

POTENSSI

SCIENCE IS FUN

2/2005





Sisältö

2 / 05

- 4 Pääkirjoitus
- 5 Puheenjohtajalta
- 6 Evoluution matemaattisesta mallintamisesta
- 14 Yrjö Väisälä - Turun tähtitieteen kehittäjä
- 18 J-P goes Hong Kong
- 20 Leffa-arvostelu: Jin-Roh
- 22 Ristikko

POTENSSI

Toimitus

Päätoimittaja Maria Uotinen

Toimituspäällikkö Martti Kaasalainen

Avustajat J-P Keskinen
Pauliina Niemi
Sami Niemi
Kalle Parvinen
Jouni Saari

Valokuvat Martti Kaasalainen
J-P Keskinen
Kalle Parvinen

Kansi *Valkolakit*,
Martti Kaasalainen

Ota yhteyttä potenssi@utu.fi

Levikki 250

Monistus Digipaino

Julkaisija
*Turun yliopiston matemaattisten ja fysikaalisten
tieteiden opiskelijoiden yhdistys Delta ry*

Postiosoite Delta
Fysiikan laitos,
20014 TURUN YLIOPISTO

Puhelin (02) 333 5079
Sähköposti delta@utu.fi
Www org.utu.fi/tyyala/delta/
Tili Nordea 220518-20106

Pääkirjoitus

Viissataakuus ikkunaa... Kello soi joka aamu kello 5.45. Ensimmäiset puoli tuntia vituttaa aika ankarasti lyhyiden yönien jälkeen, mutta mieli alkaa parantua sitä mukaa kun herää. Mukaan eväät ja, mikä tärkeintä, kannettava cd-soitin sekä paljon levyjä. Sitä se sitten on seuraavat kahdeksan tuntia: hyvää (?) musiikkia ja loputtomasti ikkunoita.

...Niitä puhtaaksi kai milloinkaan en saa... Kesälomani alkoi jo vapun jälkeen, kun hylkäsin tentit ja siirryin lastan varteen. Ruumiillinen työ on auvoista pitkän päättämiskauden jälkeen. Kuten kämpppiksenikin sanoo: uni maistuu ja vatsa toimii. Illalla tietää tehneensä. Vaikka eipä se kahdeksankymmenen täysin identtisen tuuletusparvekkeen ikkunan pesemiseen pidemmän päälle erityisen hohtokasta ole. Mutta rahat on jostain revittävä, ja aina tämä tapa itsensä myymisen voittaa. Sitä paitsi edellä mainittu urakka on jo aikoja sitten suoritettu loppuun, ja edessä siintävät uudet haasteet. Ja sitä kauempana siintää kuva ulkomaanmatkasta tai festarireissusta, joihin ehkä lopulta on varaa...

Muistakaahan siis hyvät ihmiset levätä ja nauttia kesästä. Ruumiillinen työ on henkistä lepoa, tai ainakin se kasvat-
taa luonnetta. Ja syksyllä (tai heinäkuussa, jolloin on allekirjoittaneen seuraava tentti) lukeminen taas maistuu. Eli pitäkään jokainen lystiä kesällä, jotta voidaan sitten syyskuussa vaihtaa kuulumisia. Minä aion ainakin ottaa tästä kesästä kai-
ken irti.

Maria Uotinen
Päätoimittaja
makauo@utu.fi



Puheenjohtajalta



Kevät on ehtinyt jo pitkälle, ja terrassikausi on hyvässä vauhdissa tätä kirjoittaessani. Luennot ovat päättyneet ja tentitkin tätä lukiessanne kevään osalta tentitty. Joten aherrus ainakin joidenkin osalta päättyy taas hetkeksi, on kesän aika. Harvalle opiskelijalle kesä kuitenkin merkitsee lomaa, sen varsinaisessa merkityksessä. Monelle hallituksen jäsenelle se merkitsee syksyn spehtaakkeliä, kuten Riikaan suuntautuvan ulkomaanekskursion, valmistelua. Monille opiskelijoille kesä merkitsee työn tekoa ja rahan keräämistä. Toivon kuitenkin, että jokainen ehtii siinä sivussa nauttimaan edes hieman kesästä.

Ennen kuin lähemme hyvin ansaitulle ”lomalle”, haluan tehdä pienen katsauksen menneeseen kevääseen. Monet kevään tapahtumat, kuten Ewert Cup, seurapeli-ilta ja kaljaviesti, saivat osakseen jälleen suuren suosion. Kiitos kaikille osallistujille, ilman teitä ei näitäkään tapahtumia olisi järjestetty. Kuitenkin mielessäni kytee pieni epävarmuus. Keväälle siirretty kotimaanekskursio jouduttiin perumaan kokonaan liian vähäisen osallistujamäärän vuoksi. Myös bileiden ja sitsien osallistujamäärät ovat olleet, jos eivät vielä huolestuttavan pieniä, niin ainakin alakanttiin. Kenties Deltassa on meneillään pienimuotoinen sukupolven vaihdos. Toivon kuitenkin kaikilta, myös vanhoilta parroilta, aktiivisuutta niin aloitelaatikon täyttämässä kuin toimintaan ja sen järjestämiseen osallistumisessa. Jaksakaa olla aktiivisia, sillä jäsenistö, Te, olette yhdistyksen kantava voima.

Tuleva syksy tulee tuomaan muutoksia koko yliopiston toimintaan Bolognan prosessin myötä. Näkyvimvät muutokset lienevät opintoviikkojen vaihtuminen opintopisteiksi ja siirtyminen neljään periodiin. Deltalle suurin työ tulee olemaan monisteiden uudistuminen kurssivaatimusten muuttuessa. Tästä saattanee aiheutua joidenkin monisteiden myöhästymistä syksyllä. Pahoittelen mikäli näin pääsee käymään. Muistakaa olla kärsivällisiä, sillä muutoksissa on aina omat kasvukipunsa.

Muutoin syksy tulee pyörimään tuttujen tapahtumien ympärillä. Ainakin Ewert Cupia tullaan kisaamaan, sitsejä, bileitä ja kaljaviesti järjestämään, ja FysikerFesteillä tullaan käymään Helsingissä. Saksalaiset ovat taas tulossa tervehtimään meitä, ja itse suuntaamme Riikaan TYK:n kanssa. Uudet piltitkin saapuvat jälleen, joten työtä riittää.

Näillä sanoin haluan toivottaa kaikille hyvää kesää. Nauttikaa ”lomasta” ja ladatkaa akkuja. Näemme ehkäpä terasseilla, jokilaivoilla tai viimeistään syksyllä toimistolla.

Sami Niemi
Hallituksen puheenjohtaja
saniem@utu.fi

Evoluution matemaattisesta mallintamisesta

Taustaa

Maapallolla elää valtava määrä erilaisia eliölajeja. Lajisto on kuitenkin muuttunut aikojen kuluessa huomattavasti. Monet lajit, kuten esimerkiksi dinosaurukset, ovat kuolleet sukupuuttoon. Yleisin selitys tälle on että maapallon ilmasto muuttui radikaalisti, eivätkä dinosaurukset pystyneet sopeutumaan uuteen ympäristöön. Samoin jonkun lajin jouduttua kahteen maantieteellisesti erilliseen joukkoon, ovat ne erilaisten elinolosuhteiden johdosta kehittyneet kahdeksi eri lajiksi. Esimerkiksi Australiassa on hyvin erilainen alkuperäiseläimistö kuin Euroopassa. Samoin yksittäisen lajin keskuudessa esiintyy huomattavaa monimuotoisuutta, erilaisuutta yksilöiden ominaisuuksissa ja käyttäytymisessä. Esimerkiksi eri koirarodut ovat huomattavan erinäköisiä, mutta pystyvät silti saamaan jälkeläisiä keskenään. Voidaanko käyttäytymisen erilaisuutta, tai laajemmin lajien syntyä ja sukupuuttoon kuolemista selittää matemaattisesti?



Kalle Parvinen

Millainen on hyvä strategia?

Shakinpelaajat pohtivat mielessään mikä on hyvä pelistrategia ja tehtävä on varsin monimutkainen. Evoluution kannalta hyvä strategia on sellainen jota noudattavat yksilöt saavat paljon jälkeläisiä. Strategialla tarkoitetaan nyt jotakin populaation käyttäytymiseen liittyvää asiaa. Se voi olla esimerkiksi sopulien muuttoliikkeen aktiivisuus, kasvin siemenien koko tai riikinkukon pyrstön pituus. Populaatiolle hyvän strategian löytäminen ei

Allekirjoittanut tutkimassa Australian alkuperäiseläimistöä ja harrastamassa muuttoliikettä.



strategian muuttamiseen johtava mutaatio tapahtuu hyvin pienessä osassa populaatiota. Mikäli mutantit pystyvät tuottamaan enemmän jälkeläisiä kuin muu populaatio, tapahtuu invaasio, ja uusi strategia tulee vallitsevaksi koko populaatiossa. Useiden mutaatioinvaasio -tapahtumien ketju voi johtaa strategian laajempaan muuttumiseen. Pitkän ajan kuluttua on mahdollista, että koko populaatio noudattaa voittamatonta strategiaa. Tällaisessa tilanteessa mikään mutanttipopulaatio ei pysty tekemään invaasiota. Evoluutiivisessa haarautumisessa taas populaatio jakautuu kahteen osaan, ja niiden strategiat loittonevat toisistaan. Tämä on yksi mekanismi, jolla voidaan selittää luonnon monimuotoisuutta.

Adaptiivinen dynamiikka

Oletetaan, että yksilön noudattamaa strategiaa voidaan kuvata reaalityluvulla s . Populaatiota juuri ennen mutaation tapahtumista kutsutaan residenttipopulaatioksi. Koska mutaatioita tapahtuu satunnaisesti ja harvoin, voidaan olettaa että residenttipopulaation koko on saavuttanut tasapainotilan. Oletetaan että kaikki residenttipopulaation yksilöt noudattavat strategiaa s_{res} ja että populaatiossa tapahtuu mutaatio, jolloin populaatioon ilmaantuu pieni määrä yksilöitä, jotka käyttävät strategiaa s_{mut} . Miten nämä mutantit tulevat menestymään? Koska aluksi mutanttipopulaation koko on häviävän pieni, kokee se ainoastaan residenttipopulaation määräämän ympäristön. Näin ollen mutanttipopulaatio joko kasvaa tai vähenee eksponentiaalisesti. Mutanttipopulaation eksponentiaalista kasvunopeutta $r(s_{\text{mut}}, E_{\text{res}})$ residenttipopulaation määräämässä ympäristössä E_{res} kutsutaan kelpoisuudeksi.

Parittaisella invaasiodiagrammilla voidaan havainnollistaa tilannetta graafisesti. Siinä piirretään kelpoisuuden merkki residentin ja mutantin strategian funktiona (katso esimerkki muuttoliikkeen yhteydessä). Kiinnostavia käyriä ovan nollaisokliinit, joilla

kuitenkaan ole varsinainen optimointitehtävä, sillä populaatio voi yleensä muuttaa strategiaansa vain pienin askelin ja lisäksi strategiaa noudattavan populaation kasvu riippuu ympäristöstä, johon populaatio itse vaikuttaa. Tällöin on siis huomioitava eräänlainen ympäristön takaisinkytkentä. Adaptiivinen dynamiikka tutkii populaation strategian muuttumista ajan kuluessa luonnonvalinnan aiheuttamassa evoluutiossa. Olennainen kysymys evoluution kannalta on, kannattaako strategian muuttaminen. Yleensä vähäiseen

$r(s_{\text{mut}}, E_{\text{res}}) = 0$. Koska residenttipopulaatio on tasapainotilassa, pätee aina $r(s_{\text{res}}, E_{\text{res}}) = 0$, joten diagonaali on aina yksi nollaisokliineistä. Evoluution kannalta diagonaalien ja muiden nollaisokliinien leikkauspisteet ovat erityisen mielenkiintoisia. Niitä kutsutaan singulaarisiksi strategioiksi ja ne ovat mahdollisia voittamattomia strategioita tai ns. haarautumispisteitä.

Esimerkki muuttoliikkeen evolutiivisesta haarautumisesta metapopulaatiossa

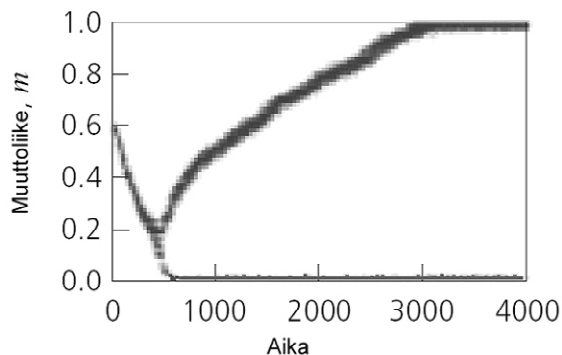
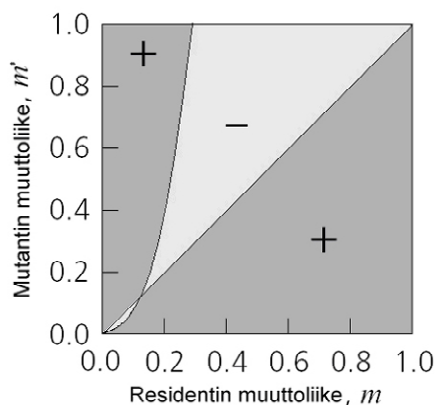
Tarkastellaan populaatiota, joka elää usealla (n kpl) erillisellä asuinalueella, joita kutsutaan laikuiksi. Merkitään muuttujalla x_i populaatiokokoa laikussa i . Oletetaan, että keväällä kukin aikuinen saa keskimäärin $f_i(x_i)$ poikasta. Poikasten syntymän jälkeen aikuiset kuolevat, joten populaatiokokoo on tällöin $f_i(x_i)x_i$. Kesän aikana poikaset kasvavat aikuisiksi. Syksyllä osuus m populaatiosta muuttaa pois asuinlaikustaan. Muuttajat selviytyvät hengissä muuttamisesta todennäköisyydellä $1 - r$. Muuttajat jakautuvat tasaisesti eri laikkujen kesken. On siis mahdollista, että yksilö palaa takaisin samaan laikkuun mistä se lähtikin. Populaatiokoot toteuttavat näin ollen seuraavan differenssiyhtälön

$$x_{i,t+1} = (1 - m)f_i(x_{i,t})x_{i,t} + \frac{1 - r}{n} \sum_{j=1}^n mf_j(x_{j,t})x_{j,t}.$$

Tutkitaan tässä ns. metapopulaatiossa muuttoliikkeen m evoluutiota. Tarkastellaan esimerkkitapausta, jota vastaava parittainen invaasiodiagrammi on ohessa. Mikäli residentin strategia on noin 0.15 tai pienempi, muuttoliikkeeltään residenttiä suuremmat mutantit menestyvät. Vastakohtaisesti, mikäli residentin strategia on noin 0.15 tai suurempi, muuttoliikkeeltään residenttiä pienemmät mutantit menestyvät. Tämä nähdään myös evoluutiosimulaatiossa, jossa tilanteesta $m = 0.6$ lähdettäessä populaation strategia pienenee ja lähestyy arvoa 0.15, joka on singulaarinen strategia. Tämä singulaarinen strategia on ns. haarautumispiste. Tällöin nimittäin kaikilla mutanteilla joilla on residentistä poikkeava muuttoliike on positiivinen kelpoisuus. Tällöin syntyy tilanne, jossa kaksi erilaista strategiaa omaavaa populaatiota pystyy elämään yhdessä. Näiden kahden populaation strategiat tulevat vielä loitonemaan toisistaan, ja lopulta osa populaatiosta ei muuta laisinkaan ja toinen osa muuttaa aina. Populaatiossa on tämän jälkeen siis kaksi hyvin erilaista strategiaa noudattavaa osapopulaatiota. Huomattava on, että nämä strategioiden poikkeavuus ei johdu siitä, että niillä olisi erilaiset elinolosuhteet tai että ne olisivat eristyksissä toisistaan.

Tarkempi kuvaus mallista löytyy lehdestä *Bulletin of Mathematical Biology*, vol 61, s 531-550.

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00928240>



Evolutiivinen itsemurha - elinkelpoisen lajin kuoleminen sukupuuttoon luonnonvalinnan johdosta

Sana evoluutio tarkoittaa kehittymistä. Tästä johtuen varsin yleinen käsitys saattaa olla, että evoluutio johtaa aina parempaan ja parempaan tilaan koko populaation kannalta. Näin ei kuitenkaan aina ole, kuten seuraava esimerkki osoittaa.

Tarkastellaan järveä, johon laskevan joen yläjuoksulla on tehdas, joka päästää jätevettä jokeen vakionopeudella. Järvessä on yksi laskujoki. Merkitään muuttujalla $S(t)$ saastekonsentraatiota järvestä hetkellä t . Se toteuttaa kuvatussa tilanteessa differentiaaliyhtälön $\dot{S} = D(S_0 - S)$, missä S_0 on tehtaan jäteveden saastekonsentraatio ja D kuvaa veden virtausnopeutta.

Tarkastellaan seuraavaksi järvestä elävää populaatiota, jonka kokoa merkitään muuttujalla x . Oletetaan, että puhtaassa vedessä populaation koko kasvaa differentiaaliyhtälön

$$\dot{x} = \left[\frac{ax}{1+x} - b - cx \right] x$$

mukaan. Termi $\frac{ax}{1+x}$ kuvaa lisääntymistä, $-b$ normaalia kuolleisuutta ja $-cx$ populaation sisäisen kilpailun aiheuttamaa kuolleisuutta. Oletetaan että saasteet vaikuttavat populaation lisääntymiskykyyn heikentävästi, kertoimella $\frac{1}{1+S}$. Kukin yksilö voi niin halutessaan

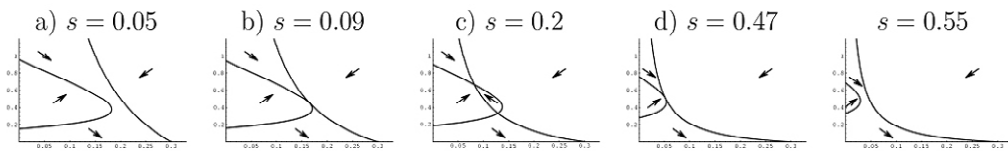
puhdistaa järven vettä saasteesta intensiteetillä s . Puhdistamistyö kuitenkin lisää yksilön kuolleisuusintensiteettiä $b(s)$. Ilman puhdistamistyötä saastekonsentraatio järvestä tulee olemaan S_0 .

Tilannetta järvestä kuvaa differentiaaliyhtälöryhmä

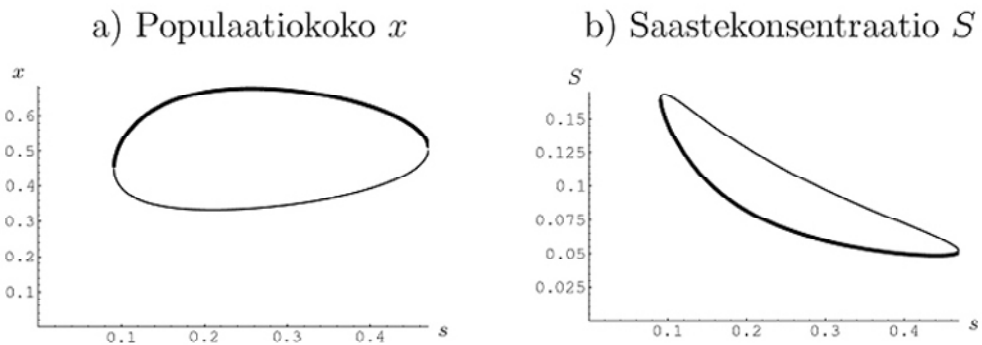
$$\begin{cases} \dot{S} &= D(S_0 - S) - sxS \\ \dot{x} &= \left[\frac{1}{1+S} \frac{ax}{1+x} - b(s) - cx \right] x \end{cases}$$

Esimerkin kuviin on valittu parametrien arvot seuraavasti: $a = 18$, $c = 8$, $S_0 = 0.3$, $D = 0.05$ ja $b(s) = 0.1 + \exp(s)$.

Tasapainopisteissä $\dot{S} = \dot{x} = 0$. Tila $(S_0, 0)$, jossa populaatio on kuollut sukupuuttoon, on aina stabiili tasapainopiste. Riippuen parametrien arvoista, kyseisellä differentiaaliyhtälöryhmällä on joko nolla (alla olevassa kuvassa a ja e), yksi (b ja d) tai kaksi (c) muuta tasapainopistettä. Mikäli muita tasapainopisteitä on kaksi, on niistä toinen stabiili ja toinen epästabiili. Alla olevassa kuvassa on piirretty mallin isokliinit eri parametrien arvoilla. Vaaka-akselilla on saastekonsentraatio ja pystyakselilla populaatiokoko.



Seuraavassa kuvassa populaatiokoko x ja saastekonsentraatio S on piirretty puhdistusintensiteetin s funktiona. Stabiilit tasapainopisteet on piirretty paksulla viivalla, epästabiilit ohuella.



Puhdistamisstrategian evoluutio

Oletetaan seuraavaksi, että populaatiossa tapahtuu mutaatio, jolloin pieni määrä yksilöitä ryhtyy käyttämään puhdistamisstrategiaa s_{mut} . Mitä tälle mutanttipopulaatiolle tapahtuu? Koska aluksi mutanttipopulaation koko on häviävän pieni, kokee se ainoastaan residenttipopulaation määräämän ympäristön, ja kasvaa näin ollen seuraavan differentiaaliyhtälön mukaisesti

$$\dot{x}_{\text{mut}} = \left[\frac{1}{1+S(t)} \frac{ax(t)}{1+x(t)} - b(s_{\text{mut}}) - cx(t) \right] x_{\text{mut}},$$

missä $S(t)$ on saastekonsentraatio ja $x(t)$ residenttipopulaation koko hetkellä t . Jos saastekonsentraatio ja residenttipopulaatio on tasapainotilassa (S, x) , on mutantin kelpoisuus tällöin

$$r(s_{\text{mut}}, S, x) = \left[\frac{1}{1+S} \frac{ax}{1+x} - b(s_{\text{mut}}) - cx \right].$$

Mutanttipopulaatio voi kasvaa ja tehdä invaasion, jos sen kelpoisuus on positiivinen. Kelpoisuuden noususuunta (kelpoisuusgradientti) on

$$\frac{\partial}{\partial s_{\text{mut}}} r(s_{\text{mut}}, S, x) = -b'(s_{\text{mut}}) < 0,$$

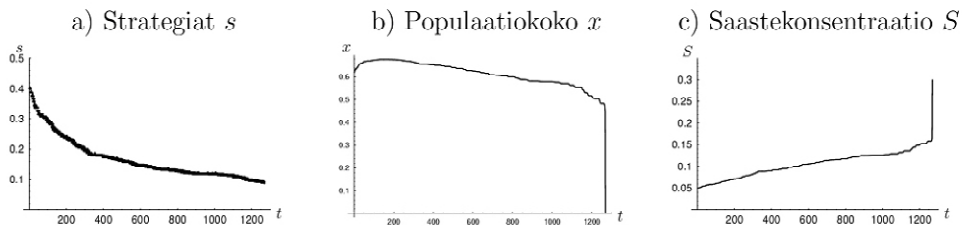
sillä oletettiin, että $b(s)$ on kasvava funktio. Koska aina $r(s_{\text{res}}, S, x) = 0$, on mutantilla, jonka strategia on hiukan residentin strategiaa pienempi, positiivinen kelpoisuus. Ne yksilöt jotka puhdistavat vettä muita vähemmän hyötyvät muiden puhdistustyöstä, mutta eivät kärsi puhdistamisen aiheuttamasta lisäkuolleisuudesta. Puhdistaminen ei siis ole yksilön näkökulmasta kannattavaa. Näin ollen puhdistaminen tulee vähenemään kunnes kukaan ei enää puhdistaa vettä ($s = 0$), edellyttäen että populaatio säilyy elinkelpoisena. Siinä tilanteessa veden saastekonsentraatio tulee olemaan S_0 .

On mahdollista, että populaatio ei ole elinkelpoinen, jos saastekonsentraatio on S_0 . Näin käy jos differentiaaliyhtälöllä

$$\dot{x} = \left[\frac{1}{1+S_0} \frac{ax}{1+x} - b(0) - cx \right] x$$

ei ole positiivista stabiilia tasapainotilaa. Siinä tapauksessa puhdistamisstrategia tulee vähenemään populaatiossa kunnes elinkelpoisuuden raja saavutetaan. Jopa tällä rajalla mutanttipopulaatio, jolla on pienempi puhdistamisstrategia, kasvaa ja pystyy tekemään invaasion. Tämä kuitenkin vie populaation pois positiivisesta tasapainotilasta tilaan, jossa populaatiota ei enää ole ($x = 0, S = S_0$). Tällöin on tapahtunut evolutiivinen itsemurha.

Näin käy valitussa esimerkkitapauksessa, jota vastaavaa evoluutiosimulaatiota on havainnollistettu alla.



Strategiat, populaatiokoko ja saastekonsentraatio evoluutiosimulaatiossa ajan funktiona.

Evolutiivinen itsemurha liittyy läheisesti niin sanottuun “Tragedy of the commons”-tilanteeseen, josta on kirjoittanut Garrett Hardin vuonna 1968. <http://www.dieoff.org/page95.htm>. Siinä kylän ympärillä on yhteinen niitty (common), johon kyläläiset saavat viedä lampaitaan laiduntamaan. Yksittäisen asukkaan kannalta hänen kannattaa viedä mahdollisimman monta lammasta yhteiselle niitylle, koska tällöin hän saa suurimman hyödyn. Koska kaikkien kannattaa tehdä näin, on melko väistämätöntä, että niitty ylikuormittuu, eikä ruoho enää siellä kasva. Lopputulos on kaikkien kannalta huono. Tilannetta voidaan toki rajoittaa erilaisilla sopimuksilla

Adaptiivisen dynamiikan tutkimuksesta matematiikan laitoksella



Tuomas Nurmi

Allekirjoittaneen lisäksi matematiikan laitoksella adaptiivista dynamiikkaa tutkii Tuomas Nurmi, joka tekee väitöskirjaa mm. erikoistumisen evoluutiosta. Lisäksi useampi opiskelija tekee aiheeseen liittyvää gradua. Jos aihepiiri kiinnostaa, niin ota yhteyttä. Mielenkiintoisia gradun aiheita kyllä löytyy (ja miksei väitöskirjankin).

KALJA KAVEREIDEN

KANSSA KEHITTÄÄ

AIVOTOIMINTAA

Räventola
PROFFAN
KELLARI
REHTORINPELLONKATU 6
PUH. 250 5515



YRJÖ VÄISÄLÄ -

TURUN TÄHTITIETEEN KEHITTÄJÄ

Syksyllä 2004, opiskeltuani jo vuoden fysiikkaa, otin mielenkiinnosta ensimmäisen tähtitieteen peruskurssin, joka käsitteli puhtaasti tähtitieteen historiaa. Kurssin loppupuolella käsitelimme lyhyesti Suomen tähtitieteen historiaa ja törmäsin väliotsikkoon ”Turun renessanssi”. Naureskelimme kaverini kanssa mielestämme yliampuva otsikkoa, kunnes aihe tuli käsiteltäväksi. Kuultuani mitä Turussa oli tapahtunut 1900-luvulla huomasin, ettei otsikko ehkä sittenkään ole niin yliampuva: perustettiin professuuri, rakennettiin kaksi tähtitornia, löydettiin satoja asteroideja, kehitettiin ja valmistettiin huippu-tarkkaa optiikkaa, löydettiin uusia mittausten menetelmiä ja niin edelleen. Mikä oudointa: aina törmää nimeen Yrjö Väisälä. Mikä ihmeen Väisälä? Minkä takia minä, nyt jo toisen vuoden fysiikan opiskelija, en ole koskaan kuullutkaan tästä hepusta.

Hakiessani tietoa törmäsin useaan otteeseen, minulle silloin vielä tuntemattoomaan, tieteenalaan eli geodesiaan. Usean tunnin ajan istuin tietokoneen vieressä koittaen selvittää, mitä geodesia tutkii. Viimein löysin Tiede 2000 -lehdessä 6/97 julkaistun artikkelin ”Mittakaavojen äiti täyttää 100 vuotta”. Pala palalta minulle selvisi, mistä Väisälä oli kannuksensa hankkinut.

Lapsuus

Syyskuun 6. 1891 syntyi Johannes ja Emma Veisellin perheeseen kuudes lapsi, myöhemmin kuuluisaksi tulleesta poikakolmikosta keskimäinen. Poika sai nimekseen Yrjö.

Johannes Veisell työskenteli Utran sahoilla kasöörinä eli konttoristina. Lapsille oli aina selvää, mikä oli kotona arvojärjestys: ”Ensin oli jumala, sitten tuli isä, sitten ei ketään, sitten seurasi äiti ja sitten muut ihmiset”. Kuitenkin Yrjön sanojen mukaan Johannes oli ”hyvä ja herttainen” isä. Johannes oli hyvin kiinnostunut matematiikasta, tähtitieteestä ja tekniikasta. Ensimmäisen kaukoputkensa Yrjö sai isältään. Se oli tarkoitettu lähinnä katseluun, mutta Yrjö naulasi sen kuistin aitaan kiinni ja teki sillä havaintoja.

Äiti Emma, omaa sukua Jääskeläinen, oli mennyt naimisiin 28-vuotiaana. Hän oli avoin ja iloinen ihminen. Johannes ja Emma olivat päättäneet saada myös tytöille koulutuksen ja laittoivat heidät asumaan kahden kotiopettajattaren luokse. Tytöt viettivät vain kesät kotona, joten pojat kasvoivat tiiviissä porukassa.

1902 Utran sahat lopetettiin, ja Johannes jäi työttömäksi. Hän yritti etsiä töitä Joensuusta huonolla menestyksellä. Kaksi vuotta myöhemmin, ollessaan pikkupoikien kanssa saunassa, hän menehtyi sydänkohtaukseen. Emma jäi yksin lapsiensa kanssa, ja he muuttivat koko perhe Joensuuhun, missä Yrjö oli käynyt koulua jo kolme vuotta. Onneksi lapsista osa oli jo niin vanhoja, että he pystyivät käymään töissä ja tienamaan perheelle rahaa. Koulutus oli tärkeää, ja vaikka oli tiukkaa, kaikki lapset saivat käydä koulunsa loppuun. Vanhemmat lapset auttoivat nuorempia kouluissa, ja näin sisaruksille kehittyi vahva yhteistunto. Tosin ehtoja-

kin koulunkäyntiin oli: ”joka jää luokalleen, se pannaan suutarin oppiin”.

Koulu ja uran ensimetrit

Yrjö sai aina matemaattisista aiheista parhaan arvosanan. Matemaattisilla aineilla hän omien sanojensa mukaan tarkoitti ”matematiikkaa, fysiikkaa ja liikuntaa”. 7. luokalla Yrjö kiinnostui differentiaalilaskennasta ja tilasi Ludwig Kiepertin saksankielisen 800-sivuisen aihetta käsittelevän oppikirjan. Kahlattuaan sen läpi hän tilasi vielä jatkokirjan. Yrjöä kiehtoivat differentiaalilaskennan mahdollisuudet vaikeissa todistuksissa.

Väisälä valmistui ylioppilaaksi 1909 ja lähti Helsinkiin lukemaan matematiikkaa. Heti ensimmäisenä vuonna hän pyrki opiskelemaan tähtitiedettä, jota hän pääsikin lukemaan sivuaineenaan. Toisena vuotenaan Väisälä pääsi Helsingin yliopiston tähtitieteen professori Donnerin ylimääräiseksi assistentiksi ja myöhemmin observaattoriksi. Samana vuonna Yrjö tapasi tulevan vaimonsa Martan, jonka kanssa hän meni naimisiin vuonna 1913. Myöhemmin heille syntyi lapsi, Marja. Marja sai myös kolme sisarusta: Aunen, Veikon ja Vuokon.

Kaksi vuotta myöhemmin Väisälä pääsi vakuutusyhtiö Suomeen matemaatikoksi, mutta kyllästyi kuitenkin pian, omien sanojensa mukaan ”kuolleiden laskeamiseen”. Akateeminen maailma houkutteli edelleen, ja kun vuonna 1918 perustettiin Helsingin yliopistoon Geodeettinen laitos, Väisälä siirtyi töihin sinne. Palkka pieneni puoleen, mutta hän pääsi haluamaansa työhön. Vuonna 1922 Väisälä väitteli tohtoriksi samaiselta laitokselta. Väitöskirjassaan hän esitteli ensimmäisen kerran

idean, myöhemmin kuuluisaksi tulleesta, interferenssikompaattoristaan.

Iso-Heikkilään

1924 Yrjö Väisälä siirtyi Helsingistä Turun yliopistoon, fysiikan professorin virkaan. Jo seuraavana vuonna joukko opiskelijoita halusi suorittaa tähtitieteen alemman tutkinnon, joten Väisälä aloitti tähtitieteen opetuksen sivutoimenaan. Tästä vielä parin vuoden päästä saatiin Turun yliopistoon oma tähtitieteen professuuri, jota hoitamaan nimitettiin, oman toimensa ohella, Yrjö Väisälä.

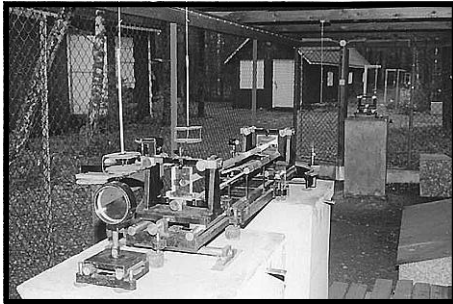
Tästä lähti yliopiston tähtitieteen opetuksen ja tutkimuksen tason nopea kasvu. Vuonna 1938 avattiin tähtitorni Turun Iso-Heikkilään. Observatorion paikka oli kuitenkin mietitty huonosti, koska jo 12 vuotta myöhemmin Turun kaupungin laajeneminen alkoi haitata observatorion toimintaa. Kuitenkin observatorion ollessa käytössä Väisälä tutkimusryhmineen löysi useita komeettoja ja yli 800 asteroidia. Pikkuplaneettojen löytämiseksi Väisälä kehitti niin sanotun kaksoispistekeinoja ja niiden ratojen laskemiseen yksinkertaisen ja nopean ratalaskumenetelmän. Hän myös valmisti itse laadukkaita Schmidtteleskooppeja, ja opiskelijoiden mukaan esitteli niiden toimintaperiaatteen luennollaan jo kauan ennen Schmidtiä. Väisälä kuitenkin piti menetelmää liian yksinkertaisena ja jätti ideansa julkaisematta.

Tuorla

Kun puhutaan Yrjö Väisälän elämästä, ei voida jättää mainitsematta Tuorlan observatoriota. Kuten jo mainitsin, 40-luvun lopussa valosaaste alkoi häiritä Iso-Heikkilän toimintaa, ja Väisälä päätti tehdä asialle jotain. 1951 hän esitti

yliopistolle ehdotuksen ja suunnitelman observatorion siirtämisestä Tuorlaan Piikkiön Laukka-vuorelle maanviljelyskoulun vie-reen (tästä olikin myöhemmin apua rakennustöihin kaivattavan työvoiman saamisessa).

Tuorlaan siirtymisen jäl-keen Väisälä kyllästyi jahtaamaan pikkuplaneettoja ja ryhtyi tutki-maan maapallon pyörimistä ja siinä erityisesti maantieteellisen le-veysasteen pieniä muutoksia. Tä-hän tarkoitukseen hän kehitti ns. zeniittiputken, joka oli lajissaan



Väisälän interferenssikompaattori Numme-lassa

ennennäkemättömän tarkka mut-ta silti yksinkertainen käyttää. Tuorlan zeniittiputki oli käytös-sä yli 20 vuotta ja sijoittui lähes jokaisena vuotenaan maailman tark-impien havaintolaitteiden jouk-koon.

Yrjö Väisälän kaksi vii-meistä vuosikymmentä oli pelk-kää Tuorlaa, ja hän toimi observa-torion johtajana aina kuolemaansa saakka. Väisälä panosti koko Tuorlaan myös rahallisesti, ja mo-net sinne hankitut laitteen ovat hän-en henkilökohtaisesti rahoittami-aan.

Geodesia

Vuonna 1617 hollantilainen Wil-lebrord Snellius mullisti tarkan kartoituksen kehittämällä menetel-män nimeltä kolmiomittaus. Me-

netelmä perustuu kahden eri pis-teen väliin piirrettyihin kolmioi-hin. Näiden kahden pisteen väli-nen etäisyys voidaan laskea, kun tunnetaan kaikki kolmioiden kul-mat ja yksi sivun pituus. Kulmien mittaaminen on helppoa, mutta etäisyyden tarkka mittaaminen on vai-keaa, ja juuri tähän ongelmaan Väi-sälä paneutui.

Helsingin yliopiston geo-deettinen laitos perustettiin vuon-na 1918 perustamisasiakirjansa mukaan ”huolehtimaan 1. tark-kuusluokan mittauksista niihin liit-tyvine geodeettisii-ne ja tähtitieteellisi-ne mittauksineen”. Tähän laitokseen heti sen perustami-sen jälkeen Yrjö Väisälä tuli töihin toiseksi laitoksen geodeetikoksi. Laitoksen tarkoitus oli saada mitattua koko Suomen kat-tava kolmioverkko ja sen tärkein osa eli normaaliperusvii-va.

Nummelan pe-rusviiva

Suomen geodeettisen laitoksen koeperusviiva pystytettiin Santa-haminaan vuonna 1921, mutta va-ruskuntatoiminnan laajetessa 40-luvun alussa viiva päätettiin siir-tää Nummelaan. Perusviivan mit-taukseen käytettiin niin sanottuja invarlankoja vuoteen 1947 asti, jolloin sen pituus mitattiin ensi-mäisen kerran Väisälän interfe-renssikompaattorilla. Tällä lait-teella Nummelan perusviivan pi-tuus saatiin ennenkuulumattoman tarkaksi (suhteellinen virhe 1:10 000 000).

Kuten jo laitteen nimestä voi päätellä, sen toiminta perus-tuu valon interferenssiin. Toimin-



Nummelan perusviiva

taperiaate sinällään ei ole vaikea, mutta laitteen käyttöön liittyi useita ongelmia, minkä takia Väi-sälältä vei yli 20 vuotta, ennen kuin tarkka mittaaminen onnistui. Interfe-renssikompaattorista itsestään voisi kirjoittaa esseen, joten en aio sen enempää tässä yhteydessä asiaan paneutua.

Vuonna 1951 Kansainvä-linen Geodeettinen Assosiaatio antoi suosituksen menetelmän käyttöön ottamiseksi myös muis-sa maissa normaaliperusviivan mittaamiseksi. Samana vuonna Yrjö Väisälä sai myös tunnustus-ta kotimaassaan, kun Suomen Akatemia nimesi hänet akateemi-koksi.

Tähtikolmiomit-taus

Toinen Väisälän suurista saavutuk-sista geodesian alalla on hänen ke-hittäämänsä tähtikolmiomittaus. Menetelmä perustuu merkinanto-laitteen (esimerkiksi salaman) nos-tamiseen korkealle ilmaan. Kun kahdesta eri pisteestä havaitaan salaman sijainti tähtiin verrattuna, voidaan pisteiden välimatka hel-posti laskea.

50-luvulla, useita vuosia kestäneiden kokeiden jälkeen, me-

netelmä saavutti kansainvälistä suosiota, ja ensimmäinen geodeettinen satelliitti lähetettiin kiertämään maapalloa. 1960-luvulla saatiin menetelmän ansiosta koko maapallon kattava kolmioverkko.

Optiikka

Kuten jo yllä olevasta tekstistä on varmasti tullut selväksi, Väisälä oli myös taitava optikko. Hän kehitti ja rakensi erilaisia optisia laitteita, jotka auttoivat häntä työssään geodeettina ja tähtitieteilijänä. Väisälä teki mm. onnistuneen kokeen teleskoopin pääpeilin rakentamisesta monesta pienem-

mästä peilistä. Saman tyyppinen menetelmä on tälläkin hetkellä käytössä useassa teleskoopissa ympäri maailmaa.

Väisälä oli myös taitava hioja. Hän rakensi Tuorlaan oman hiomon, jota jäi hoitamaan hänen pitkäaikainen apulaisensa ja kollegansa Liisi Otterman. Tänä päivänä Tuorlan hiomo on laajentunut kansainväliseksi yritykseksi, joka hioo peilejä muun muassa isoihin satelliittiteleskooppeihin.

Lopuksi

Kävi niin kuin odotin, eli totuus on tarua ihmeellisempää. Kuulemme lähes päivittäin suurista tiedemiehistä, kuten Aristoteles, Newton, Einstein, Leibniz ja niin edelleen. He ovat ihmisiä, joiden kykyjä pidetään lähes yli-inhimillisinä. Meidän pitäisi muistaa katsoa myös vähän lähemmäs omaa aikaamme – tässä tapauksessa viidenkymmenen vuoden päähän. Teeke hyvää omalle opiskelulle ja motivaatiolle kuulla, että myös meiltä Suomesta ja Turusta löytyy kuuluisia ja taitavia tiedemiehiä. Löytäkää kaikki oma sisäinen Väisälänne.



Suurin osa tiedoista on vuonna 1991 Aimo Niemen toimittamasta kirjasta Yrjö Väisälä / Tuorlan taikuri.

2004 vuoden lopussa Otava julkaisi Olli Lehdon kirjoittaman kirjan: Oman tien kulkijat / Veljekset Vilho, Yrjö ja Kalle Väisälä.

J-P goes Hong Kong

J-P KESKINEN



Hei vaan pienet potenssinlukijapallerot!!! On jälleen kerran, ja nyt viimeisen kerran, aika kuunnella vaihtarin jorinoita Hongkongista. Yrittäkää lukea koko juttu, vaikka se olisikin kuolettavan tylsä, sillä olen tämän pienen kirjoitelman, kuten monen muun aikaisemmankin, eteen tehnyt paljon työtä ja luopunut monista iloista. Tällä kertaa lähdin Wan Chaista (ks. potenssi 4/04) kesken bileiden, liian aikaisin kotiin ihan vain tätä juttua kirjoittamaan! Yrittäkää siis nauttia edes vähän.

Kuten viime numerossa oli puhetta, tällä kertaa olisi tarkoitus käsitellä teidän, Potenssin lukijoiden, lähettämiä kysymyksiä. Ja jälleen minun pitää teitä ojentaa, sillä kysymyksiä tuli vähän. Aikaisemmilla Potenssin kysymys-vastaus-palstoilla on turvauduttu perinteisiin keksittyihin kysymyksiin, mutta siihen en minä sorru. Mielikuvitus on liian villi, enkä halua itseäni enempää nolata tässä lehdessä, ensi vuoden bileet ovat sopiva areena siihen. Siispä, kaikki kysymykset ovat aitoja ja huonot nimimerkit ovat kysyjien omia. Minua ei siis voi syyttää kuin vastauksista, ja Hongkong vastaa niin kuin sinne huu-

ki kysymykset ovat aitoja ja huonot nimimerkit ovat kysyjien omia. Minua ei siis voi syyttää kuin vastauksista, ja detaan.



TÄSSÄ KYSYMYKSET JA VASTAUKSET:

Ensimmäinen oikea kysymys tulee uteliaalta biologilta:

Kys:

Tiedätkös miten hongkongilaisten kromosomit asettautuvat jakotason mitoosin ensimmäisessä prometafaasissa?

nimim. "Sanna"

Vas:

Joo, tiedänhän minä. Tutkimusta on tehty herkeämättä tämänkin faktan perinpohjaiseksi selvittämiseksi. Hongkongilaiset jakotasot ovat keskimäärin korkeat, varsinkin ensimmäisessä prometafaasissa. Asettautuminen on hyvin yksilökeskeistä, mutta yleinen orientaatio noudattaa suurilta osin perinteistä vaakamalla, jossa kromosomit ovat asettautuneet alustan suuntaisesti. Toisessa prometafaasissa orientaatio taas on hyvin moninaista, kuitenkin Y-kromosomin vahvasti dominoimaa. Vaikka kromosomien asettautuminen on yleensä hyvin ennalta arvattavaa, on syytä ottaa huomioon se, että hongkongilaisen kromosomiston pienempi koko verrattuna suomalaisen mahdollistaa hyvinkin monimutkaiset kombinaatiot.

Ja nyt kun biologeista on päästy eroon, on aika paneutua aitojen deltalaisien kysymyksiin:

kyys:

Onks siellä paljon nättejä tyttöjä? nimim. "Jarmo"

Vaas:

Noh "Jarmo", kyllä niitä täällä on, ja paljon. Harmi vaan, ettei ite oo täällä. Hongkong on sellainen ihmemaa, missä kaikki nätit tytöt kuolaa fyysikoiden ja matemaatikoiden perään. Pahimmillaan se menee siihen, että yliopistojen fyysikan- ja matematiikanlaitosten ulkopuolella hengaa kymmenittäin tyttöjä ja yliopistoilla on palkatut vartijat hätistelemässä niitä pois. Baareissa takuvarma isku-

repliikki on "Moi, integroiksä täällä usein?" ja "Terve, sä näytät ihan Emmi Noetheriltä" sekä "Hei, sä sekatat mun metriikat".

Sitten kaikkia deltalaisia koskettava aihe:

kyts:

Ajeleeko tytöt siellä kainalokarvojaan?

nimim. "Epätietoinen"

vats:

Joo, ei tää mikään Saksa ole. Sunkin pitäs.

Monia deltalaisia kutkuttaa tietysti ajatus ilmaisista juomista (katso taas potenssi 4/04).

Gys:

Kun on niitä "naiset juo ilmaiseksi" -iltoja, moniko yrittää transuveltmissä ilmaisten juomien kimpuun? Entä moniko onnistuu siinä?

nimim. "Buritaani"

Vas:

En ole huomannu ainakaan. Ehkä niitä on, mutta sitten ne on onnistunu siinä niin hyvin, etten niitä miehiksi tunnista (mikä sinänsä on jo vähän huolestuttavaa). Tai sitten ne kebab-paikan edessä hengaavat "tytöt" onkin vaan siellä sen takia, että haluavat ilmaisia juomia baarista...

Ja samalta nimimerkiltä toinen kysymys:

kys:

Mun kaveri haluaa tietää, mikä on pielessä kun hänen toinen kiihdytynyt protoninsa ei mahdu magneettivuoputkeen. Onko hän mitannut spektri-indeksin väärin? Eikö detektio onnistu? SOHO on vähän vihjannut, että jollei kohta tule luotettavaa purkausdataa, saattaa se poistua kiertoradalta... Nimim "Buritaani"

vas.

Jep jep. Sinun, eikun siis "kaveri-

si", ongelma liittyy läheisesti edelliseen kysymykseesi. Älä enää puukeudu naiseksi. Älä vaikka sillä saisi ilmaisia juomia. Tai jos jatkat, niin sitten sinun pitää vain hyväksyä SOHO:n poistuminen kiertoradalta. Kaikkea ei voi saada.

Ja viimeisenä matemaatikko avautuu:

kyss:

Potenssin juttusi luettuani mulle tuli aika kumma olo. Niinpä ajattelin kysyä, et mitäs luokkaa se sun kulttuurishokkisi on, tai on ollu pahimmillaan? Asteikolla yhdestä kymmeneen vois vaikka vastata ja jotain perustelua.

nimim. "Timo K."

vass:

No Timo K., joskus minullekin tulee kummallinen olo luettuani Potenssia. Siinä ei ole mitään epätavallista. Sitä rupeaa miettimään, että miksi ei opiskele ja yritä valmistua nopeasti. Miksi ihmeessä viettää aikaa siellä Deltan toimistolla niitten muitten omituisten tyyppien kanssa? Tämä olo menee kuitenkin ohi. Käy vaan useammin bileissä. Alkoholismi parantaa tämänkaltaiset vaivat. Niin ja se kulttuurishokki oli ja meni ja tuli takas. 5 pistettä, ei liian paha ja tähän tottuu, vaikka kiinalaiset on välillä vähän kummia.

Ja siihen loppuvat kysymykset ja vastaukset. Nyt HK hiljenee ja vaihtari suuntaa ensin kohti Filippiinejä ja sitten Kiinaan, missä kukaan ei sitten enää puhukaan englantia. Hongkongissa kun sentään melkein jokainen osasi puhua huonosti englantia, mutta oikeassa Kiinassa joudun testaamaan koulukursseilla opittuja tietoja. Toivottavasti onnistuu edes niin hyvin, että pääsen takasin sinne Turkuun teidän kaikkien kiusaksi. Hyvää kesää!!!

JIN-ROH - THE WOLF BRIGADE

(JAPANI 1999)

Ohjaus: Hiroyuki Okiura
Käsikirjoitus: Mamory Oshii

Tällä kertaa elokuva-arvostelussa jotain hieman erilaista: laadukas anime-elokuva Jin-Roh - Susiprikaati.

Jin-Roh vie katsojansa hieman vaihtoehtoiseen 50-luvun Japaniin. Nouseva kansakunta on hävinnyt maailmansodan ja yrittää päästä jaloilleen jälleenrakentamisen ja miehityksen päätteeksi. Totutun historiankirjoituksen sijasta tappio onkin kärsitty natsi-Saksalle, jonka jäljiltä maata hallitsee fasistinen johto. Tyytymättömät kansanosat ovat järjestäytyneet kaupunkisissiliikkeeksi, joka taistelee viranomaisia vastaan asein ja pommein. He ovat liian kova vastus Tokion poliisivoimille, joten poliisin avuksi on perustettu raskaampia, käytännössä täysin sotilaallisia, pääkaupungin turvajoukkoja. Elokuvan päähenkilö, turvajoukkojen poliisi, Kazuki Fuse suorittaa tehtävää väkivaltaiseksi yltyneen mielenosoituksen aikana. Vastoin käskyä hän jättää erään itsemurhapommitus-

matkalla olevan nuoren naississin eloon, minkä seuraukset vievät Fusen sisäisen tutkinnan armoille. Tarinan kietoutuessa edelleen monimutkaisemmaksi katsoja pääsee seuraamaan Fusen moraalisen pohdinnan ohella eri poliisivoimien välistä valtataistelua, jonka pelinappulaksi Fuse on päätynyt.

Elokuvan käsikirjoittaja-ohjaajapari on ollut ohjaamassa ja animoimassa 90-luvun ehkä tunnetuinta anime-elokuvaa Ghost in the Shell. Jin-Roh'ssa he luovat vahvan kuvauksen totalitaarisesta valtiosta, joka kuitenkin poikkeaa vain pelottavan vähän siitä, mihin nykymaailmassa voidaan olla joutumassa. Varsin intensiivisen alun jälkeen elokuva rauhoittuu, ja kerronnassa on muutamia pitkiä seesteisiä jaksoja. Nämä tunnelmaa luovat jaksot ovat tyy-

pillisiä anime-elokuville, eikä vastaavia nähdä monessakaan länsimaaisessa elokuvassa – ainakaan animaatioissa. Ne ovat Jin-Roh'n vahvuus ja toisaalta sen heikkous. Niiden aikana, fiilistelyn ohessa, ehtii miettiä, mitä elokuvassa yritetään sanoa, mutta jos elokuva ei ole oikein miellyttänyt, ne tuntuvat vain pitkäveteisiltä ja hävittävät elokuvan intensiteetin.

Elokuvan piirrostyö on laadukasta. Taustat ovat hienosti ja hyvin tarkasti tehtyjä. Ihmishahmot ovat yksinkertaisen tyylikkäästi piirrettyjä, ja ne ovat anatomialtaan ja animaatioltaan luonnollisia. Täyspitkän elokuvan budjetti ja aikataulu nostavat animen ulkoasun huimalle tasolle verrattuna pakosti nopeasti ja halvalla tehtyihin tv-sarjoihin.

Jin-Roh'ssa käytetään tarkoituksellisesti huomattavan

paljon alleviivaavan selkeitä kaksoismerkityksiä. Vahvimpana koko elokuvan ajan taustalla lainataan avoimesti ja tarkoituksenomaisesti Grimmin satujen Rotkäppchenia, Punahilkkaa. Turvajoukkojen sotilaat kun ovat lähinnä petoja, susia, jotka ovat vain pukeutuneet ihmisten vaatteisiin ja joiden saaliiksi punahilkat uhkaavat joutua. Muutenkin tarinan

kerronta on laadittu niin, että osuvat lainaukset Punahilkasta sopivat luontevasti ja täydentävästi nähtyihin tapahtumiin. Elokuvan lopustakin voi arvailla jotain sen pohjalta, että Grimmin sadut tuntevasti päättyvät aina hyvin ikävästi tiettyjen hahmojen osalta.



















Pohjimmiltaan Jin-Roh rakentuu moraalisen oikean ja väärän pohdinnan ympärille. Sekä ky-







symykseen siitä, voiko pedon inhimillinen ulkokuori tehdä siitä ikinä ihmistä. Vai ovatko pedon syvimät vietit lopultakin vahvimmat, jolloin sen paikka ei ole enää elää ihmisten joukossa? Lisäksi se antaa muistutuksen siitä, mihin liian totalitaarinen valtio voi ajautua.



Ristikko

PAULIINA NIEMI

			 riepu 			S A A K K A		 GOLFISSA		lois- poistin 	
			keväällä nouseva								
hieno sylki			 syty- tyk- syksyllä siin "TUTKINTO"			silmän solu					
"FLA- TUS"								jumalatar 		★★★ 	
pinta- ala						huono näköi- sin		korsakov Vataset			
 kauko- opiske- luun KASKELA			LOKA			KISSA- MAA punatukkapapat		KÖSIS- KELIJA synny- tyksessä		virvoi- tus juoma	
			 ääntely					MYÖ- HÄISET		K E T J U F I R M A	
onkalo			kus- tan- taja  KAMUT							käsky  Clearasil	
			hurtat			EMO					
VINK- KI			yöllinen								
kasaus						saari 					
			OTIT sävellys- teksti							neon	
OTAVA PIUS KEHITTI A SARAT ISAK LAKI IKKUNA APATIA MULLAHIT ARIEL AJAA T O PETSII INNO USEIN TEEPUHE TASEET AENEI APE R PLAN ETNISPERÄISILLÄ IRTI OPRI T TIIT II POISI VESAT ANTERO N TUO UI EOMER LESTIPUU ANIME AUREA ISIS MARENKI RAITTI PITA KUTUENTEET ÄES T K E NETOTA ETSATA MELARTI ISOT ALUSASU IUS ANE AURATTAVA U T VIRKAMIES NAT ASE AULAT I			 kan- sal- liset KAT- SOMUS- VÄIT- TÄMÄ lon- kero RUH- TINAS KUNTA			Duhemelin suun- tauksen mukaiset				UHRI- LAHJA Mr	
			-kuu			PUU  kui- va					
								väli sana			
										tulla	

läpi- murto- TASS		asuste - possidetis sinun									
	äkil- linen										
					↴	Lähi- idän maa		T U K I A			
	"paa- pat" 								myöhäiseen aikaan ilmestynvä aviisi	↴	laidat TV- merkit
kuivan maan delta pianisti RAHA								KINA muu- sikko Jordan			
		Ketola LOKAKUUN NAINEN									
				alaston ex- rauta- firma				pin- set- ti			
		ravat PAPPA				alistajat TAMMI TYTTÖ					
								V Ä Y L Ä T			puur- taa
									PALA		
		sorasten kanssa KOMEDIA							Tea		
annos- teluun PAHA											
	timantti- kaupunki			kilpakyvyttömyydet loma- kohde	JAKAA						
	KISSA- YHDIS- TYS tieto- tekniikka					Taiwanin kaupunki			solussa RANSKAN KAUPUNKI		
	"naatti"										
	"AUTO- VAHTI- MOT"					subs- tanssi					
	kaira					uudis- tetta- koon					
vettä						MITTAYKSIKKÖ					



WAPPU 2005

By **MARTTI**