

# LUO YHTEISKUNTA OLOHUONEESSA

MIKA PANTZAR

Osallistuin 12.–19.7.1997 San Franciscossa World Futures Societyn kokoukseen ja vierailin samalla Stanfordin yliopistossa tapaamassa tutkijaystäviäni. Piilaakson kirjakaupat olivat täynnä keinotekoisista elämää, älykkyyttä ja yhteiskuntaa koskevaa kirjallisuutta. Valitsin Palo Alton mainion kirjakahvilan hyllystä mukaani kaksi kirjaa: John Castin (1997) mahdollisia maailmoja (*Would-Be Worlds*) erittelevän kirjan sekä Joshua Epsteinin ja Robert Axtellin (1997) kirjan keinotekoisesti kasvatettavista yhteiskunnista (*Growing Artificial Societies*). Kumpikin kirja kuvaa kompleksisten ja spontaanisti organisoituvien systeemien tutkimuksen nykytilaa. Jälkimmäisessä kirjassa oli liitteenä CD-Rom-levyke, joka ensimmäisen kerran mahdollisti sen, että saatoin konkretisoida aikoinaan lisensiaattityössäni pohtimiani teoreettisia kysymyksiä taloudellisten instituutioiden synnystä ja väitöskirjassa esittämiäni hypoteeseja talouden organisaatioiden ja solurakenteiden evoluution samankaltaisuudesta.

Lisensiaattitutkimukseni oleellisena johtajana oli Thomas Schellingin (1978) tuore kirja mikromotiiveista ja makrokäyttäytymisestä. Sama käsitteellinen mikrotoimijoiden vuorovaikutuksellinen maailma on ollut innoittajana myös Epsteinin ja Axtellin kirjassa. Nyt heidän romppunsa avulla on mahdollista testata Schellingin teesejä ja kasvattaa keinotekoisia yhteiskuntia kotitietokoneeseen. Seuraavassa esittelen päiväkirjamuodossa omia tuntemuksiani tässä puuhassa. Todettakoon, että tietokoneen käyttäjänä olen varsin keskinkertainen. En esimerkiksi ymmärrä, miten muuttaisin vakioasettelua siten, että Word-ohjelmani ei muuttaisi automaattisesti nimeäni aina Pantzarista Pantsariksi.

25.7.

Tänään aloin rakentaa keinotekoisien yhteiskunnan laboratorioita omaan tietokoneeseeni. Samaan aikaan lapseni kasvattavat kiinalaista alkuperää olevia virtuaalieläimiä. Nähtäväksi jää, onnistunko syöttämään virtuaalieläimet virtuaaliyhteiskuntaan. Jeren Tamagotchi sai kuulemma raivokohtauksen. Lepytämme sen hot dogeilla. Myöhemmin kävi ilmi, että kyseessä oli vauvalle tyypillinen huomionkipeys, joka menee parhaiten ohi antamalla Raku-Raku Dinon ulvoa.

Ihmettelen, kuinka mutkattomasti uudet ohjelmat (Adobe Acrobat Reader, Kudo Catalog ja Apple's QuickTime) uppoavat koneeseeni. Kirja ja CD-romin simulaatiot etenevät kappale kerrallaan siten, että yhteiskunnan kompleksisuus kasvaa uusien instituutioiden myötä. Tulonjaolle ja perinnöille, seksuaaliselle lisääntymiselle, siirtolaisuudelle, naapuriverkostoille ja sosiaaliselle eriytymiselle, bilateraaliselle kaupalle, hintajärjestelmälle, tarttuville taudeille ja niin edelleen on omat kappaleensa. Ja kuhunkin kappaleeseen liittyy animaatioita, joita voi seurata tietokone-ruudulla.

Mallin visuaalinen idea on yksinkertainen: 50 x 50 -ruudukko, johon talouden toimijat ja sokeriksi kutsuttava uusiutuva resurssi sijoituvat. Ruudukkoon siroteltu sokerivaranto toimii agenttien "polttoaineena". Animaatioissa toimijat siirtyvät ruudusta toiseen, niitä kuolee ja uusia syntyy. Seurauksena syntyy makrotason rakenteita, jotka saattavat satojen simulaatiokierrosten jälkeen vakiintua. Mahdollisesti mikrotason interaktioista syntyy yhteiskunnassa toistuvia liikkeitä, esimerkiksi suhdannevaihteluita. Malli kertoo sen, että

aina ei tarvita välttämättä eksogeenista selittäjää jonkin lajin tai kulttuurin sukupuuttoon kuolemiseen. Tuhon ja synnyn prosessit (esim. paleontologiassa ja evoluutiobiologiassa) voivat olla endogeenisiä.

#### 26.7.

Mallimaailman agenteilla on kaksi keskeistä perusominaisuutta: metabolismi ja visio. Metabolismi määrittelee, kuinka paljon toimijoilla kuluu energiaa (sokeria) liikkumiseen ruudukolla ja sokerivarallisuuden keräämiseen. Visio puolestaan kertoo, kuinka monta ruutua eteenpäin toimija näkee. Dynamiikka syntyy siitä, että toimijat etenevät metabolin-sa suomissa rajoissa ja sitä ruokkien ruudusta toiseen. Asetelma monimutkaistuu, kun toimijoiden välisiä vuorovaikutussuhteita muunnellaan mm. määrittelemällä saalistaja-saalistettava-suhteita. Sodan mallittamisjaksosta mieleeni tulee Robert Axelrodin (1984) mainio kirja yhteistyön evoluutiosta ja Georg Simmelin pohdinnat sodan logiikasta. Sodassa voi olla yllättävää logiikkaa, johon voi kuulua sanattomat sopimukset vastapuolten kanssa. Toisaalta se, mikä näyttää yksilön tasolla mielipuoliselta räiskimiseltä, voi näyttäytyä kollektiivien tasolla järjestäytyneenä liikkeenä.

#### 28.7.

Keinotekoisien yhteiskunnan toimijalle on edullista, mitä pienemmällä metabolismilla se toimii ja mitä pidemmälle eteenpäin se voi nähdä. Kuvaruudussa kehittyvien makrorakenteiden, esimerkiksi aaltomaisena etenevän siirtolaisuuden, taustalla on aina mikrotason vuorovaikutusta koskevat säännöt ja agenttien perusominaisuuksien jakauma. Kirjoittajat puhuvat emergenssistä: Makrotason ilmiöt syntyvät ”yllätyksellisesti ja ennakkoimattomasti” mikrotason interaktioista. Erilliskulttuurien stabiloituminen ”heimoiksi”, mahdollinen homogenisoituminen ja uudelleen

eriytyminen ovat ilmiöitä, joita ei voi palauttaa yksikäsitteisesti mikrotason toimijoihin.

Lähestymistapa on individualistinen, koska makrorakenteet kehittyäkseen edellyttävät mikroagenttien toimintaa, mutta esimerkiksi taloustieteen metodologisesta individualismista lähestymistapa poikkeaa oleellisesti siinä, että makroilmiöt eivät ole palautettavissa ”edustavien yritysten tai kuluttajien” keskimääräiseen ja ”itsenäiseen” yksilökäyttäytymiseen, kuten optimointimalleissa on tapana ajatella. Toisistaan riippumattomien toimijoiden oletus on keskeinen oletus taloustieteessä, koska ilman tätä ominaisuutta aggregointi tulisi mahdottomaksi.

Animaatiot nostavat esiin kiinnostavan kysymyksen evoluution optimaalisuudesta. Survival of the fittest -argumentti on aggregaattitasolla mitä ongelmallisinkin. Silloin kuin yksittäiset toimijat vaikuttavat omalla käyttäytymisellään ympäristöönsä, johon sopeutuminen tapahtuu, optimaalisen toiminnan ehdot ovat erilaisia kuin silloin, kun ympäristö on annettu (Darwin). Kirjan teoreettisessa mallissa toiminnan tehostuminen – joko vision pidentymisen tai metabolismin hidastumisen myötä – johtaa helposti ympäristön kantokyvyn heikentymiseen ja mahdolliseen toimijoiden sukupuuttoon. Tämä voidaan soveltaa myös ihmis- tai yritys-yhteisöihin. Mitä tehokkaammin toimimme, sitä nopeammin kohtaamme oman toimintamme rajat. Kestävässä kehityksessä onkin aina kyse ympäristön ja toimijan keskinäisestä yhteisevoluutiosta (coevolution). Emme ole ympäristössä (in) vaan tuotamme sitä omalla toiminnallamme (with environment).

#### 29.7.

Minkälainen vaikutus maailmankuvaan ja ihmisen toimintaan on yhteiskunnan tietokonepohjaisella mallittamisella? Olen vuosien saatossa pohtinut ”älykkäiden representaatioiden” problematiikkaa ekonomistin näkökulmasta. Minkälaista maailmaa kokonaista-

loudelliset ekonometriset mallit tai maailmanmallit edustavat ja edistävät? Olen kritisoinut malleja siitä, että yleensä ne ovat mekaanisia ja historiattomia. Talouden malleissa endogeeniset takaisinkytkennät esimerkiksi kulutuksesta arvostuksiin ja teknologiaan puuttuvat ja tästä syystä systeemit voivat palautua ennalleen häiriöiden jälkeen. Miten mallittaminen vaikuttaa poliittiseen toimintaan? Esimerkiksi kansantalouden tilinpitoon perustuvat mallit tuovat salakavalasti mukanaan käsityksen arvokkaan ja arvottoman, hyödyllisen ja hyödyttömän toiminnan erosta (Heinonen & Mykkänen & Pantzar & Roponen 1996).

Olen partiopojan innolla ja naivismilla esittänyt toivomuksia, että sosiologisempi orgaaninen näkemys yhteiskunnasta ansaitsee enemmän painoa talouden tutkimuksessa. Yksi sosiologian ja taloustieteen keskeisiä erottelevia tekijöitähän 1800-luvun lopusta alkaen on ollut se, että siinä, missä taloustiede valitsee metaforakseen fysiikan mekaniikan ja lineaarisen kausaliiteetin, sosiologia keskittyy enemmän orgaanisen malliajattelun ja siten myös takaisinkytkentöjen varaan. Tämä oppihistoriallinen erottelu on menettämässä merkitystään, kun taloustiede perustuu yhä enemmän orgaanisiin ja evolutionaarisiin simulaatiomalleihin ja yhä vähemmän differentiaaliyhtälöiden universaaleihin analyttisiin ratkaisuihin. Vastaavasti rationaalien valinnan mekaniikka näyttää saavan yhä enemmän kantovoimaa sosiologiassa.

Epsteinin ja Axtellin kirjan kiinnostavimpia jaksoja, ainakin ekonomistin näkökulmasta, on markkinoiden ja hintajärjestelmän luominen. Mallin mukaan vähäininkin realismin kasvattaminen, esimerkiksi endogeenisesti määräytyvien preferenssien suhteen, johtaa äärimmäisen kriittiseen näkökulmaan hintajärjestelmän toimivuudesta.

#### 10.8.

Taitava talouden mallittaminen edellyttää pe-

rusteellista talouden mekanismien ymmärtämistä, ”leikittelyä” vaihtoehtoilla ja kykyä kyseenalaistaa mallien antamat tulokset. Tällaista ajattelua voisi kutsua reflektiiviseksi tai itsekriittiseksi malliajatteluksi. Oman yhteiskunnan kasvattaminen saattaisi olla hyvä lähtölaukaus yhteiskuntatieteen perusopetukselle. Epsteinin ja Axtellin mallimaailmassa ei ole mahdollista tutkia demografiaa irrallaan taloudesta tai taloutta ilman sosiaalista kanssakäymistä. GAS-mallin myötä on pakko paitsi formaalisti niin myös substantiaalisesti pohtia yhteiskunnan perusprosessien luonnetta. Mikä parasta, hyvin yksinkertaiset formuloinnit tuottavat kiinnostavia lopputuloksia. Intuition rooli on tärkeä pyrittäessä esimerkiksi selvittämään mm. sitä, miksi siirtolaisuus etenee aaltoliikkeinä. Kirjan mallinikkarit perustelevat tätä sillä, että vasta riittävän ajan kuluessa ensimmäisen sukupolven syömät varallisuuden luomisen mahdollisuudet (sokeri) kasvavat siirtolaisuutta suosivalle tasolle.

Miksei tieteellisessä koulutuksessa tueta intuition kehittämistä? Parhaiden tutkijoiden ja merkittävimpien klassikoiden valistuneet arvaukset pohjautuvat usein vahvaan intuition. Johtuneeko tästä, että vaikkapa Max Weberin tai Herbert Simonin teksteistä nousee loputtomasti uusia ulottuvuuksia.

#### 12.8.

Uskon, että keinoyhteiskuntia kuvaava kirjallisuus on nousemassa tärkeäksi tieteellisen keskustelun teemaksi. Onko taloustiede taas kerran jälkijunassa? Oppihistorioitsija Philip Mirowski kutsuu taloustiedettä kybertieteeksi (cyber science), jolle on ominaista imitoida kymmenien vuosien viipeellä fyysikoiden ja sotatutkijoiden sodankäyntiin kehittämiä malleja. 1990-luvun hienostunein mallittaminen ja taloustieteen teoriat saivat alkunsa 1940- ja 1950-luvulla mm. ilmapommitusten ja sukellusvenesodan tarpeista. Tuolloin valtavirtataloustieteilijät viittasivat kintaallaan

peliteorialle. Sittenmin sodankäynnin mallittamisesta otettiin oppia yhtä lailla peliteorioihin kuin organisaatiotutkimukseenkin. Esimerkiksi Stanfordin yliopisto on ollut tällaisen kybertieteen yksi lähde.

Olen vierailut Stanfordin yliopiston laitoksissa 1980-luvun lopusta alkaen lukuisia kertoja ja tavannut yhteiskuntatieteilijöitä aina taloustieteilijöistä organisaatio- ja historian-tutkijoihin. Ennen vuotta 1989 dynaamisten systeemien mallittajat, joiden lähtökohtana olivat mikrosimulaatioilla tuotetut itseorganisoituvat rakenteet, olivat ikään kuin sivuraiteella. Vain "huonoimmassa" eurooppalaisissa operaatiotutkimukseen keskittyvissä aikakauskirjoissa julkaistiin näiden tutkijoiden kirjoituksia. Vuonna 1990 Brian Arthur, yksi kompleksisten systeemien johtava tutkija Santa-Fe-instituutissa, saavutti kuitenkin mainetta American Scientistissa julkaistulla jutullaan. Tapasin hänet muutama viikko artikkelin julkaisemisen jälkeen (hän suhtautui minuun ilmeisesti positiivisesti, koska hänellä oli aikoinaan ollut suomalainen tyttöystävä), jolloin hänen pöydällensä oli kohonnut jo metrin korkuinen kasa luennointikutsuja. Stanfordin Brian Arthurin ja Paul Davidin, ns. polkuriippuvuus-ilmioita valottaneen historioitsijan, välille oli jo tässä vaiheessa syntynyt kiihkeä kilpailuasetelma, jota on kuvattu elävästi Mitchell Waldropin (1993) kirjassa. Muutamassa vuodessa tiedemaailman syrjästä tutkijasta Brian Arthurista oli tullut elämäkerran ansaitseva komeetta.

Stanfordissa valtavirtataloustiede on mm. nobelisti Kenneth Arrow'n, taloushistorioitsija Paul Davidin ja dynaamisten mallien specialistin Brian Arthurin työn myötä lähestymässä monia sosiologisia ongelmanasetteluja. Rajoitettu rationaalisuus (bounded rationality), kilpailevat intressit, endogeeniset preferenssit ja institutionaalisten sääntöjen kehittyminen ovat taloustieteen ytimessä, kun vielä 1970- ja 1980-luvulla vain epäortodoksisimmat ekonomistit saattoivat puhua näistä ilmiöistä.

Professori Jim March on koko uransa ajan

puolustanut monipuolisempaa näkemystä ihmisen toiminnasta kuin valtavirtataloustieteessä on ollut tapana nähdä. 1950-luvulla March oli "maanpaossa" Carnegie Mellonin psykologien joukossa yhdessä tulevan nobelistin Herbert Simonin kanssa. Monet nykypäivän huippututkijat, kuten esimerkiksi uuden institutionaalisen taloustieteen isä Oliver Williamson, olivat hänen oppilaitaan. Vielä 1980-luvulla Stanfordin ekonomistit kokivat Marchin kriitikokseen. 1990-luvulla Jim Marchin rooli on selvästi uudelleenarvioinnin kohteena. Marchin kirjoittajakumppani 1950-luvulta, Herbert Simon (esim. 1969) on ajatuksineen yksi keinoälytutkimuksen kulmakiviä. Vielä 1980-luvulla Simonin ajatukset vaikuttivat selvimmin kognitiotieteessä. Onko 1990-luvulla Simon saamassa seuraajia keinotekoisien yhteiskuntatieteessä?

### 30.8.

Jeren Tamagotchi hukkui vessanpönttöön. Pelastusoperaatio epäonnistui, kun hygieenisiltä lapsilta meni yli 10 minuuttia kumihanskojen etsimiseen. (Mitä pitäisi tehdä työpaikan puhelimessa, kun linjan toisessa päässä on hukkuneen virtuaalilemmikin omistaja, itkevä lapsi?) Suru meni kuitenkin nopeasti ohi, ja uskallan väittää, että lapsetkin ymmärtävät hukkuvan koneen ja ihmillisen olenon eron. Häpeilemätöntä suhtautumista kone-elämään heijastanee sekin, että kävimme hautaamassa Tamagotchien Internet-hautausmaalle ensimmäisen virtuaaliolemon jo ennen kuin sellaista omistimmeakaan. Baudrillard puhuisi epäilemättä n:n tason hypersimulaatioista: Virtuaalihautajaiset virtuaalisen syntymättömyyden tilassa olevalle virtuaalilemmikille. Onko lehdistön suuri huoli virtuaalilemmikkien vaikutuksesta lasten mielenterveyteen vain aikuisten kyvyttömyyttä paneutua lasten maailmaan?

Mitä pitäisi ajatella lasten simulaatiopeleistä, esimerkiksi SimCityn kaltaisista dynaamisista rakennelmista? Ovatko ne tie koh-

ti reflektiivisimpää tulevaisuutta? Mitä eroa on viisivuotiaalla Jerellä ja kymmenvuotiaalla Inkalla, jotka simuloivat maailmaa ja kapitalismia huvipuistoja rakentamalla, etsivät voittoa maksimoivaa hintatasoa pääsylipuille ymmärtämättä yhtään mitään optimaalisen hinnoittelun teoriasta tai hintajoustoista, ja fyysikan nobelistilla Philip Anderssonilla ja taloustieteen nobelistilla Kenneth Arrow'lla, jotka mallittavat pienois yhteiskuntia? On hämmästyttävää seurata, kuinka xy-akselin abstraktiot, jotka itse opin lukiossa, tai yrityspelit, joilla kauppakorkeakoulussa leikittiin, ovat itsestään selviä, ymmärrettäviä ja ongelmattomia pienille lapsille. Ikä tai sukupuoli ei näyttäisi olevan erottava tekijä lasten osaaamista vaativissa dynaamisissa simulaatioleikeissä. Heijastaako tämä tulevaisuuden maailmaa, jossa kompetenssi ei ole enää sidottu yksinkertaisesti ikään?

Lasten ironinen suhtautuminen tietokonepeleihin, jossa voiton maksimoiminen edellyttää kofeiinin lisäämistä huvipuistoasiakkaan kahviin tai kaljan laimentamista vedellä, kertoo kyvystä erottaa pelimaailma ja reaali maailma toisistaan. Toisaalta viisivuotiaan kyky seurata urheilukilpailujen tulostietoja televisiosta kertonee, että tietokonepelit voivat kehittää simultaanista lukutaitoa ilman perinteistä lukutaitoa. Inkan ja Jeren käyttämät mallit ovat näyttävämpiä, monella tavalla myöskin realistisempia ja tietokoneohjelmintaan vaativampia. Kysymys lienee erilaisista abstraktiotasoista. Arrow'n ja Anderssonin mallit ovat yksinkertaisuudestaan huolimatta ja ehkäpä juuri siksi niin nerokkaita. Axtellin ja Epsteinin kirjan animaatioista jäin kaipaamaan mahdollisuutta itse muuttaa erilaisia parametreja omien ideoideni mukaisesti. Esimerkiksi tarkastella sitä, mitä tapahtuu tasapainohinnalle, kun toimijoiden keskimääräinen ikä laskee, tai mitä tapahtuu siirtolaisuudelle, jos kulttuuriset sidokset naapureiden välillä korostuvat.

Onko tulevalle sukupolvelle kehittymässä simulaatioleikkien kautta kyky hahmottaa maailmaa dynaamisten karttojen kautta? Ai-

koinaan kansakoulun kartasto oli spatiaalinen ja staattinen kuvaus maailmasta. Pohjanmaan joet ja maailman vuorijonot piti opetella ulkoa. Ehkäpä tämän päivän peruskoululaiselle "maailmankartta" hahmottuu enemmän dynaamisina tiloina, valintojen ja seuraamusten logiikkana. Kiinnostava kysymys valistajan kannalta on, kykenevätkö lapset paremmin kuin heidän vanhempansa hahmottamaan myös yksilötason ilmiöitä. Voisiko ajatella, että malliajattelun myötä esimerkiksi freudilaiset teemat minän eri tasojen välisistä ristiriidoista (multiple-self), tämän päivän kieltäymysten ja viivästyneiden palkkioiden roolista selkeytyisivät? Ulkopuolisen säätelijän sijaan yhteiskunnallisille toimijoille kehittyisi uudenlainen reflektiivinen ja kontrolloiva minä. Yhtä lailla voisi ajatella, että esimerkiksi kollektiivisen sosiaaliturvan merkitys ihmisen elämälle voisi tulla paremmin ymmärrettäväksi muunakin kuin verorasitukseksi, jos lapset voisivat mallittaa yhteiskuntia, joista sosiaaliturva on purettu. Niihkö mallittaja saattaisi jopa väittää, että esimerkiksi Norjan terveydenhuoltojärjestelmän romahdus on hyvä esimerkki jälkikäteisestä katumuksesta; valistuneen mallittajan avulla siitä olisi voitu kertoa jo etukäteen.

Simulaatiopelien logiikkaan kuuluvat koekuilu, riskinotto ja luovien ratkaisujen etsiminen. Nykyajan lapset pelaavat Monopolia siten, että säännöt voivat tarvittaessa aina joustaa. Joskus pelien ja ihmisen arjen logiikkojen erilaisuus saattaa lapsia järkyttää, kuten tapahtui pojalleni, joka aina neljään ikävuoteen asti ajatteli, että ihmisellä kuten Nintendo-pelin Mariolla on viisi elämää. Kertoessani Suomen edellisen presidentin kuolleen poikani kysyi: Montako elkkua Kekkosella vielä on? Seuraavan yön Jere nukkui levottomasti.

Matemaattis-kyberneettinen taloustiede ja sosiologia ovat kulkeneet sata vuotta omia reittejään. Laitosjaot ovat kuitenkin häviämässä. Ns. kompleksisten systeemien matemaattinen mallintaminen ja simulointi alkavat yhdistää monia yhteiskuntatieteilijöitä. Sen sijaan että sosiologit imitoisivat moneen

kertaan empiirisesti ongelmallisiksi osoitettuja rationaalien valinnan malleja tai taloustieteilijät rientäisivät joukoin kulttuurisen tai kvalitatiivisen tutkimuksen piiriin, simulaatioihin perustuva mallittaminen etenee uudelta viivalta. Kirjan kirjoittajat vertaavat simuloimista mikroskoopin keksimiseen ja kutsuvat omaa tutkimusmetodiaan generatiiviseksi yhteiskuntatieteeksi: Tavoitteena on tarkastella, miten erilaiset mikrotason toimintalogiikat tuottavat makrotason rakenteita ja prosesseja.

Keinotekkoisten yhteiskuntien tutkimus on pitkälti kiitollisuuden velassa Herbert Simonille (1969), johon tekoälytutkijoilla ja kognitiivieteilijöillä oli tapana viitata 1980-luvulla. 1990-luvulla Herbert Simon tarjoaa yhä selvemmin myös yhteiskuntatieteelle aineksia. Kriittinen kysymys herää, missä määrin yhteiskuntaa voidaan lähestyä informaation prosessoinnin tai aivo-metaforan kautta. Reflektiivinen yhteiskuntatieteilijä muistuttaisi, että aivojen ja itseorganisoituneen järjestyksen sijaan voisimme puhua yhtä lailla vankilasta tai vaikkapa orgioista. Mitä pitäisi ajatella vankilasta, jonka rakennamme omaan tietokoneeseemme. Tai virtuaalieläimestä, joka reaalisesti hukkuu vessanpönttöön?

#### JOITAKIN LUKUVIHJEITÄ

Omaa työskentelyäni tutkimuksen kentässä on leimannut kiinnostus sosiaalisten ja taloudellisten verkostojen syntymekanismiin. Tärkeitä aineksia ovat tarjonneet K. Galbraithin, Simonin ja M. Weberin kaltaisten klassikoiden lisäksi mm. J. Elster (1984), M. Granovetter (1982), A. Maryansky ja J. H. Turner (1992) ja Schelling (1978). Uusimman kyborgikeskustelun (esim. Gray 1995; Siivonen 1996) ja tieteenhistorian valossa yhteiskuntatieteet eivät enää voi olla välinpitämättämiä suhteessa teknisten tai luonnontieteiden tuloksiin ja tulkintakehikoihin. Mielestäni James Lovelockin (1991) Gaia-hypoteesi onkin yksi stimuloivimpia teoksia. Siinä geofyysinen evoluutio liitetään biologiseen evoluuti-

oon ja maapallo nähdään valtavana (sairastuneena) itesesätelyjärjestelmänä. Tärkeämpi teos itselleni on kuitenkin ollut Vilmos Csanyin (1989) kirja evolutionaarisista systeemeistä, jota olemme soveltaneet mm. yrittörganisaatioiden historiaan (Pantzar & Csanyi 1991). Taloustieteessä kompleksisten systeemien problematiikkaa ovat ensimmäisten joukossa tarkastelleet mm. P. Allen (1986), B. Arthur, Y. Ermoliev ja Y. Kaniovski (1987), P. A. David (1988) ja S. Kauffman (1995). Axelrodin (1984) kirja yhteistyön evoluutiosta tuntuu yhä edelleenkin kiehtovalta.

Minkälainen vaikutus maailmankuvaan ja ihmisen toimintaan on yhteiskunnan tietokonepohjaisella mallittamisella? Tätä kysymystä ovat kiinnostavasti pohtineet lasten pelimaailmaan sovellettuna kohuttu mediapsykologi Sherry Turkle (1996) ja Douglas Rushkoff (1997), jota on mainostettu Marshall McLuhanin kruununperilliseksi (ks. myös Fletcher-Flinn & Suddendorff 1996). Yhtä lailla kiinnostava kysymys on se, minkälainen vaikutus on sillä, että nykyaikaisessa sodankäynnissä esimerkiksi panssarivaunun kuljettajalla on edessään vain televisioruudun ”representatio” maastosta ja vihollisesta, samankaltainen kuin virtuaalikäpäröiden pelisimulaattoreissa (Brown 1997). Alentaako älykäs representatio laukaisukynnystä? Vastaavasti voisi kysyä, mitä merkitsee abstrakti luku 500 000 talouseliitille?

Tuntemani talouden mallinrakentajat ovat hyvin tietoisia mallien rajoituksista ja malli-ajattelun ongelmista. Esimerkiksi Helsingin kauppakorkeakoulun lehtori Asko Korpela (ns. Ajka-mallin rakentaja) ja valtiovarainministeriön ”mallimestari” August Leppä (Kessu-malli) ovat esimerkkejä äärimmäisen kriittisistä mallintajista.

Muistan törmänneeni Sitran talouspoliittisen johtamisen kurssilla ihmisiin, jotka suhtautuivat kaikkein kriitikkimimmisen malleihin. Lapsilla tällaista kriitikkimyyttä en ole tavannut. Vasta kun ekonometrinen malli kertoi eräälle poliitikolle, että kaikkein eniten työttömyyttä kasvattaa maatalouden alasajo,

varoituksen kellot alkoivat soida. Samaa Kesu-mallia käytettiin mm. EU-valmistelussa

mallinrakentajien kauhuksi kriiikkittömästi ja sellaisilla alueilla, joihin malli ei sovi.

#### KIRJALLISUUS

Allen, Peter: Evolution, Innovation and Economics. Paper prepared for the IFIAS workshop on Technical change and economic theory, Lewes, Sussex, 18th–20th Oct., 1986

Arthur, Brian: Positive Feedbacks in the Economy. *Scientific American*, February 1990, 80–85

Arthur, B. & Ermoliev, Y. & Kaniovski, Y.: Path-dependent Processes and the Emergence of Macrostructure. *European Journal of Operational Research* 30 (1987), 294–303

Axelrod, Robert: The evolution of cooperation. New York: Basic Books, 1984

Brown, David: Cybertrends. Chaos power and accountability in the information age. London: Viking, 1997

Casti, John, L.: Would-be worlds. How simulation is changing the frontier of science. New York: John Wiley & Sons, 1997

Csanyi, V.: Evolutionary Systems and Society, A General Theory of Life, Mind, and Culture. A publication of the General Evolution Research Group. Durham and London: Duke University Press, 1989

David, P. A.: Path-dependence: Putting the Past into the Future Economics. Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences, Stanford University, Technical Report, No. 33, August 1988

Elster, Jon: Ulysses and the Sirens. Cambridge: Cambridge University Press, 1984

Epstein, Joshua & Axtell, Robert: Growing artificial societies. Washington: Brookings Institutions Press, 1997

Fletcher-Flinn, Claire & Suddendorf, Thomas: Do computers affect "the mind"? *Journal of Educational Computing Research* 15 (1996): 2, 97–112

Granovetter, M.: The Strength of Weak Ties: A Network Theory Revisited. In: Marsden, P. & Lin, N. (eds.): *Social Structure and Network Analysis*. Beverly Hills: Sage Publications, 1982

Gray, Chris Hables: The cyborg handbook. New York: Routledge, 1995

Heinonen, Visa & Mykkänen, Juri & Pantzar, Mika & Roponen, Seppo: *Suomalaisen talous-*

politiikan ajatusmallit. Kuluttajatutkimuskeskuksen tutkimuksia. Helsinki 1996

Inglehart, Ronald: Modernization and Postmodernization. Cultural, Economic, and Political Change in 43 Societies. Princeton: Princeton University Press, 1997

Kauffman, Stuart: At home in the Universe. The search for laws of complexity. London: Viking, 1995

Lovelock, J.: Gaia, The practical science of planetary medicine. London: Gaia Books, 1991

Maryansky, A. & Turner, J. H.: The Social Cage, Human Nature and the Evolution of Society. Stanford: Stanford University Press, 1992

Norman, D. A.: Things that make us smart, defending human attributes in the age of machine. Reading: Addison-Wesley, 1993

Pantzar, Mika & Csanyi, Vilmos: Replicative Model of the Evolution of Business Organization. *Journal of Social and Biological Structures* 14 (1991): 2, 149–163

Prigogine, I. & Stengers, I.: Order out of Chaos. London: Heinemann, 1984

Rushkoff, Douglas: Playing the Future. How kids culture can teach us to thrive in an age of chaos. New York: Harper Collins, 1997

Schelling, T.: Micromotives and Macrobehavior. New York: W. W. Norton & Company, 1978

Siivonen, Timo: Kyborgi. Koneen ja ruumiin niveltyä subjektissa. Nykykulttuurin tutkimusyksikön julkaisuja. Jyväskylän yliopisto 1996

Simon, H.: The Sciences of the Artificial. Karl Taylor Compton Lecture. Cambridge, Massachusetts: The M.I.T. Press, 1975 (1969)

Turkle, Sherry: Life on the Screen. Identity in the Age of the Internet. London: Weidenfeld & Nicolson, 1996

Waldrop, Mitchell: Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos. Touchstone Books 1993

Warwick, Kevin: March of the machine. Why the new race of robots will rule the world. London: Century Books, 1997.