tai aikaisempiin taitoksiin. Jotta sinun olisi helpompi seurata taittelohtetta, on monet tärkeät pisteet merkitty kirjaimin.

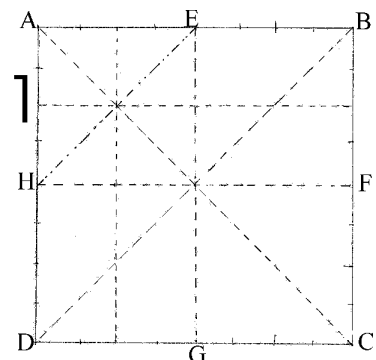
Mikäli huomaat, ettei kädessäsi oleva paperi enää vastaa kuvaa, palaa taaksepäin ja käy vaiheet huolellisesti läpi selvittääksesi, missä olet tehnyt virheen. Voit myös laittaa mallisi talteen ja yrittää muutaman päivän kuluttua uudelleen.

Ohjeissa on käytetty seuraavia yleisessä käytössä olevia merkintöjä:

-  Taita
-  Taita ja avaa taitos
-  Taita taakse
-  Vedä ulos
-  Laaksotaitos (V:n muotoinen)
-  Harjataitos (A:n muotoinen)
-  Aiemmin tehty taitos
-  Käännä ympäri
-  Suurennos

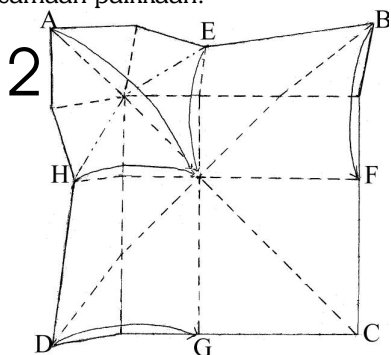
Onnea yritykselle!

1. Aseta neliön muotoinen kilpikonnin värinen paperi pöydälle värillinen puoli alaspäin, ja tee siihen kuvassa näkyvät taitokset. (Tee ensin taitokset DB, AC, EG ja FH, jolloin saat selville paperin keskipisteen. Tee sitten loput taitokset taittamalla paperin reuna tai kulma keskipisteen.) Huomaa, että HE on harjataitos, eli se tehdään paperin toiselle

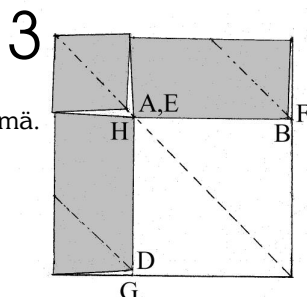


Superäinen Pirin-Kilpikonna

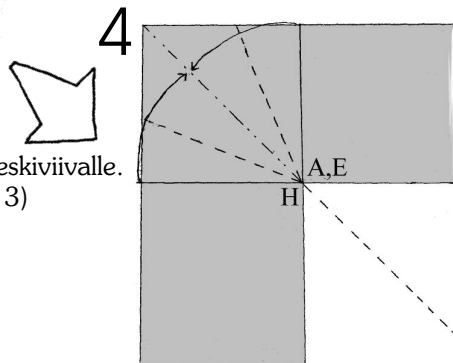
2. Tekemiesi taitosten vaikutuksesta paperi vetäytyy tämän näköiseksi. Taita ensin pisteet E ja H yhtäaikaan paperin keskipisteseen. Pisteet B ja D seuraavat mukana. Nyt voit taittaa myös pisteen A samaan paikkaan.



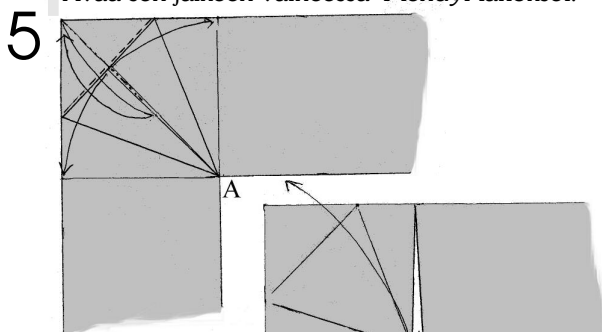
3. Tuloksen pitäisi olla tämä.



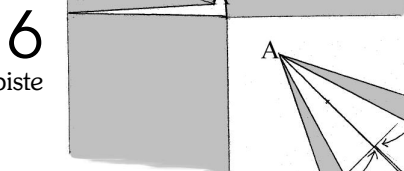
4. Taita pienen neliön kulmat keskiviivalle. (kuva on osasuurennos kuvasta 3)



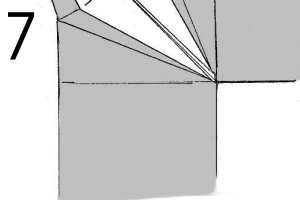
5. Taita yläkolmio edestakaisin vaiheessa 4 taitettujen paperinkulmien muodostamaa linjaa pitkin. Avaa sen jälkeen vaiheessa 4 tehdyt taitokset.



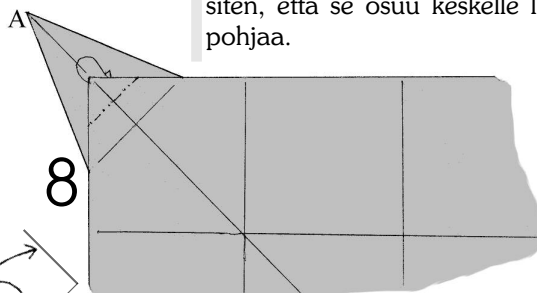
6. Nosta piste A ylös.



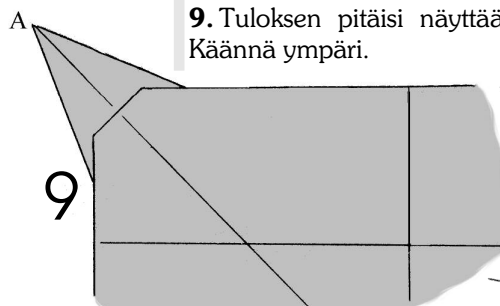
7. Vedä piste A mahdollisimman kauas paperin keskustasta. Pienen neliön kulmapisteiden tulisi tällöin kohdata. Paina kulmat kiinni tähän pisteeseen ja vahvista taitokset. Tuloksen voit tarkistaa kuvasta 10. Käännä paperi ympäri.

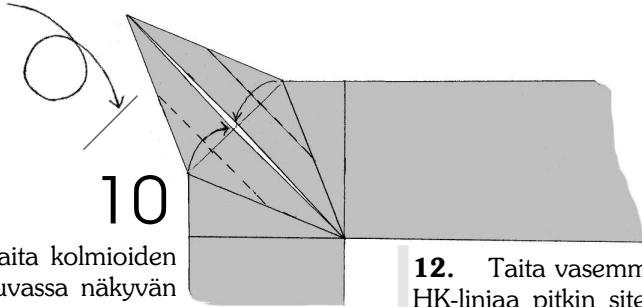


8. Taita kolmion kärki loveen siten, että se osuu keskelle loveen pohjaa.

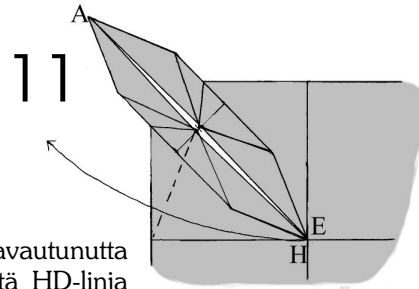


9. Tuloksen pitäisi näyttää tältä. Käännä ympäri.

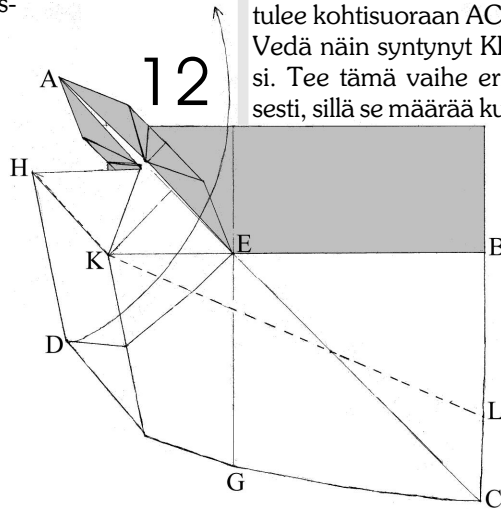




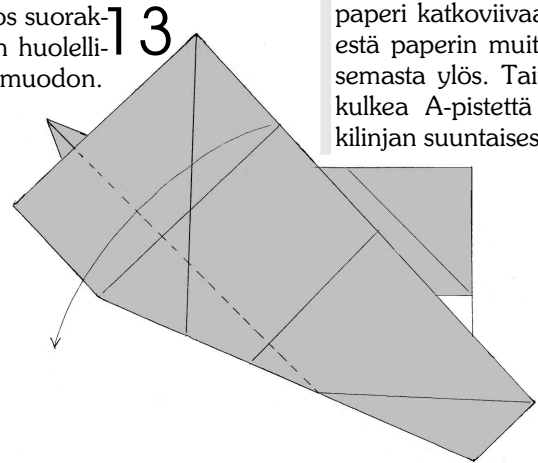
10. Taita kolmioiden kärjet kuvassa näkyvän suunnikkaan keskusta.



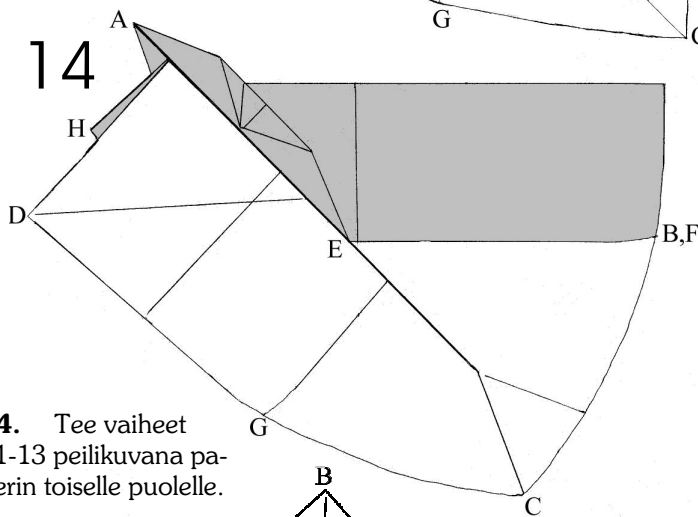
11. Avaa paperin vasen puoli taitamalla vasemmanpuoleinen läppä ylös.



12. Taita vasemmalle avautunutta HK-linjaa pitkin siten, että HD-linja tulee kohtisuoraan AC-linjaa vastaan. Vedä näin syntynyt KL-taitos suoraksi. Tee tämä vaihe erityisen huolellisesti, sillä se määrää kuoren muodon.

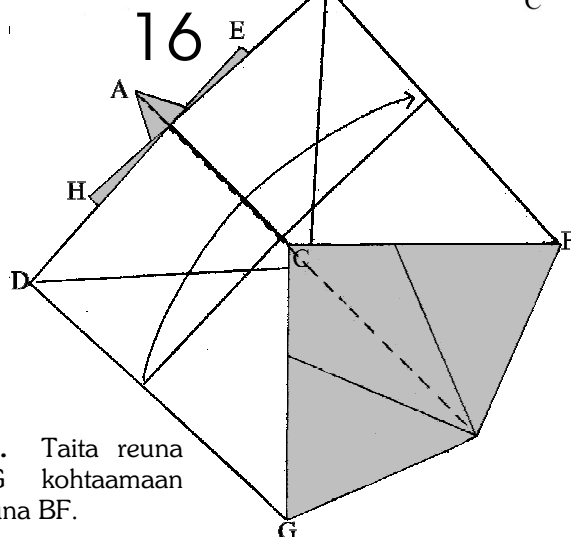
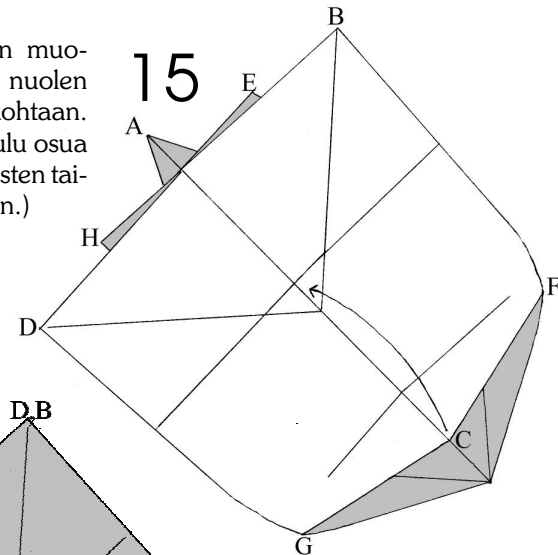


13. Taita päällimmäinen paperi katkoviivaa pitkin. Älä estä paperin muita osia nousemasta ylös. Taitoksen tulisi kulkea A-pistettä kohti, keskilinjan suuntaisesti.

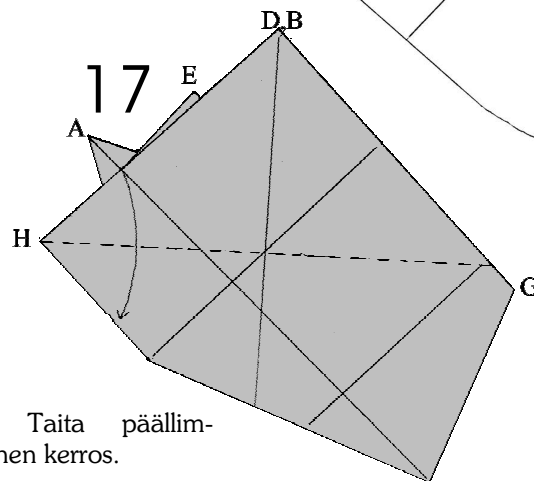


14. Tee vaiheet 11-13 peilikuvana paperin toiselle puolelle.

15. Taita näin muodostunut läppä nuolen osoittamaan kohtaan. (Pisteen C ei kuulu osua mihinkään edellisten taitosten risteykseen.)



16. Taita reuna DG kohtaamaan reuna BF.



17. Taita päällimmäinen kerros.

18. Nosta kulma D ylös. Kuljeta läppä, jonka kärkenä on kulma G, kulman D alitse, ja anna taitoksen PQ kääntyä nurin päin. Tämän tekemistä helpottaa, jos ensin taitat G-kärkisen läpän edestakaisin PR-linjaa pitkin.

18

20. Vedä vaiheessa 19 piiloon jäänyt C-kärkinen läppä päällimmäiseksi.

20

19. Paperin tulisi nyt näyttää tältä. Toista vaiheet 16-18 peilikuvana paperin oikealle puolelle.

19

21. Taita mallin alakulma pisteeseen C.

21

23. Taita kulma F mallin keskustaa kohti taitoksen mukaan. Kuva 23b näyttää saman taitoksen paperin E toiselta puolelta, jotta voisit määrittää sen tarkan sijainnin.

23a

22. Taita kulma C takaisin alas. (taitos kulkee kummankin päätysivunsa puolivälistä). Avaa taitokset väliaikaisesti, jotta saat työnnettyä C-kärkisen läpän takaisin sinne, mistä vedit sen vaiheessa 20. Taita avatut taitokset uudestaan.

22

25. Taita F keskustaan päin vaiheessa 24 tehtyä taitosta pitkin. (Älä kuitenkaan anna jalan muodon muuttua.) Taitoskohtaan muodostuu ryppe, mutta se on aivan normaalia.

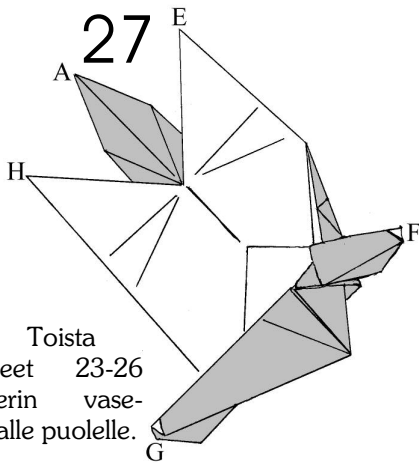
25

24. Työnnä sormesi jalan kerrosten väliin ja taita jalan ylempi kerros keskilinjaa myötäiseksi kuten kuvaan on merkitty. (Varo kuitenkin taittamasta osaa, jossa ei ole katkoviivaa!) Piste F:n pitäisi nousta ylös.

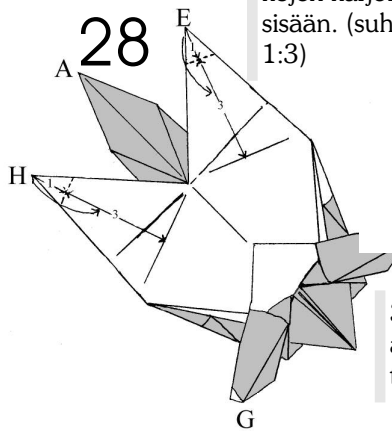
24

26. Taita ulospäin kuvassa näkyvää taitoslinjaa pitkin.

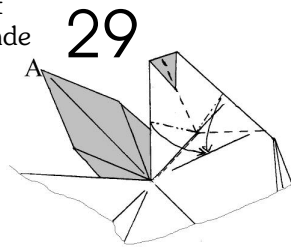
26



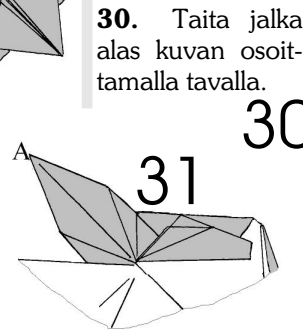
27. Toista vaiheet 23-26 paperin vasemmalle puolelle.



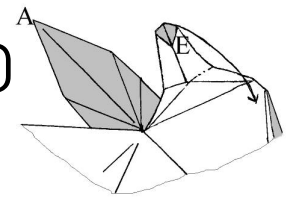
28. Taita etujalkojen kärjet sisään. (suhde 1:3)



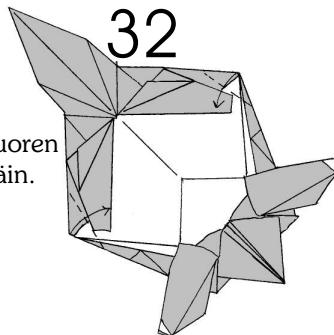
29. Taita merkityt pisteet yhteen. (Laita sormesi pisteiden T ja U taakse, ja purista siten, että jalka taittuu kahdella. Paina pisteet sitten alas pisteesseen V. Tämän seurauksena jalan kärki nousee pystyyn.)



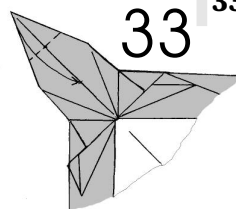
30. Taita jalka alas kuvan osoittamalla tavalla.



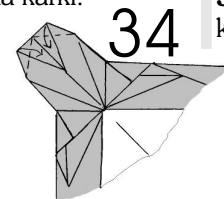
31. Jalan tulisi näyttää tältä. Toista vaiheet 29-31 peilikuvana paperin vasemmalle puolelle.



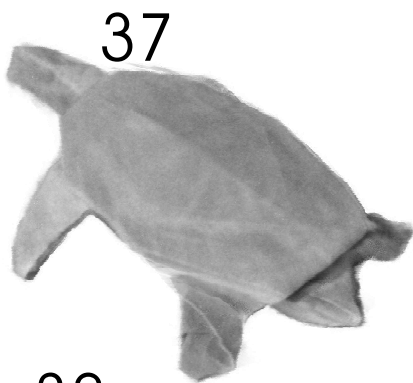
32. Taita kuoren kulmat sisäänpäin.



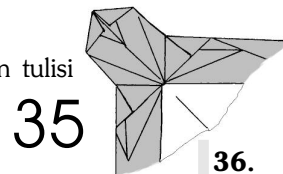
33. Taita kärki.



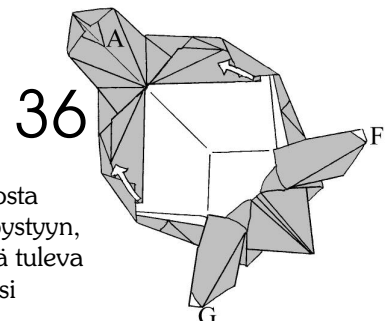
34. Taita kuoron reunat.



35. Tuloksen tulisi näyttää tältä.

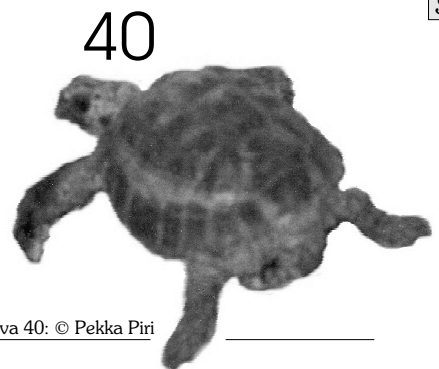
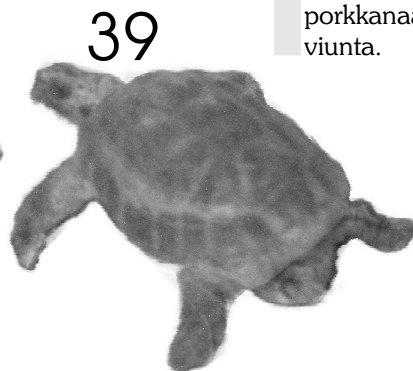
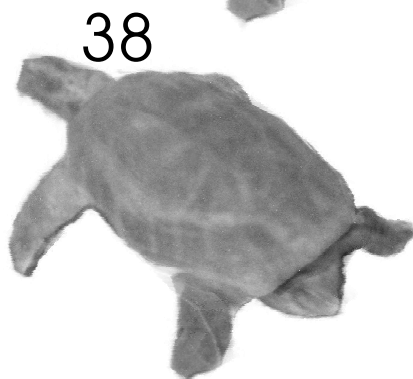


36. Nosta etujalat pystyyn, ja käännä tuleva lemmikkisi



37.-40. Voit halutessasi lihottaa lemmikkiäsi työntämällä kaulassa olevasta raosta pumpulia tms. sen kuoren alle. Kun vielä katkaisit tulevan lemmikkisi etujalan, on kädessäsi aito ja alkuperäinen Lehtori-Pekka-Pirin-Kilpikonna, joka muistuttaa enemmän itseään kuin itse Tupu. Anna Tupullesi salaattia ja porkkanaa (5g), ja laita se kaapin alle nukkumaan talviunta.

ST



Rakkauden semantiikasta

Rakkautta ensisilmäyksellä, ystävyydestä rakkauteen, vihasta rakkauteen . . . kaikki jo varmaan tuttuja käsityksiä lukijallekin, mutta onko myös sanan *rakkaus* merkitys yhtä selvä?

Mikä on se suuri ero rakkauden ja ystävyyden välillä? Rakkaudeksi kutsutaan niin kovin laajaa asioiden kirjoa. Vanhempien ja lasten välistä, hyvin toimivaa suhdetta kutsutaan rakkaudeksi, kuten myös seksuaalista halua, sitä suurta ensirakkautta 7. luokalla peruskoulussa tai kahden ihmisen välistä, huolehtivaa ja mielihyvää tuottavaa suhdetta sekä raamatullisesti lähimmäisenrakkautta ja kristityn suhdetta jumalaansa .

Sanalla *rakkaus* näyttää siis olevan varsin monia ja suuresti toisistaan eroavia merkityksiä, sillä tuskin kukaan väittäisi hyvää vanhempien ja lasten välistä suhdetta samaksi asiaksi kuin seksuaalista halua. Jatkossa käsittelemkin toisistaan erillään seksuaaliset ja muut merkitykset, en niinkään erilaisten arvostusten vuoksi, vaan koska niillä ei ole välttämättä suuresti tekemistä keskenään.

Seksihän ei nimittäin ole ehdottomasti liitoksissa a) pysyvään suhteeseen, minkä jotkut mieltävät rakkauden lopulliseksi päämääräksi, ja missä kuitenkin tapahtuu pettämistä, b) vanhempien ja lasten väliseen suhteeseen, ainakaan yleisen mielipiteen mielestä eikä c) todennäköisesti myöskään lähimmäisenrakkauteen tai kristityn suhtautumiseen jumalaansa. Nykyaikanahan seksuaalisuus usein yhdistetään rakkauteen, onpa joskus väitetty monien nykyään yhdistävän rakkauden ja seksin saumattomaksi samaksi asiaksi.

Kun seksuaaliset merkitykset karsitaan, mitä jää jäljelle? Mikä yhdistää kaikkea termin *rakkaus* alle jäänyttä sekamelskaa? Vaikuttaisi siltä, että sanan *rakkaus* merkitykset jakautuisivat seksuaalisuuteen ja ystävyyteen laajemmassa merkityksessään, johon voidaan sisällyttää myös kristityn suhde jumalaansa. Ystävyydellä tässä tarkoituksessa ei siis tarkoiteta sitä bestistä koulussa tai kaveria työssä, vaan jotain laajempaa, yleistä käsitettä. Tämä laajempi ystävyyskäsite kätkeytyy alle kaikki rakkauden epäseksuaaliset merkitykset ja lisäksi perinteisen ystävyyden, joka olisikin vain rakkauden pikkuveli.

Nyt on siis todettu, mitä rakkauteen (vai pitäisikö sanoa ystävyyteen) kuuluu, mutta mitä se siis

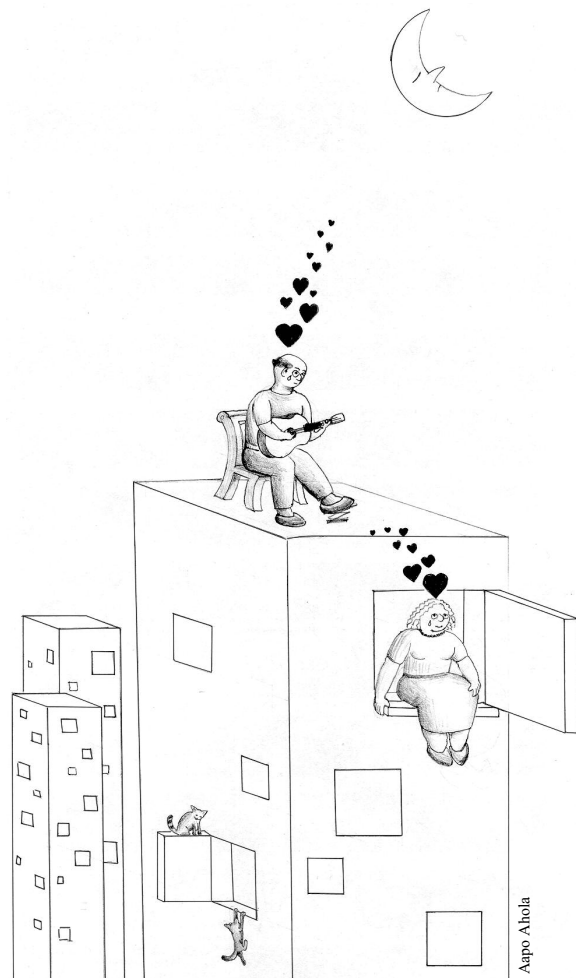
on? Mitä me tarkoitamme puhuessamme rakkaudesta. Mitä saippuaopperan kaunotar (tietämättään) tarkoittaa sanoessaan: *"Minä rakastan sinua, name!"*

Se mitä me tarkoitamme puhuessamme rakkaudesta, edelleen pois lukien seksuaaliset merkitykset, näyttäisi olevan jotain seuraavan tapaista:

"Haluan huolehtia sinusta, haluan olla seurassasi, huolehdithan sinäkin minusta?"

Tämä vaikuttaisi todelta kaikissa edellä mainituissa tilanteissa. Ainakin kaksi kolmesta näyttäisi olevan tosia joka tapauksessa. Have a nice, friendly and lovely day!

TM



Luonnon geometriaa D=1

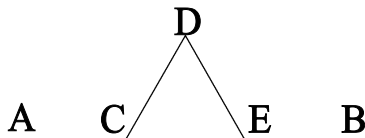
Geometria on hyvä tapa kuvata yksinkertaisia kappaleita, mutta kappaleiden tullessa äärettömän monimutkaisiksi, käy niiden kuvaaminen klassisen geometrian avulla mahdottomaksi. Esimerkiksi rantaviivan pituuden määrittäminen on tunnettu ongelma. Äärettömän monimutkaisia kappaleita tutkivaa geometriaa kutsutaan fraktaaligeometriaksi.

Jotta pääsemme alkuun, kutsumme aluksi fraktaaleiksi kappaleita, jotka eivät yksinkertaistu mittakaavaa suurennettaessa. Seuraavassa tarkasteltava käyrä on hyvä esimerkki fraktaalista.

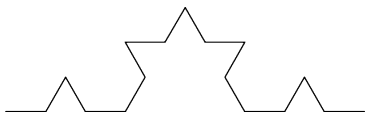
Olkoon jana AB:

A B

Korvataan tämä murtoviivalla:



Tämä muodostuu neljästä osajana AC, CD, DE ja EB, joiden pituus on $r = \frac{1}{3} \cdot |AB|$, jolloin koko murtoviivan pituudeksi saadaan $\frac{4}{3} \cdot |AB|$. Kun jokainen näin saaduista osajanoista korvataan vielä samanlaisella murtoviivalla, saadaan seuraava toisen asteen murtoviiva:

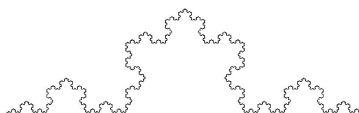


n-asteen murtoviiva koostuu 4^n janasta, joiden pituus on $\frac{1}{3^n} \cdot |AB|$.



Kuva 22: Fraktaalinen kukkakaali

n-asteisen murtoviivan



pituus on siis $\frac{4^n}{3^n} \cdot |AB|$. On selvää,

että käyrän pituus kasvaa n:n kasvaessa, joten kun operaatio toistetaan äärettömän monta kertaa saadaan käyrä jonka pituus on ääretön. Tällaisia rajatulla alueella esiintyviä äärettömän pitkiä kappaleita ranskalainen matemaatikko Benoit Mandelbrot (*1924) alkoi kutsua fraktaaleiksi (engl. fractal).

Sana fraktaali tulee Latinan kielen sanasta fractus, joka tarkoittaa murtunutta, murrettua tai epä säännöllistä. Samaa alkuperää ovat myös englanninkielen sanat fraction ja fragment.

Vaikka Mandelbrot ottikin

käyttöön fraktaali-sanana, hän ei suinkaan ollut ensimmäinen fraktaaleja tutkinut matemaatikko. Jo vuonna 1904 ruotsalainen matemaatikko Helge von Koch esitti edellä käsitellyn murtoviivan, joka on sittemmin tunnettu Kochin käyränä.

Fraktaalisten käyrien mittaaminen

Käyrän suuruus¹⁾ määritetään yleensä jakamalla käyrä osajanoihin ja laskemalla näiden pituudet yhteen. Samoin voidaan tasokuvion suuruus määrittää jakamalla kuvio pieniin neliöihin ja laskemalla yhteen niiden sivujen toiset potenssit (neliön alahan on sen sivun toinen potenssi). Sama periaate toimii avaruuskappaleel-

1) Sanaa "suuruus" käytetään tässä yhteisnimityksenä kokoa kuvaaville suureille kuten pituus, pinta-ala ja tilavuus.

la, kun jaetaan se kuutioihin ja lasketaan kuutioiden sivujen kolmannet potenssit yhteen. Näin voidaan verrata keskenään kappaleita, joiden ulottuvuuk-sien määrä on sama. Huomaa kuitenkin, että esimerkiksi yksiulotteisen käyrän pinta-ala on nolla ja tasokuvion pituus ääretön.

Samalla tavalla voidaan mitata myös fraktaalisia kappaleita: Jaetaan kappale osiin, joiden halkaisija on pienempi tai yhtä suuri kuin r siten että osia tulee mahdollisimman vähän. (kappaleen halkaisijalla tarkoitetaan suurinta mahdollista etäisyyttä sen kahden pisteen välillä.) Lasketaan näiden osien halkaisijat yhteen korotettuna potenssiin d . Raja-arvoa, jota tämä luku lähestyy, kun r lähestyy nollaa kutsumme kappaleen Hausdorff-mitaksi ja merkitsemme sitä h_d :lla.

$$h_d = \sum_{i=0}^{\infty} r_i^d = r_0^d + r_1^d + r_2^d + \dots + r_{\infty}^d$$

Voidaan havaita, että kavaasta saadaan aina joko nolla tai ääretön, kun d poikkeaa kappaleen ulottuvuuk-sien lukumäärästä. Tätä voi kokeilla jakamalla esimerkiksi jana osiin ja laskemalla osien avulla h_d janalle, jonka pituus on s . Seuraavassa esimerkissä jana on jaettu N kappaleeseen yhtä suuria osia.

$$h_d = r_0^d + r_1^d + r_2^d + r_3^d + \dots + r_N^d$$

Koska kaikki osajanasat ovat yhtä pitkiä, niin

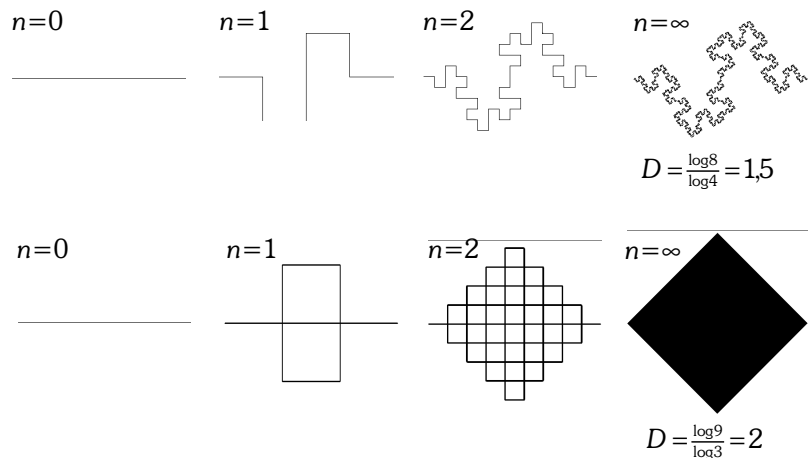
$$h_d = \left(\frac{s}{N}\right)^d \cdot N = \frac{N \cdot s^d}{N^d} = \frac{s^d}{N^{d-1}}$$

Havaitaan, että kun $d=1$, niin $h_d = \frac{N \cdot s}{N} = s$, N :n arvosta riippumatta. Kun taas $d > 1$ antaa

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{s^d}{N^{d-1}} = 0$$

toisin sanoen $\frac{s^d}{N^{d-1}}$ lähenee nollaa, kun N lähenee ääretöntä.

Ja kun $d < 1$, niin

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{s^d}{N^{d-1}} = \infty, \text{ eli } \frac{s^d}{N^{d-1}}$$


Kuva 23: Fraktaalisia käyriä

lähenee ääretöntä, kun N lähenee ääretöntä.

Sama voidaan todeta neliöllä, jonka halkaisija on s (Voidaan osoittaa, että taloudellisin tapa peittää neliö r -läpimittaisilla kappaleilla on käyttää säännöllisesti sijoitettavia pieniä neliöitä):

$$h = \left(\frac{s}{N}\right)^d \cdot N^2 = \frac{N^2 \cdot s^d}{N^d} = \frac{s^d}{N^{d-2}}$$

Voidaan vastaavasti todeta h :n olevan n :stä riippumaton jos ja vain jos $d=2$.

Sitä d :n arvoa, jolla h on n :stä riippumaton kutsutaan kappaleen Hausdorff-Besicovitch-dimensioksi²⁾. Merkitsemme sitä D :llä. Vastaavasti merkitsemme h_D :tä H :lla. Euklidisille kappaleille $D=D_T$, kun D_T :llä merkitään kappaleen topologista dimensiota eli ulottuvuuk-sien lukumäärää (käyrälle $D_T=1$, pinnalle $D_T=2$) D :n ja H :n merkitys tulee esille vasta fraktaalisten käyrien yhteydessä.

Esimerkki:

Määritä Kochin käyrän Hausdorff-Besicovitch dimensio.

Ratkaisu:

Approksimoidaan murtoviivalla Kochin käyriä, jonka päiden välinen etäisyys on s . Kun

²⁾ Olemme määritelleet Hausdorff-mitan ja Hausdorff-Besicovitch-dimension esimerkin avulla, sillä niiden oikeaoppinen määritelmä on turhan monimutkainen tässä esitettäväksi. Se on kuitenkin havainnollisesti selitetty K. J. Falconerin kirjassa "Fractal Geometry - Mathematical Foundations and Applications" (1990).

edellä esitetty janan korvaaminen murtoviivalla suoritetaan n kertaa, voidaan saatua käyriä n asteen approksimaatioksi. n asteen approksimaatio koostuu 4^n :stä osajanas-ta, joiden pituus on $\frac{s}{3^n}$. Kun jo-

kainen osajana korvataan ympyrällä, jolla on yhtä suuri halkaisija, saadaan kappale, joka peittää Kochin käyrän. Tällöin Kochin käyrän Hausdorff-mitaksi saadaan:

$$h = \left(\frac{s}{3^n}\right)^D \cdot 4^n$$

$$h = \frac{s^D}{(3^n)^D} \cdot 4^n = \frac{s^D \cdot 4^n}{3^{nD}}$$

Otetaan yhtälöstä puolittain logaritmi.

$$\log h = D \log s + n \log 4 - nD \log 3$$

$$\log h = D \log s + n(\log 4 - D \log 3)$$

$$h \rightarrow 0 \text{ tai } h \rightarrow \infty$$

jos ja vain jos

$$\log h \rightarrow \infty \text{ tai } \log h \rightarrow -\infty.$$

joten

$$\log 4 - D \log 3 = 0$$

$$\Leftrightarrow D = \frac{\log 4}{\log 3}$$

Vastaus:

$$D = \frac{\log 4}{\log 3} \approx 1,262859507$$

Tämän avulla voidaan las-

kea myös Kochin käyrän Hausdorff-mitta:

$$\begin{aligned}\log H &= D \log s + n(\log 4 - D \log 3) \\ \Leftrightarrow \log H &= D \log s \\ \Leftrightarrow H &= 10^{D \log s} = s^D\end{aligned}$$

(Näin käytettäessä kymmenkantaista logaritmia – voit käyttää myös muita logaritmeja, kunhan vaihdat kantaluvun oikeaksi.)

Voidaan osoittaa, että mille tahansa kappaleelle pätee $D_T \leq D \leq D_S$, missä D_S on sen avaruuden ulottuvuusluku, jossa käyrä esiintyy. Tämä voidaan yleistää siten, että kappaleen K Hausdorff-Besicovitch-dimensio on suurempi tai yhtä suuri kuin minkä tahansa K :n osajoukon ja pienempi tai yhtä suuri kuin minkä tahansa kappaleen, joka voidaan esittää K :n muotoisen kappaleiden unionina.

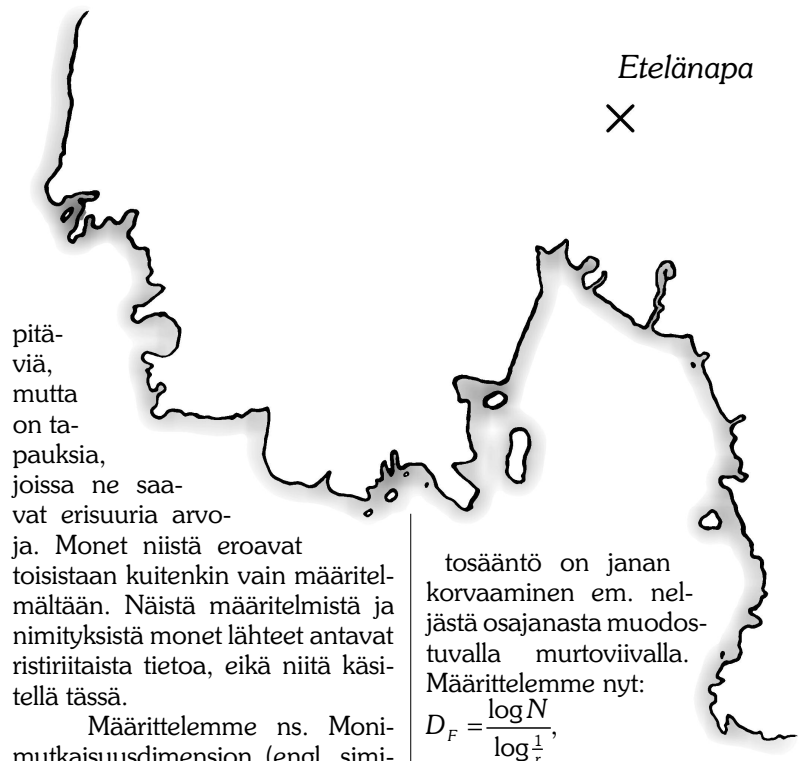
Nyt voidaan määrittää fraktaali uudestaan kappaleeksi, jonka Hausdorff-Besicovitch-dimensio on suurempi kuin sen topologinen dimensio.

$$D > D_T$$

Muita dimensioita

Hausdorff-Besicovitch-dimension lisäksi on muitakin ns. fraktaalidimensioita, joilla voidaan kuvata kappaleiden ominaisuuksia. Useimmissa tapauksissa nämä ovat keskenään yhtä-

Kuva 24a: Etelämantereen rantaviivaa



pitäviä, mutta on tapauksia, joissa ne saavat erisuuria arvoja. Monet niistä eroavat toisistaan kuitenkin vain määritelmältään. Näistä määritelmistä ja nimityksistä monet lähteet antavat ristiriitaista tietoa, eikä niitä käsitellä tässä.

Määrittelemme ns. Monimutkaisuusdimension (engl. similarity dimension) itseään eri mitta-kaavoissa toistavalle fraktaalille. Itseään toistava fraktaali voidaan muodostaa ns. aksiooman ja tuottantosäännön avulla. Aksiooma on tuottamisen lähtökohta ja tuottantosääntö kertoo miten kappaleen osia korvataan toisilla, esimerkiksi Kochin käyrän tapauksessa aksiooma on jana, ja tuotan-

tosääntö on janan korvaaminen em. neljästä osajana muodostuvalla murtoviivalla. Määrittelemme nyt:

$$D_F = \frac{\log N}{\log \frac{1}{r}},$$

missä N on osajanojen määrä janan paikalle asetettavassa murtoviivassa, ja r niiden pituus suhteessa käyrän päiden väliseen etäisyyteen.

Dimensio kuvaa tässä tapauksessa itse asiassa käyrän monimutkaistumista tarkastelu mitta-kaavan kasvaessa. Se voidaan yleistää koskemaan kaikenlaisia käyriä:

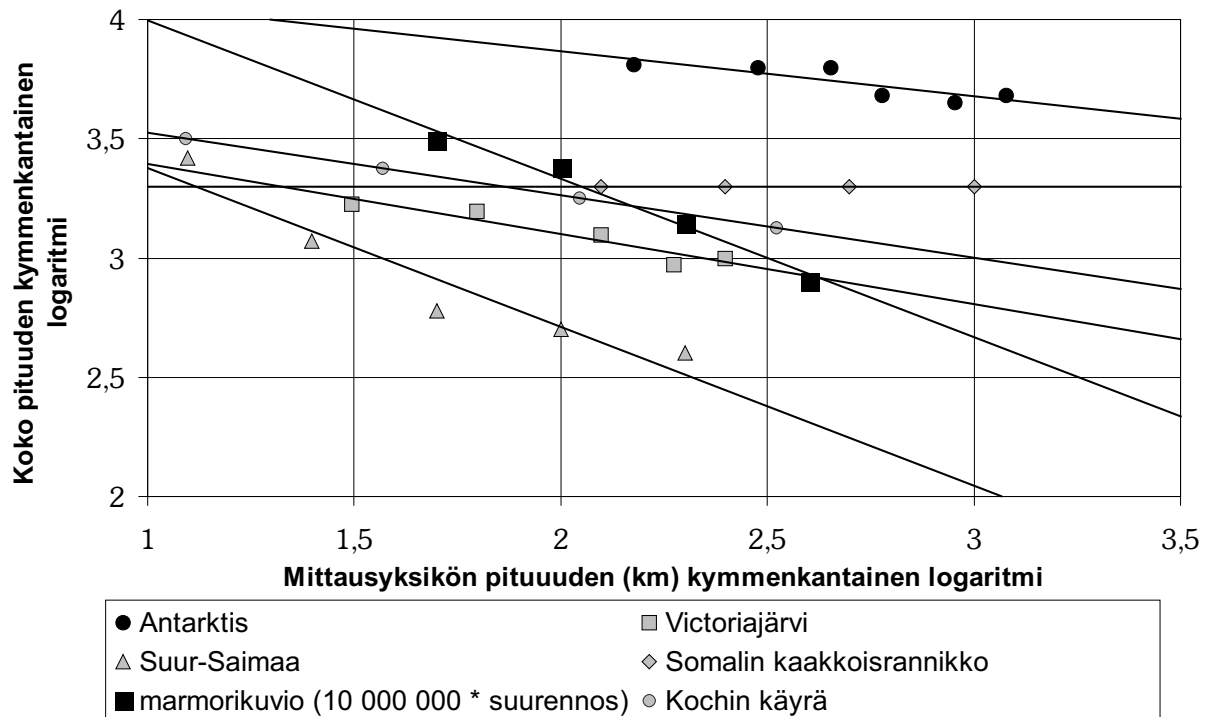
$$D_F = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log N}{\log \frac{1}{r}},$$

missä N on niiden r -säteisten pallojen määrä, joka tarvitaan käyrän peittämiseen.

Monissa tapauksissa kuten Kochin käyrän kohdalla, $D = D_F$, minkä lukija voi halutessaan laskea. Monimutkaisuusdimensio ja Hausdorff-Besicowitch-dimensio eivät ole sama asia, mutta ne ovat useimmissa tapauksissa yhtä suuret, minkä johdosta monimutkaisuusdimensiota käytetään usein Hausdorff-Besicowitch-dimension arvaamiseen silloin kun sen laskeminen on huomattavasti vaikeampaa. Tapauksia, joissa tämä ei ole mahdollista, ei käsitellä tässä artikkelissa.



Kuva 24b: Eri hienoja lumikiteitä



Kuva 25: Rantaviivojen pituuksien logaritmin riippuvuus mittajanan pituuden logaritmistä. ($D=1-k$, missä k tarkoittaa suoran kulmakerrointa.)

Harjoitus 1:

a) Nk. Cantorin joukko syntyy kun jana jaetaan kolmeen osaan, ja niistä poistetaan keskimmäinen. Sama toistetaan jäljelle jääneille kahdelle alkuperäisen janan kolmasosalle. jne. Määritä Cantorin joukon monimutkaisuusdimensio ja Hausdorff-Besicovitch-dimensio edellisen kappaleen perusteella.

b) Määritä säännöllisen p -kulmion monimutkaisuusdimensio.

c) Muodostetaan yleinen Cantorin joukko seuraavasti: Otetaan jana, jonka pituus on r . Poistetaan siitä pätkä, jonka etäisyys janan päätyyn on ar , ja jonka pituus on br . Määritä tämän joukon monimutkaisuusdimensio $a:n$ ja $b:n$ suhteen.

Dimension käsite

Sana dimensio saattaa aluksi tuntua harhaanjohtavalta (engl. dimension $\Leftrightarrow$ ulottuvuus), mutta se on hyvin perusteltavissa. Hausdorff-Besicovitch-dimensiolle on monia yhteisiä piirteitä euklidisten (eli "epäfraktaalisten")

kappaleiden ulottuvuusluvun kanssa, ja itse asiassa monissa tapauksissa euklidista dimensiota voidaan pitää Hausdorff-Besicovitch-dimension erikoistapauksena. Esimerkiksi euklidisten kappaleiden suuruuden (pituus, pinta-ala, tilavuus ...) kasvaminen mittakaavan mukana riippuu kappaleen ulottuvuusluvusta. Yksiulotteisen kappaleen pituus on verrannollinen suurennossuhteen ensimmäiseen potenssiin, tasokuvion ala on verrannollinen suurennossuhteen neliöön ja vastaavasti tilavuus sen kuutioon. Samoin fraktaalisen kappaleen suuruus (Hausdorff-mitta) on verrannollinen mittakaavan D :nteen potenssiin. Hausdorff-mitta vastaa myös sikäli euklidisia mittoja, että kappaleen neljäsosan Hausdorff-mitta on neljäsosa koko kappaleen mitasta. (Huom. laskettaessa Kochin käyrän murto-osien pituuksia edellä johdetulla kaavalla $h=s^D$ on muistettava, että Kochin käyrän neljäsosan päiden välinen etäisyys on kolmasosa alkuperäisen käyrän pituudesta.) Hausdorff-Besicovitch-dimensio kuvaa myös sitä, kuinka hyvin

tietosanakirjat ilmoittavatkin maiden kohdalla niiden rantaviivan pituuden sekä paljonko yhteistä rajaa niillä on rajanaapureidensa kanssa, ei näillä luvuilla ole mitään merkitystä niin kauan kuin niiden yhteydessä ei ilmoiteta mitaustarkkuutta. Rantaviivan näennäinen pituus on nimittäin täysin riippuvainen mittaustarkkuudesta. Kun laiva seuraa rannikkoa, se kulkee paljon lyhyemmän matkan kuin rantatietä kulkeva kävelijä, koska laivan, toisin kuin kallioseinämään hakatun tien, ei tarvitse poiketa jokaiseen lahdenpohjukkaan. Ja jos halutaan vielä tarkempia mittoja, voidaan kiertää jokaisen hiekanjyvän ympäri.

Todellisten kappaleiden fraktaalidimensiot

Rantaviivan Monimutkaisuusdimensiota voi arvioida esimerkiksi approksimoimalla sitä murtoviivoilla, joiden kaikki osajanat ovat yhtä pitkiä kuten kuvassa 22a. Monimutkaisuusdimensio on tällöin

$$D_F = \frac{\log \Delta N}{\log \frac{1}{\Delta r}} = 1 - \frac{\log \Delta N r}{\log \Delta r},$$

missä Nr on koko käyrän pituus mitattuna mittajanalla, jonka pituus on r . (Kaava on em. fraktaalidimension kaavan muunnos, joka sallii minkä tahansa pituusmittayksikön käyttämisen r :n ilmoittamiseen. Se tuo myös paremmin esille rantaviivan pituusmuutoksen kuin määrittämässä käyttämämme monimutkaisuusdimension kaava.) ΔNr merkitsee Nr :n muutosta, kun r muuttuu Δr verran. Paras tulos saadaan, kun tehdään useita mittauksia ja etsitään graafisesti mittaustuloksia parhaiten kuvaava suora. monimutkaisuusdimensio on itse asiassa $D=1-k$, missä k on tämän suoran kulmakerroin.

Harjoitus 2:

Määritä kuvan 25 perusteella siinä esitettyjen rantaviivojen Monimutkaisuusdimensiot.

Harjoitus 3:

Määritä kuvan 24B lukimikidemuodostelman monimutkaisuusdimensio.

Monimutkaisuusdimension voi määrittää myös piirtämällä käyrän ruutupaperille ja laskemalla monenko ruudun kautta se kulkee, tai laskemalla montako tietyn kokoista ympyrää tai neliötä sen peittämiseen tarvitaan. Ruutujen tai ympyröiden halkaisijan ja niiden määrän välillä on vastaava yhteys kuin osajanojen pituuksilla ja määrällä

Korkeampia ulottuvuuksia

Siinä missä rantaviivan tai maanpinnan korkeuskäyrän pituus on ääretön, voidaan myös mantereen pinta-alan katsoa olevan ääretön. Maanpinnan monimutkaisuusdimensio määrittäminen ei ole aivan yhtä yksinkertaista kuin rantaviivan, mutta se onnistuu samalla periaatteella: joko approksimoimalla maanpintaa yhä pienemmillä kolmioilla, mikä on käytännöllisempi tapa, tai jakamalla tila pieniin kuutioihin kuten taso jaettiin neliöihin. Jälkimmäinen tapa on käytännöllinen, kun kohteena on esimerkiksi pilvi, jonka vesipitoisuus on

mitattu sen jokaisessa pisteessä. Joka tapauksessa fraktaalisten pintojen dimensioiden kokeellinen määrittäminen on työlästä ilman tietokonetta.

Sovelluksia

Uuden ajattelutavan lisäksi fraktaaligeometria on johtanut moniin käytännön sovelluksiin. Sen perusteella on kehitetty mm. yksittäisten kaasumolekyylien liikkeeseen ja ääneen liittyviä laskentamenetelmiä. Fraktaaligeometrian tuomaa tietoa maan pinnanmuodoista on myös käytetty menestyksellisesti esimerkiksi luonnollisen näköisten maisemien luomiseksi avaruussaiheisiin elokuviin.

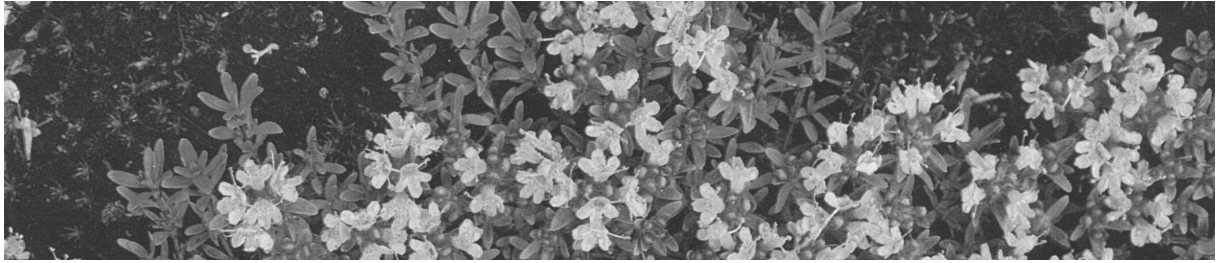
Fraktaaleja on kaikkialla. Niiden avulla voidaan kuvata lähes kaikkea elävistä organismeista galaksien muotoihin sekä massan keskittymiseen universumissa. Kaikkein mielenkiintoisinta on, että jopa puhtaasti matemaattiset laskutoimitukset voivat synnyttää fraktaaleita. Tästä esimerkkinä ovat ns. Julian joukot, joista voi lukea lisää esimerkiksi em. K. J. Falconerin kirjasta.

ST

Termejä

approksimoida	Muodostaa approksimoitavan kappaleen muotoa lähestyviä annetut ehdot täyttäviä yksinkertaisempia kappaleita.
kappale	Tässä artikkelissa: yleisnimitys sanoille pistejoukko, käyrä, avaruuskappale jne.
suuruus	käytetään tässä yhteisnimityksenä kokoa kuvaaville suureille kuten pituus, pinta-ala ja tilavuus
$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$	Raja-arvo, jota $f(x)$ lähestyy, kun x lähestyy a :ta.
$\sum_{x=a}^b f(x)$	$= f(a) + f(a+1) + f(a+2) + \dots + f(b)$

Vastaukset: 1. a) $D = D_F = \frac{\log 2}{\log 2} = 1$ c) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ d) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ e) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ f) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ g) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ h) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ i) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ j) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ k) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ l) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ m) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ n) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ o) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ p) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ q) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ r) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ s) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ t) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ u) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ v) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ w) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ x) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ y) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$ z) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log n}{\log n} = 1$



© Markku Kähkölä

Erään ainutlaatuisen biotoopin tarina

Suomessa elää elintavoiltaan eksoottinen perhoslaji, joka kävi 1960-luvulla sukupuuton partaalla. Kyseessä on muurahaissinisiipi, *Maculinea arion*, joka elää erikoisessa ja vuorovaikutussuhteiltaan herkässä ekologisessa lokerossa.

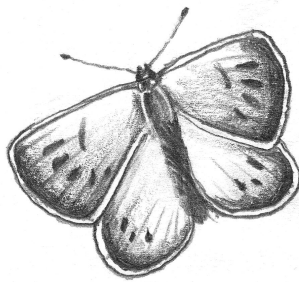
Perhosen populaatiokoko on pieni, joitakin kymmeniä yksilöitä, ja tällaisia populaatioita tunnetaan Suomessa nykyään vain muutama. Tilanteen ollessa pahimmillaan oli tiedossa vain yksi muurahaissinisiiven asuinpaikka. Sittemmin laji on rauhoitettu ja sen pelastamiseksi on tehty paljon työtä. Perhonen on kuitenkin edelleen erittäin uhanalainen Suomessa ja harvinaistunut muuallakin Euroopassa.

Muurahaissinisiipi on aikuisena tyypillisen sinisiiven näköinen, joskin sillä on siivissään mustia pilkkuja. Siipien kuvioinnissa on eroja sekä yhdyskunta-että yksilötasolla.

Muurahaissinisiipi elää hiekkaisilla harju- ja dyynimailla, joilla kasvaa kangasajuruohoa. Ajuruohokasvuston lisäksi tämä perhonen on täysin riippuvainen levysarviviholaisista, muurahaisista, joita tavataan kangasajuruohon kasvupaikoilla.

Muurahaissinisiipinaaras munii yksitellen munansa kangasajuruohon kukannuppuihin. Munista kuoriutuvat nuoret toukat alkavat syödä kukkalehtiä ja kehittyviä siemeniä. Tällöin niiden kasvu on hidasta.

Kolmannen nahanluonnin jälkeen toukan elintavoissa tapah-



© Aapo Ahola

tuu kuitenkin radikaali muutos. Toukka pudottautuu maahan ja alkaa erittää muurahaisia houkuttelevaa sokeripitoista nestettä, jolloin ajuruohokasvustossa käyskentelevät viholaiset tulevat toukan luo. Tämä on muurahaisyhdyskunnan lopun alku.

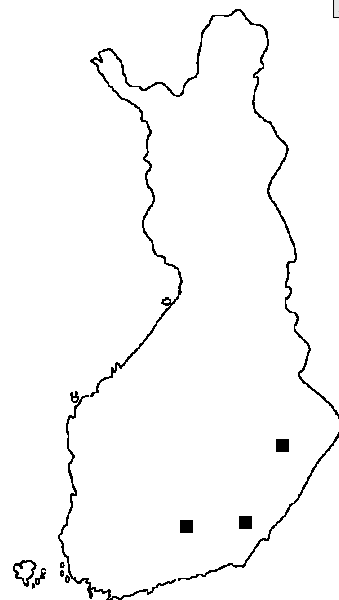
Muurahaiset lypsävät toukkaa kuten kirvaa tuntosarvillaan hivelemällä. Ne kantavat arvokasta nestettä erittävän toukan varastoihinsa talteen. Pesän uumenissa alkaa verilöyly. Sinisiiven toukka syö muurahaisten munat, toukat ja kotelovaiheet. Toukka talvehtii pesän lämmössä ja jatkaa mäsäilyä keväällä. Se syö muurahaispesän lähes autioksi.

Tyhjennettyään pesän muurahaisista toukka koteloituu ja kehittyy pian aikuiseksi. Se ryömii ulos pesästä ja kuivattaa sekä suoristaa siipensä aurinkoisen ruohotai kanervakentän lämmössä. Lentoaika on parhaimmillaan heinäkuun alussa. Silloin sinisiivet ovat tuttavallisia ja lentelevät matalalla kukasta kukkaan.

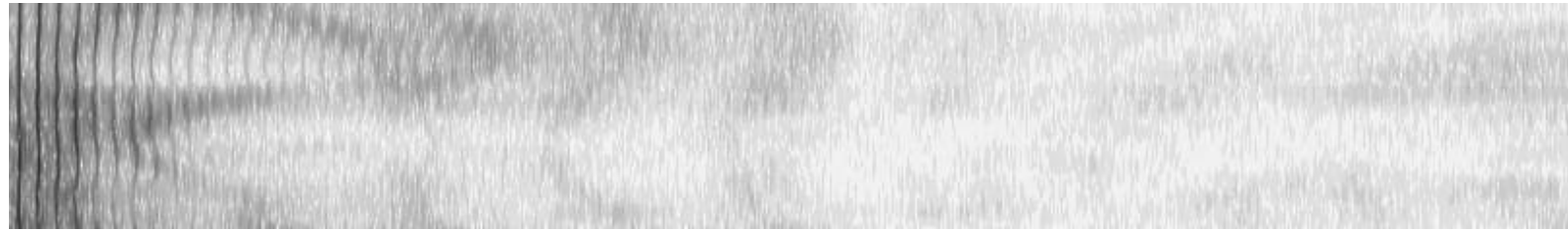
Muurahaissinisiiven kelpaa loisia vain levysarviviholaisyhdyskunnissa. Tämä laji elää vain aurinkoisilla, lyhyttä heinää kasvavil-

la ruohostomailla. Jos kenttää ei laidunneta ja puusto kasvaa korkeaksi, heinikkokin sankkenee ja asuinpaikan valloittaa jokin toinen viholaislaji. Muut muurahaislajit eivät kuitenkaan tarjoa muurahaissinisiivelle tarpeeksi suuria yhdyskuntia syötäväksi. Tällöin sekä levysarviviholainen että sinisiipi katoavat alueelta. Näiden myötä myös kangasajuruoho kokee tappioita, sillä em. lajit ovat sen tärkeitä levittäjiä ja pölyttäjiä. Aikaisemmin muurahaissinisiipi olikin yleinen Varsinais-Suomessa ja Savossa, sillä laidunkarja piti heinikot matalina ja valoisisina. Kangasajuruohon karja ei kuitenkaan kajonnut, sillä se on hieman myrkyllinen ja pahanmakuinen.

AA



Kuva 27: Nykyään tunnetaan enää kolme vaki-tuista muurahaissinisiipi-populaatiota.



Kryptologia

Kryptologia on tiede, joka tutkii salakirjoitusmenetelmiä eli kryptografiaa ja niiden purkamista eli kryptoanalyysiä. Salakirjoitus on sinänsä vanha taito, mutta sen kehitys ja merkitys ovat muuttuneet rajusti sähköisen viestinnän synnyn myötä.

Yksinkertaisimpia salakirjoitusmetodeja ovat ns. korvausmenetelmät kuten muun muassa Julius Caesarin käyttämä nk. Caesar-koodi. Siinä siirretään jokaista aakkosten kirjainta kaksi paikkaa eteenpäin eli a:sta tulee c, l:stä n, q:sta s ja z:sta b käyttäen 26-kirjaimisia aakkosia. Salaus on kuitenkin helppo purkaa, kuten seuraava esimerkki osoittaa: *Ecguet-mqqfk*.

Toinen samanlainen järjestelmä on ROT13, joka toimii samalla tavalla kuin Caesar-koodi, mutta kirjaimia siirretään 13 paikkaa eteenpäin. ROT13:a käytetään nykyään esim. Usenetissä piilottamaan informaatio, jota kaikki eivät halua nähdä.

Korvaussysteemien purku on hyvin yksinkertaista. Jos se noudattaa yllä olevaa muotoa, on mille tahansa salaiselle tekstille [aakkosten lukumäärä - 1] purku-

vaihtoehtoa. Niistä yleensä vain yksi täyttää kielen asettamat vaatimukset. Koodin murtamiseen ei käytännössä kulu paria sekuntia kauempaa nykytietokoneilla. Jos korvaus tehdään sellaisen taulukon mukaan, jossa jokaista kirjainta vastaa sattumanvarainen toinen kirjain, voidaan kirjainten yleisyydestä ja sijainneista ratkaista algoritmi nopeasti. Salauksien purkamisessa on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää salatun materiaalin määrä: mitä enemmän sitä on, sitä helpompaa purkaminen on.

Kryptografialla on nykyään kaksi pääsuuntausta: julkisen ja salaisen avaimen kryptografia.

Salaisen avaimen kryptografia

Salaisen eli symmetrisen avaimen kryptografiassa sekä lähettäjällä että vastaanottajalla on sama avain, jolla viesti sekä salakirjoitetaan että puretaan. Tämä kryptografian muoto on perinteinen ja tarjoaa vahvan suojauksen purkuyrityksiä vastaan. Kuitenkin mm. avainten toimitus luotettavasti molemmille osapuolille voi aiheuttaa ongelmia. Salaisen avai-

men kryptografiasta on kaksi pääsovellusta: sarja- ja lohkokoodausmenetelmät (engl. stream ja block).

Lohkokoodausmenetelmät

Lohkokenetelmässä (engl. Block cipher) koodataan tietoa aina vakio pituisissa palasissa (nykyään 64 bittiä¹⁾). Lähes aina käytetään nk. toistavia menetelmiä, joissa sama salaus toistetaan useita kertoja erilaisilla ala-avaimilla. Nämä on johdettu käyttäjän salaisesta avaimesta. Näin salauksen tulos paranee.

Feistelin menetelmä on toistavan menetelmän erikoistapaus, jossa käytetään koko ajan samaa muunnosta. Siinä lähdeteksti jaetaan ensin kahteen osaan a ja b. Tämän jälkeen b käsitellään siten, että sen ja ala-avaimella E_k salatun ensimmäisen puolikkaan (eli $E_k(a):n$) välillä suoritetaan xor-operaatio (kts. tietoruutu).

¹⁾ bitti on pienin tiedon varastoinnin yksikkö, joka voi saada vain arvot 1 ja 0. Bittejä peräkkäin asettamalla saadaan nk. binäärilukuja seuraavasti:

10-järjestelmä	0	1	2	3	4	5
binäärijärjestelmä	0	1	10	11	100	101

Alkuperäinen b korvataan näin muunnetulla b :llä ja a jää ennalleen. Seuraavalla kierroksella a muuttuu ja b jää vastaavasti ennalleen. Näin tehdään jokaisella toistokerralla paitsi viimeisellä, jolla tekstin osien järjestystä ei vaihdeta. Feistel-

menetelmän hyvä puoli on, että se voidaan purkaa toistamalla samat toimenpiteet kuin pakatessa päinvastaisessa järjestyksessä. Tämä tosin onnistuu myös joillakin muilla ei-Feistel-pohjaisilla lohkokoodatuilla kryptausjärjestelmillä (esim. IDEA).

© Sampo Tiensuu

Xor on ns. looginen operaattori, jolla voidaan suorittaa kahdelle luvulle 'xor-lasku', kuten yhteen- tai vähennyslasku. Xor lasketaan kahdelle binaarijärjestelmän luvulle seuraavan periaatteen mukaan:

$$\begin{aligned} 0 \text{ xor } 0 &= 0 \\ 1 \text{ xor } 1 &= 0 \\ 1 \text{ xor } 0 &= 1 \\ 0 \text{ xor } 1 &= 1 \end{aligned}$$

Suomeksi sitä kutsutaankin nimellä "poissulkeva tai". Tällöin esim. 1011 xor 0010 lasketaan näin:

$$\begin{array}{r} 1011 \\ \text{xor } 0010 \\ \hline = 1001 \end{array}$$

Seuraavissa kaavioissa

m on salattava lohko

c on salattu lohko

(m :n ja c :n alaindeksi kertoo, monennellako salauskierroksella ollaan, ts. m_{i-1} :n salaus edeltää m_i :n salausta.)

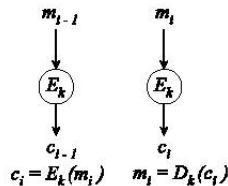
$E_k()$ on salausfunktio käytettävällä ala-avaimella

$D_k()$ on vastaava salauksen purkufunktio

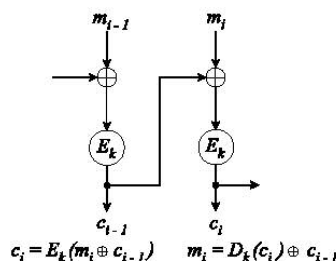
$\oplus$ on xor-operaattori

Lohkomenetelmän funktioilla voidaan koodata monin tavoin dataa, ja näitä erilaisia tapoja

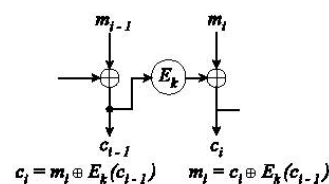
kutsutaan yleensä lohkommenetelmän moodeiksi. ECB (Electronic Code Book) on moodeista yksinkertaisin: siinä suoritetaan sama salausfunktio jokaiselle lähdetekstin lohkolle.



CBC (Cipher Block Chaining) muistuttaa muutoin ECB-moodia, mutta lähdetekstilohkolle suoritetaan aina ennen salausta xor-operaatio edellisen salatun lohkon kanssa. CBC:ssä virheet monistuvat, mutta viestissä on hyvin vaikea havaita mitään säännönmukaisuuksia.

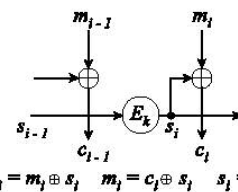


CFB:ssä (Cipher Feedback Mode) taas lähdetekstilohkolle suoritetaan xor-operaatio edellisestä salatusta tekstistä jollain operaatiolla saatavan tekstin kanssa. CFB-moodissa kryptatusta tekstistä näkee alkuperäisen tekstin rakennetta, ja säännönmukaisuuksia voi havaita.

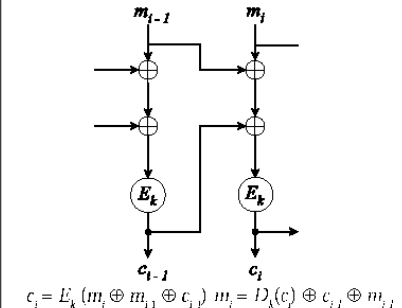


OFB eroaa CFB:stä siten, että xor-operaation toista operandia ei saada vanhasta lähdetekstistä, vaan se lasketaan erikseen (kaaviossa se on s , joka voi ensimmäisellä salauskierroksella olla jokin sovittu vakio, esim. 3). OFB (Output Feedback Mode) eroaa CFB:stä edukseen siinä, etteivät virheet leviä. Toisaalta salattua dataa on helpohko muuttaa, koska yhden salatun viestin kohdan

muuttaminen ei vaikuta koko viestintä muutoksenjälkeiseen osaan, toisin kuin CFB:ssä.



Lisäksi on muita vähemmän yleisessä käytössä olevia moodeja kuten PCBC, jonka tarkoitus on monistaa mahdollista virhettä ja näin helpottaa dataan syntyneiden virheiden havaitsemista.

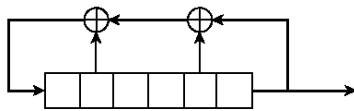


Sarjakoodausmenetelmät

Sarjakoodausmenetelmät (Stream cipher) käsittelevät yksittäisiä merkkejä tai useimmiten bittitejiä eivätkä suurempia kokonaisuuksia kuten lohkokoodausmenetelmät. Toisin kuin lohkommenetelmällä koodautuvat lähdetekstin osat eri tavalla siitä riippuen, missä kohtaa lähdetekstiä ne sijaitsevat. Eräs sarjamenetelmän hyviä puolia on, ettei se monista virheitä, vaan ainoastaan vaurioitunut osa purkautuu väärin. Mikään sarjamenetelmä ei ole noussut standardin asemaan, mutta niistä ehkä suosituin on RC4. Vaikka sarjamenetelmiä käytetäänkin runsaahkosti etenkin kiinteissä ratkaisuissa (eli kun salauksen ja purkamisen suorittaa erityisesti sitä varten rakennettu laite), on niitä käyttäviä algoritmeja julkaistu vähemmän kuin lohkommenetelmään perustuvia algoritmeja.

Salaus perustuu useimmiten avaimen ja lähdetekstin xor-operaatioon. Jos sisällöltään sa-

tunnainen avain on pitempi kuin viesti, on viestiä mahdoton murtaa. Tätä kutsutaan kertakäyttö- (one-time pod) tai Verdan menetelmäksi. Sillä on kuitenkin useita huonoja puolia kuten avaimen kertakäyttöisyys. Avaimien pituuden ja kertakäyttöisyyden vuoksi Verdan menetelmää ei sovelleta käytäntöön sellaisenaan. Nykyiset sarjamenetelmät perustuvatkin lyhyempiin avaimiin, joista lasketaan pitempiä lähes satunnaisia avaimia. Näillä suoritetaan xor- tai muu salausoperaatio. Pitkien avainten muodostamiseen käytetään usein LFSR:iä (Linear Feedback Shift Register)



esimerkki-LFSR

(Laatikot ovat avaimen bittijonoja, siis ykkösiä tai nollia; syntyvään avaimen liitettävä bitti tulee ulos oikeassa reunassa.)

Avainta siirretään aina yhden bitin verran oikealle ja ylijäävä bitti liitetään uuteen avaimen. Vasemmanpuolimaiseen bittiin siirretään valituista biteistä xor:n arvo. Esim. kuvassa ensin suoritetaan xor toiselle ja uuteen avaimen liitettylle bitille. Seuraavaksi tuloksella suoritetaan xor-operaatio viidennen bitin kanssa ja tulos sijoitetaan vasemmanpuoleisimpaan bittiin. LFSR:n alkuarvo on yleensä alkuperäinen salainen avain.

LFSR ei kuitenkaan yksinään tuota riittävää turvallisuutta, joten siihen perustuvia ratkaisuja on kehitelty edelleen. Ratkaisuna on ollut mm. "shift register cascade":t, joissa on useita LFSR:iä, jotka ohjaavat toisiaan esim. siirtymään kaksi askelta oikealle yhden sijaan. Eräs parhaimmista ratkaisuksista on ollut ns. "shrinking generator", jossa yksi LFSR päättää, käytetäänkö toisen tulosta uuden avaimen osana vai ei. Se on osoittautunut hyvin luotettavaksi, vaikkakin siinä on ongelmia, ettei avain synny tasaisella nopeudella. Sarjamenetelmää käytetään

Eri salausmenetelmiä

RSA

RSA on laajimmalle levinnyt julkisen avaimen salaus. Sen kehittivät R. Rivest, A. Shamir, and L. Adleman, joiden mukaan se nimettiin, vuonna 1977. RSA:ta käytetään paitsi tiedon salaamisessa myös sähköisissä allekirjoituksissa. Se perustuu suurten kokonaislukujen tekijöihinjako vaikeuteen. RSA:n avain muodostetaan seuraavalla tavalla: Valitaan kaksi suurta alkulukua p ja q ja lasketaan niiden tulo n , jota kutsutaan myös modulukseksi. Valitaan luku e , joka täyttää ehdot $e < n$ ja jolla ei ole yhteisiä tekijöitä $(p-1)(q-1)$ kanssa. Valitaan toinen luku d siten, että $(de-1) \bmod ((p-1)(q-1)) = 0$. Julkinen avain muodostuu lukuparista (n, e) ja salainen parista (n, d) . Turvallisuus perustuu siis vaikeuteen laskea e :stä d . RSA:lla koodaus on hidasta, ohjelmallisesti noin 100 kertaa ja kiinteällä laitteistolla 1000-10000 kertaa hitaampaa kuin DES-koodaus. Turvallisena pidetyn avaimen pituus on vuosien varrella kasvanut, nykyään yleistä 512 bitin avainta pidetään turvattomana ja suositellaankin käytettävän pitempiä 768, 1024, tai jopa 2048 bitin avaimia. Toisaalta avaimen kasvanut koko hidastaa kryptausta ja sen purkua huomattavasti. Avaimen pituuden kaksinkertaistuessa nelinkertaistuu salaukseen ja sähköisen allekirjoituksen varmentamiseen kuluva aika. Purkamiseen ja sähköisen allekirjoituksen tekoon kuluva aika kahdeksankertaistuu, ja uuden avaimen laskentaan kuluva aika 16-kertaistuu. Yksi hyvä RSA:n käyttökohde on kryptausjärjestelmien hyvien puolien yhdistäminen. Voidaan ensin esim. salata viesti satunnaisella IDEA (eräs symmetrinen salausjärjestelmä)-avaimella, salata sitten tämä avain vastaanottajan julkisella RSA-avaimella ja lähettää viesti, joka koostuu IDEA:lla salatusta datasta ja RSA:lla salatusta avaimesta. Näin saavutetaan toisaalta nopea purettavuus ja toisaalta parempi turvallisuus.

DES

DES eli "Data Encryption Standard" on yksi vanhimpia yleisessä käytössä olevia salausjärjestelmiä. Sen kehittivät pääasiassa IBM ja NSA, minkä vuoksi monet ovatkin epäilleet sitä tarkoituksella heikennettäneen. DES perustuu symmetriseen lohkosalaukseen. Se käyttää 64 bitin lohkoja ja 56 bitin avainta. DES-salaus perustuu 16-kertaiseen Feistel-koodausmenetelmään jossa moodia voidaan vaihdella. Salausta pidetään turvattomana sen avaimen lyhyiden vuoksi. Nykyään kuitenkin käytetään usein kolminkertaista DES-salausta, joka tarjoaa paremman tietoturvan kuin alkuperäinen.

Elliptiset käyrät

Elliptisiin käyriin pohjautuvat salausjärjestelmät ovat uudehko keksintö: ne kehitettiin 80-luvun puolivälissä. Käyrät seuraavat muotoa $y^2 = x^3 + ax + b$. Näiden avulla tiedon salaus vastaa julkisen avaimen salausta, jossa aritmeettiset laskutoimitukset on korvattu elliptisiin käyriin liittyvillä ongelmilla, joiden uskotaan olevan em. vaikeita ongelmia. Salauksella on kaksi pääsuuntaa. RSA:ta muistuttavat menetelmät muodostavat toisen pääsuuntauksen, joka ei tarjoa paljoakaan etuja verrattuna alkuperäiseen RSA:han.

Toinen, lupaavampi suuntaus perustuu diskreettien logaritmien (discrete logarithm) ongelmaan. Se perustuu siihen, että valitaan käyrältä kaksi pistettä Y ja G , niin että $Y = kG$. Menetelmä perustuu kokonaisluku k :n löytämisen vaikeuteen.

useimmin kiinteissä ratkaisuis-
sa eikä niinkään paljon ohjelmistoi-
sa.

Julkisen avaimen salausmenetelmät

Julkisen avaimen eli asym-
metrinen salaus on toinen salauk-
sen päämuoto. Siinä käytetään
kahta avainta, toista julkista vies-
tien koodaamiseen ja toista sa-
laista salauksen purkamiseen.
Tämän salaustavan etuna on avai-
men levitettävyyt: sen salaa-
miseen ei ole mitään tarvetta.
Huonoja puolia ovat salauksen
hitaus ja turvallisten avainten
pituus. Julkisen avaimen salaus on
suhteellisen uusi menetelmä: se
kehitettiin 1976. Sitä voidaan
käyttää paitsi varsinaiseen salauk-
seen myös lähettäjän varmennuk-
seen kuten sähköiseen allekirjoi-
tukseen.

Julkisen avaimen krypto-
grafia perustuu ns. vaikeisiin
ongelmiin (Hard Problems), joi-
laisena pidetään esim. suurten ko-
konaislukujen tekijöihinjakamis-
ongelmia. Kryptografiaa kosketta-
vat ongelmat voidaan jakaa kah-
teen luokkaan: niihin, jotka voi-
daan ratkaista rajoitetussa ajassa
(P) ja niihin, joita nykyäskäytök-
sen mukaan ei voida ratkaista ra-
joitetulla aikavälillä (NP). Kaikki
joukon P ongelmat kuuluvat myös
joukkoon NP , mutta ei tiedetä,
kuuluvatko kaikki joukon NP -
ongelmat joukkoon P . NP -täydell-
lisiksi (NP -complete) kutsutaan
ongelmia, jotka voidaan muuttaa
miksi tahansa toiseksi NP -täydelli-
seksi ongelmaksi rajallisessa aja-
ssa. Jos siis mikä tahansa NP -täy-
dellinen ongelma ratkaistaisiin
niin, olisi ratkaistu kaikki NP -täy-
delliset ongelmat. Kuitenkin ny-
kyään ollaan sitä mieltä että
 $P \neq NP$.

Yhtenä yleisimmistä vai-
keana ongelmiana pidettävistä
ongelmista on suurten lukujen
tekijöihin jako, joka on tietoko-
neelle hidasta ja monimutkaista.
Toinen vaikeana pidetty ongelma
liittyy diskreetteihin logaritmeihin.
Se perustuu vaikeisiin sarjoille
suoritettaviin laskutoimituksiin.

Menetelmien etuja ja haittoja

Symmetrinen avain siis tar-
joaa huomattavasti nopeamman
salauksen kuin asymmetrinen.
Yhtä vaikeasti murrettaviin viestei-
hin joudutaan käyttämään usein
kymmenen kertaa pidempiä jul-
kisia avaimia kuin symmetrisiä.
Julkinen avain taas tarjoaa mah-
dollisuuden mm. sähköisiin alle-
kirjoituksiin. Julkisen avaimen
suurin hyöty on kuitenkin avainten
levityksen ongelmattomuus.
Niinpä symmetrinen salaus onkin
ehdottomasti parempi suljetuissa
järjestelmissä kuten vaikka pankin
sisäisessä atk-järjestelmässä tai ko-
tietokoneen tiedostojen salauk-
sessa. Kuitenkin esim. sähköpos-
teissa on julkisen avaimen salauk-
silla kuten pgp:llä selvät etunsa ni-
menomaan niiden vähäisistä
avainongelmista johtuen. Sym-
metrisiä salausratkaisuja voidaan
helposti yhdistellä. Ne ovat van-
hempia ja niiden matemaattinen
tausta tunnetaan paremmin. Vaik-
ka avaimet saataisiinkin vaihdet-
tua turvallisesti, luo kuitenkin tar-
ve vaihtaa avaimia säännöllisesti
lisää avainongelmia. Julkisen
avaimen kryptografiassa taas tar-
vetta avaimen vaihtoon ei ole ko-
vinkaan usein. Julkisen avaimen
salauksella on lisäksi paljon pa-
remmat sovellusmahdollisuudet
sähköisessä allekirjoituksessa; sym-
metrisellä salauksella toteutettuna
siinä pitäisi käyttää paljon pitem-
piä avaimia. Julkisten salausten
ongelmana on kuitenkin niiden
uutuus ja se, ettei niiden turval-
lisuutta ole todistettu matemaatti-
sesti.

Hash-funktiot

Kryptografiaan käytettävi-
en hash-funktioiden $h(x)=c$ täy-
tyy täyttää viisi edellytystä. Niiden
pitää hyväksyä miten pitkä argu-
mentti tahansa ja palauttaa vakio-
mittainen arvo. Lisäksi $h(x):n$
pitää olla helpohko laskea kaikilla
 $x:n$ arvoilla. Funktioiden pitäisi
olla yksisuuntaisia eli vaikka $h()$ ja
 c tunnettaisiinkin, ei x :ää pitäisi
pystyä selvittämään ainakaan hel-

β -säteily

Beetasäteily havaittiin ensimmäisen kerran vuosisadan vaihteessa samoihin aikoihin kuin alfa- ja gammasäteilykin. Tutkittaessa uraania ja toriumia huomattiin niiden lähtettävän hiukkassäteilyä, joka ei vastannut ominaisuuksiltaan alfasäteilyä. Tämä säteily oli läpäisykyvyltään suurempaa kuin alfasäteily, ja sen hiukkaset olivat negatiivisesti varautuneita alkeisvarauksen e verran. Kun lisätutkimusten avulla tämä hiukkanen tunnistettiin elektroniksi, oli löydetty β -säteily.

β -säteily

Yleisin beetasäteilyn laji on β^- -säteily, jota esiintyy yleisesti luonnossa. Muun muassa uraanin yleisin isotooppi $U-238$ voi hajota $Th-234$:ksi, joka on β^- -aktiivinen. Yleensä β^- -aktiivisia ovat atomit, joissa on suhteessa paljon neutroneita protonien määrään nähden. Beetasäteilyssä syntyvät elektronit saavat yleensä suuren nopeuden, ja niiden energian funktio on jatkuva. Tämä tarkoittaa elektronin saaman energian voivan vaihdella portaattomasti minimi- ja maksimiarvonsa välissä toisin kuin alfa- ja gammasäteilyssä, joiden spektri ei ole jatkuva. Energian maksimiarvo vaihtelee ytimen mukaan, mutta keskimäärin elektronien saama energia on 40% maksimiarvosta. Pian huomattiin, ettei elektroni saanut läheskään kaikkea syntynyttä energiaa. Ytimeenkään ei siirry paljon

kimmahdusenergiaa sen massiivisuuden vuoksi. Tämän vuoksi itävaltalaisfyysikko Wolfgang Pauli ehdottikin vuonna 1930, että reaktiossa syntyisi vielä toinenkin hiukkanen, joka kuljettaisi loppuenergian pois ytimestä. Näin massan ja energian välinen yhteys säilyisi. Teoriaa kehitti edelleen italialais-yhdysvaltalainen fyysikko Enrico Fermi, joka esittikin β^- -säteilyn vuonna 1932 meille tutussa muodossa: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$. (Katso tietoruutu sivun alareunassa.)

Ehkä yksinkertaisin β^- -hajoaminen on yksinäisen neutronin hajoaminen. Se havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 1948. Neutroni (puoliintumisaika n. 15 min) on massaltaan on suurempi kuin reaktiotuotteiden massojen summa, jolloin suurin osa lopusta massasta muuntuu kineettiseksi energiaksi pääosin elektronille ja neutriinolle. Tämä saadaan helposti lasketuksi kun tiedetään hiukkasten massat:

$$\begin{aligned} n &= 939,5731 \frac{\text{MeV}}{c^2}, \\ p^+ &= 938,2796 \frac{\text{MeV}}{c^2}, \\ e^- &= 0,51103 \frac{\text{MeV}}{c^2} \text{ ja} \end{aligned}$$

$$\nu \approx 0.$$

Kun lasketaan

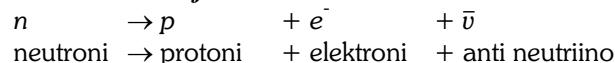
$$m_n c^2 = (m_p + m_e + m_{\bar{\nu}}) c^2 + E_k,$$

missä m :t ovat alaindeksissään osoitettujen hiukkasten massat ja E_k on vapautuva kineettinen energia, saadaan vapautuvan kineettisen energian arvoksi noin 782 keV, joka vastaakin kokeellisesti saatuja tuloksia. Toinen esimerkki β^- -hajoamisesta on $Hg-206$ hajoaminen Tl :n (tallium) kautta lyijyksi.

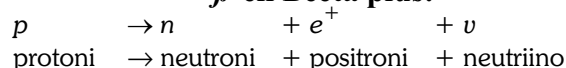
Beetasäteily aiheuttaa ionisoitumista sekä säteilylähteessä että aineessa, johon säteily osuu. Säteilylähteestä alkaa varautua positiivisesti, kun atomeihin ilmaantuu protoni lisää, ja niistä tulee ioneja. Aine, johon säteily osuu, taas varautuu negatiivisesti elektronien vaikutuksesta. Joissakin isotoopeissa ($Ca-48$, $Se-82$, $Zr-96$, $Mo-100$, $Cd-116$, $Sn-124$, $Te-130$, $Nd-150$, $U-238$) esiintyy myös kaksois- β^- -hajoamista. Sitä

1) MeV = megaelektronivoltti = miljoona kertaa elektronin yhden voltin jännitteessä saama liike-energia. Sitä käytetään energian yksikkönä hiukkasfysiikassa.

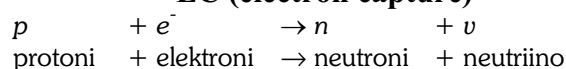
β^- eli Beeta miinus:

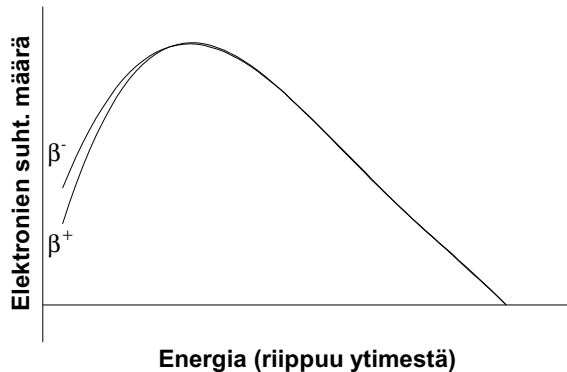


β^+ eli Beeta plus:

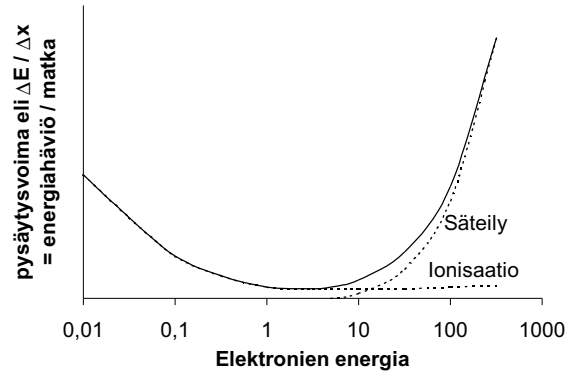


EC (electron capture)



**Kuva 33a:**

Emittoituvien elektronien energiajakauma

**Kuva 33b:**

Elektronien hidastuminen

on tutkittu lähinnä neutriinotutkimusten yhteydessä. Kaksois- β -hajoaminen ei eroa merkittävästi kahdesta samalle ytimelle tapahtuneesta β -hajoamisesta muutoin kuin erisuuruisen energian ja väliytimen puuttumisen muodossa.

β^+ -säteily

Toinen beetasäteilyn laji on β^+ -säteily. Sitä tapahtuu atomin ytimissä, joissa on paljon protonia neutronimäärään verrattuna. Tällaisia isotooppeja ei esiinny luonnossa runsaasti, vaan ne lähes poikkeuksetta valmistetaan keinotekoisesti. Toisin kuin β^- -säteily, tarvitsee β^+ -säteily energiaa syntyäkseen. Energiaa tarvitaan enemmän kuin yhden elektronipositroniparin¹⁾ synnyttämiseen tarvitaan eli $2 \cdot 511 \text{ keV} = 1,02 \text{ MeV}$. Toisaalta jos atomin ytimessä on liikaa energiaa, irtaantuu siitä protoni eikä β^+ -hajoamista tapahdu. β^+ -säteilyssä vapautuvan elektronin energia voi vaihdella parista keV:stä jopa 14 MeV:iin. Tavallisesti kuitenkin suurenergiseksi katsotaan jo parin MeV:n elektronit. Esimerkkinä β^+ -hajoamisesta voisi pitää vaikka Na-22:n hajoa-

mista Ne-22:ksi. β^+ -aktiivisten aineiden puoliintumisaikat vaihtelevat 10^{10} vuoden ja 0,03s:n välillä. Tämä johtuu puoliintumisaajan riippuvuudesta energiasta. Jos ytimessä olisi niin paljon energiaa, että se hajoaisi alle 0,03 sekunissa, irtaantuisi siitä vain protoni.

Elektronisieppaus

EC (Electron capture) eli elektronisieppaus muistuttaa beetahajoamista hyvin paljon. Sitä tapahtuu pääasiassa aineissa, joissa on suhteellisesti paljon protonia. EC perustuu siihen, että on mahdollista, että k- tai l-kuorella oleva elektroni joutuu atomin ytimeen. Tämä on tietenkin todennäköisempää k-kuoren elektroneille. EC:n havaitsi ensimmäisenä yhdysvaltalainen fyysikko Luis Alvarez vuonna 1937. Reaktiossa protonista ja elektronista syntyy neutroni ja neutriino eli $p^+ + e^- \rightarrow n + \nu$. Jos ytimen energia ylittää $1,02 \text{ MeV}$, saattaa se purkautua β^+ -säteilyä. Sen jälkeen kun EC on tapahtunut, alkavat elektronit järjestäytyä uudelleen atomin kuorille. Elektronien laskeutuessa alemman kineettisen energian radoille eli pienemmille elektronikuorille vapautuu niistä energiaa fotoneina, joista osa on röntgensäteilyn alueella. EC havaittiin alunperin juuri näiden röntgenfotoneiden perusteella.

Hajonta

Elektronien nopeuden vähentyessä alkaa niiden suunta muuttua herkästi niiden pienen massan vuoksi. Elektronit voivat törmätä atomeiden ytimien sähkökenttiin kimmoisasti niin ettei elektroni menetä paljoakaan energiaa. Tämä johtuu ytimen massan suuruudesta elektronin massaansa verrattuna. Beetasäteilyssä syntyneet elektronit törmäilevät myös atomien elektronipilviin. Elektronien välisissä törmäyksissä nämä kuitenkin menettävät vain vähän ($< 40 \text{ eV}$) energiaa. Beeta-

Neutriino

Neutriino on pieni, vaikeasti havaittava hiukkanen. Neutriinon massa on joko 0 tai se on hyvin pieni. Laskennallisesti oletetaan neutriinon liikkuvan valonnopeudella ja niiden massan olevan 0. Neutriinolla ei ole sähkövarausta eikä se vuorovaikuta magneettisesti. Neutriinoja syntyy erilaisten hiukkasten kuten myonien hajoamis- tuotteina ja ne ovat pysyviä. Vaikka neutriinon olemassaolo oli ennustettu jo 30-luvun alussa, havaittiin neutriino kokeellisesti vasta vuonna 1954. Antineutriinot ovat neutriinon vastahiukkasia eivätkä eroa ominaisuuksiltaan neutriinoista muuten kuin että annihiloituvat energiaksi näitä kohdatessaan, kuten hiukkanen ja vastahiukkanen aina tekevät.

1) Positroni on elektronin vastahiukkanen eli se vastaa muilta ominaisuuksiltaan elektronia paitsi varaukseltaan, joka on yhtä suuri mutta vastakkaismerkkinen kuin elektronin eli $+e$. Positroni, kuten kaikki muukin antimateria, annihiloituu materia kanssa synnyttäen gammasäteilyä. Beetasäteilyssä syntyvät positronit annihiloituvat yleensä siinä vaiheessa kun niiden nopeus on hiljentynyt ja ne törmäävät elektroniin.

säteily virittää usein ainetta, jonka läpi se kulkee, mutta myös ionisoi sitä, joskin vähemmän. Korkeaenergiset elektronit menettävät energiaansa kolmannellakin tavalla. Korkeaenerginen elektroni menettää nopeuttaan joutuessaan

ei-kimmoisaan vuorovaikutukseen atomin ytimen kanssa. Ylijäämäenergia poistuu fotonina. Näin syntynyttä säteilyä kutsutaan jarrusäteilyksi (bremsstrahlung). Tällaista vuorovaikutusta ei esiinny esim. alfasäteilyllä, koska sen todennäköisyys on kääntäen verrannollinen hiukkasen massan neliöön. Todennäköisyys jarrusäteilyn syntymiseen kasvaa nopeammin kuin todennäköisyys törmästä muihin elektroneihin beetahiukkasen energian kasvaessa. Jarrusäteilyä voi myös esiintyä jo siinä atomissa, joka emittoi beetahiukkasen. Tällöin sitä kutsutaan

sisäiseksi jarrusäteilyksi. Beetasäteily menettää aineessa kulkieksaan energiaansa eksponentiaalisesti eli tietyn matkan jälkeen sen energia aina vähenee puoleen. Pysäytysvoima on verrannollinen aineen tiheyteen, kun on kyse elektronien törmäyksen aiheuttamasta hidastumisesta, ja atomien järjestysluvun neliöön, kun jarrusäteily aiheuttaa hidastumisen.

Beetahajoamista laskettaessa on pidettävä mielessä, että siinä täytyy, toisin kuin alfahajoamisessa, soveltaa erityisen suhteellisuusteorian kaavoja. Näistä lienevät merkittävimmät elektro-

nin liikemassan m

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}},$$

ja kokonaisenergian T

$$T = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2} = mc^2 \\ = E_k + m_0 c^2$$

kaavat, joissa m_0 on hiukkasen lepomassa, v sen nopeus ja p liikemäärä. Beetahajoamisen takana arvellaan nykykäsityksen mukaan olevan heikonvuorovaikutuksen, jonka välittäjähiukkasia suomalaiset olivat mukana löytämässä CERN:issä.

EK

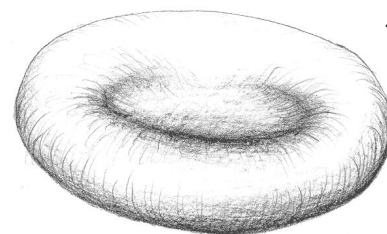
Punasolut välkkyvät kuin tähdet

Veren punasolut ovat muodoltaan pyöreitä, molemmilta puoliltaan koveria kiekkoja, joiden halkaisija on noin $20\mu m$. Ne koostuvat pääasiassa kaksinkertaisesta fosfolipidikalvosta sekä solulimasta. Joustavan rakenteensa sekä muotonsa ansiosta ne pystyvät kulkemaan jopa itseään pienemmissä verisuonissa.

1900-luvun alussa tutkijat huomasivat, että mikroskoopilla tarkastellut punasolut näyttivät välkkyvän "kuin tähdet pimeänä tähtikirkkaana yönä". Tätä ilmiötä ei tuolloin osattu vielä selittää, ja se kummastutti tutkijoita suuresti. Ilmiölle kehitettiin erilaisia *ad hoc*-selityksiä: jotkut pitivät välkkymistä jopa salaperäisen *elämän voiman* ilmentymänä.

1970-luvulla ranskalainen Nobel-fyysikko Pierre-Gilles de Gennes tutkimusryhmineen osoitti välkkymisen aiheutuvan lämpöliikkeestä. Saattaa tuntua ihmeelliseltä, että yksittäisten molekyylien liikehdintä saattaa aiheuttaa taamän kaltaisia ilmiöitä. Punasolun massa on molekyylien liike-energiaan nähden liian suuri, jotta ne voisivat havaittavissa määrin muuttaa solun liiketilaa —

vaikka molekyylit liikkuvatkin huoneenlämmössä noin 500 metrin sekuntinopeudella. Lisäksi törmäykset osuvat punasoluun tasaisesti joka puolelta.



© Aapo Ahola

Selitys välkkymiseen piilee itse asiassa solun pintarakenteessa: Kaksinkertainen fosfolipidikalvo on kummaltakin puolelta veden ympäröimä, joten pienet liikkeet eivät poikkeuta sitä tasapainotilasta molekyylien välisten hylkimisvoimien suhteen. Kalvoon törmäävien yksittäisten vesimolekyylien liike-energia riittää tällöin muuttamaan hieman sen muotoa. Pinnan osat toimivat kuten pienet peilit, jotka värähte-

levät toisistaan riippumatta. Mikroskoopin valon heijastuminen näistä peileistä aiheuttaa tuikekimista muistuttavan ilmiön.

Myöhemmin tällaisia ns. *pehmeitä pintoja* on tutkittu paljon, ja ne ovat saaneet paljon käytännön sovelluksia. Niihin liittyvää tietoutta on hyödynnetty jopa alkeishiukkasia koskeissa teorioissa.

Pehmeistä aineista voi lukea lisää Pierre-Gilles de Gennesin ja Jaques Badozin kirjasta "Les objets fragiles" (suomennos: "Hauraat esineet", Terra Cognita 1998).

ST

Ostamme ja myymme kirjoja Antikvariaatti Korkeavuori

Korkeavuorenkatu 13
puh. / fax 176 687

AVOINNA

ark. 11.00-17.15
la 11.00-15.00
su 12.00-16.00

Kirjallisuutta ja Internet-osoitteita

SEPIAT

Kauri Mikkola (päätoim.), **Salme Saukko** (toim.), Maaailman eläimet: Selkärangattomat. Tammi, Keuruu 1989.

Ilkka Koivisto, Pentti Koskela, Juhani Lokki, Hans Silfverberg, Markku Varjo, Pertti Viitanen, KODIN SUURI ELÄINKIRJA, 8. osa. Weilin&Göös, Espoo 1981.

Seppo Lahti, Anto Leikola, Kalevi K Malmström, Jaakko Syrjämäki, Lauri Koli, Jukka Lahti, ZOO Suuri eläinkirja 6. WSOY, Porvoo 1980.

Encyclopedia Americana, Americana Corporation, USA 1971.

SPECTRUM tietokeskus 6. ja 9. osa. WSOY, Porvoo 1979.

is.dal.ca/ceph/TCP/taxa.html

www.cuttlefishcapital.com.au

www.cephbase.dal.ca

www.shednet.org/fun_cuttlefish.html

PROKOFJEV

Michel Dorigné, Serge Prokofiev, 1994.

Daniel Jaffé, Sergey Prokofiev, 1998.

Israel Nestyev, Prokofiev, 1960.

Israel Nestyev, Sergei Prokofiev. His Musical Life, 1946.

Sergei Prokofiev, Soviet Diary 1927

Sergei Prokofiev, Other Writings, 1991.

Harlow Robinson, Selected Letters of Sergei Prokofiev, 1998.

Harlow Robinson, Sergei Prokofiev. A Biography, 1987.

SHAKIN HISTORIA

Kainulainen, J., Shakkipelin historia. Arvi A. Karisto OY, Hämeenlinna 1984

Honkela, Timo(toim.), Pelit, tietokone ja ihminen – Games, Computers and People. Suomen Tekoälyseura ry, Helsinki 1999.

Eales, Richard, Chess — The History of a Game. Batsford Academic and Educational, London 1985

Petzold, Joachim, Das Königliche Spiel — Die Kulturgeschichte des Schach

ORIGAMI

Montroll, John, Origami for the Enthusiast. Dover Publications, Inc., New York 1979

Biddle, Steve ja Megumi, Step by Step Origami. Ebury Press, Lontoo 1991.

FRAKTAALIT

Falconer, K. J., Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. Chichester, Wiley 1997

Mandelbrot, Benoit B., the Fractal Geometry of Nature. W. H. Freeman and Co., New York 1983. (alkuteos 1977)

Peitgen, Heinz-Otto ja Saupe, Dietmar, the Science of Fractal

Images. Springer-Verlag, New York 1988.

Peitgen, Heinz-Otto, Jürgens, H. ja Saupe, Dietmar, Fractals for the Classroom, Part one. Springer-Verlag, New York 1991.

Falconer, K. J., The Geometry of Fractal Sets. Cambridge University Press, Cambridge 1985.

BEETASÄTEILY

Morita, Masato, Beta Decay and Muon Capture. W. A. Benjamin, 1973.

Williams, I. R., Basic Nuclear Physics. George Newnes, Lontoo 1962.

Shopper, Herwig F., Weak interactions and nuclear beta decay. North-Holland, Amsterdam 1966.

KRYPTOLOGIA

A. Menezes, P. van Oorschot, S Vanstone, Handbook of Applied Cryptography. CRC Press, 1996

RSA Laboratories' Frequently Asked Questions About Today's Cryptography, v4.0:

www.rsasecurity.com/rsalabs/faq/

Attacks against the BEST encryption algorithm — Chaos is definitely not randomness, Written by +Spath:

129.105.116.5/fravia/best0001.htm

Anna palautetta!

Anna kullekin artikkelille arvosana yhdestä viiteen

Kiinnostavuus

Selkeys

Seepia-artikkeli	☐	☐	☐	☐
Prokofjev	☐	☐	☐	☐
Shakin historiaa	☐	☐	☐	☐
Taitteluohje	☐	☐	☐	☐
Rakkauten semantiikasta	☐	☐	☐	☐
Luonnon geometriaa	☐	☐	☐	☐
Muurahaissinisiipi	☐	☐	☐	☐
Kryptologia	☐	☐	☐	☐
β -säteily	☐	☐	☐	☐
Punasilmut	☐	☐	☐	☐

Lehden ulkoasu:

☐

Yleisarvosana:

☐

Palautetaan Seepian palautelaatikoon 1. kerrokseen. Palautetta voi antaa myös sähköpostitse osoitteeseen: seepia@seepia.cjb.net. Nimensä ja yhteystietonsa ilmoittaneiden kesken arvotaan Ässä-arpa.

Perustelut ja muita kommentteja:
