

Simulaatio kaupungin kompleksisen kehityksen hallinnassa

Jenni Partanen
Anssi Joutsiniemi

Paikallisten ilmiöiden kumuloitumisesta seuraavien kehityspolkujen hallinta tarjoaa uudenlaisen tarkastelunäkökulman kaupunkien suunnitteluun. Siinä kokonaisuudesta tiedetään vain paikallisten välivaiheiden hyväksyttävyyttä. Hintana tästä varmuudesta on lopputilanteen hämärtyminen hyväksyttävien kehityspolkujen moninaisuuteen.

KAUPUNKITODELLISUUDEN JA -KÄSITYKSEN MUUTOS

Nykyinen, niin kutsutun kolmannen modernisaation kaupunki (Ascher 2004), on viime vuosikymmenien aikana kehittynyt rakenteeltaan yhä voimakkaammin pirstaloituneeksi, monikeskeiseksi kaupunkiseuduksi, jota määrittävät jatkuvat ihmisten ja tavaroiden virrat. Kaupungin ja maaseudun välinen morfologinen kahtiajako katoaa kaikkialle leviävän, seutuistuvan kaupungin myötä (ks. esim. Sieverts 1997; Marcuse & van Kempen 2000; Oswald & Baccini 2001 tai tämän teemanumeron artikkelit). Kaupunki järjestäytyy toiminnallisesti ja rakenteellisesti lukemattomien, vaikeasti ennakoitavien yksilöllisten valintojen kautta. Yksilöiden kulutus- ja elämishakuisuus synnyttää kaupunkitilan järjestystä jatkuvasti uudelleen. Kaupungin kehitystä on tämän kaltaisena kompleksisena, toimijoidensa välisestä vuorovaikutuksesta sikiävänä systeeminä vaikeaa ellei mahdotonta ennustaa tai ohjailla perinteisin suunnittelukeinoin.

Tässä artikkelissa tarkastellaan nykyisen *alueidenkäytön suunnittelujärjestelmän* (MRL 4§) piiriin kuuluvien kaavoituskäytäntöjen mahdollisia kehittämisenäkymiä. Artikkelissa tarkastellaan matemaattisen mallinnuksen soveltamista yhdyskuntarakenteen kehityspotentialin kartoittamiseen sekä tämän edellyttämien simulatiomenetelmien suhdetta yhdyskuntasuunnittelun nykykäytäntöihin. Käsiteltävä

tapaustutkimus on tehty osana laajempaa DECOMB-tutkimuskokonaisuutta¹ sen kommunikaatio-työryhmän osana. Tässä esiteltävässä osatutkimuksessa tarkastellaan vallitsevan suunnittelujärjestelmän kehittämistä mallinnuksen menetelmin siten, että urbaanin moninaisuuden sekä paikallisten ja omaehtoisten kehityspolkujen hallinta voisi käytännössä mahdollistua nykyistä luontevammin.

MALLIT YHDYSKUNTASUUNNITTELUSSA

Mallit ovat eräs tapa simuloida kuvattua kaltaista kaupunkitodellisuutta. Käsitteen yleisimmässä muodossaan mallilla tarkoitetaan kohteensa jonkin ominaisuuden suhteen yksinkertaistettua kuvausta. Tilallisen suunnittelun välineenä mallit ovat siis rinnastettavissa muihin tilan representaatioihin.² Tässä artikkelissa mallilla viitataan kuitenkin erityisesti matemaattisen mallintamisen traditioon. Sovellettaessa matemaattista mallia yhdyskuntasuunnitteluun on tarkoituksena löytää joukko aksioomia, joiden uskotaan vastaavan tutkittavan kohteen havaittuja ominaisuuksia. Mallien keskeisin ominaisuus on kohteena olevan ongelman pelkistäminen sen ymmärtämisen ja ratkaisun kannalta keskeisimpiin osatekijöihinsä. Mallin käytön kannalta on olennaista tunnistaa sen todellisuutta pelkistävä luonne ja isomorfian sopimuksenvaraisuus ja keskittyä mallin tuottaman informaation hyödynnettävyyteen suunnitteluprosessissa.

Suomalaisessa yhdyskuntasuunnittelussa matemaattiset mallit ovat olleet käytössä myös viimeistään 1960-luvun lopulta alkaen. Keskeisimpiä soveltamisalueita yhdyskuntarakenteen mallinnuksessa olivat ja ovat yhä edelleen vankasti systeemi-teoreettiseen viitekehykseen tukeutuvat alat, kuten esimerkiksi liikennesuunnittelu, hydrologia ja ekologia. Olennaisin noin 40 vuoden aikana tapahtunut muutos on, että mallinnusmenetelminä perinteiset optimointiin ja tasapainotilaan perustuvat ennustemallit ovat saaneet rinnalleen systeemien dynaamisia ominaisuuksia ja ennustamattomuutta havainnollistavat simulointimallit³ (vrt. esim. Chadwick 1971; Longley & Batty 1996). Lisäksi kehittyneiden paikkatietojärjestelmien (GIS) yleistymisen seurauksena erilaisia tilallisia vuorovaikutuksia hyödyntävät yhdys-

- ¹ DECOMB-projektin tarkoituksena kehittää suunnittelumenetelmiä ja selvittää eri osapuolien yhteistyöhön ja verkostoitumiseen perustuvan suunnitteluprosessin mahdollisuuksia nopeamman, tehokkaamman ja laadukkaamman kaupunkisuunnittelun takaamiseksi. Tutkimuksen kohteena ovat kaupunkisuunnittelun hankelähtöinen johtaminen (Urban Design Management) ja sen vaikutukset nykyisiin maankäytön suunnittelun käytäntöihin. (<http://www.decomb.net>)
- ² Mallin suhdetta muihin representaation (todellisuuden edustajaksi julkituotu esitys, kuvannos) tapoihin kuvaa ehkä osuvimmin Mr Emergenen tunnetun kompleksisen mallinnuksen pioneerin John H. Hollandin tapa puhua sanoista ja käsitteistä malleina. (ks. esim. Holland 1998)
- ³ Tarkasti ottaen jokaista kohdettaan yksinkertaisempaa mallia voidaan kutsua simulaatiomalliksi (erotuksena emulaatiosta, jossa kompleksisemmalla mallilla imitoidaan yksinkertaisempaa systeemiä). Tekstissä on kuitenkin päädytty simulaatio-termin käyttöön erotuksena jäljempänä empiriaosuudessa selvitettävän yhdyskuntasuunnittelun mallinnuksen perinteisen (jo osittain hämärtyneen) luokitteluperinteen sijaan.

kuntarakenteen mallinnusmenetelmät ovat nousseet keskeiseksi kehitysalueeksi (esim. Maguire *et al.* 2005).

Erilaisia tietotekniikkaan pohjautuvia kompleksisia järjestelmiä kuvaavia malleja on kehitelty laajamittaisesti 1990-luvulta alkaen. Aiemmasta mallinnustraditiosta poiketen niille on yhteistä emergenssinä tunnettu mekanismi. Emergenssi voidaan ymmärtää periaatteena, jonka mukaan alemman tason agenttien välisistä vuorovaikutuksista nousee esiin ylemmällä tarkastelutasolla ilmiöitä, joita ei voida täysin ennakoita tai edes selittää alemman toimijatason sääntöjen perusteella. Emergenteissä ilmiöissä syntynyt kokonaisvaikutus on siis enemmän kuin osiensa summa. Varhaisina yrityksinä ymmärtää hajautetun päätöksenteon kautta emergoivaa kokonaisuutta voidaan pitää John von Neumannin lisääntymistä (*self-replication*) systeemien tasolla käsittelevää työtä, jonka Stanislaw Ulam sittemmin nimesi soluautomaatioksi (*cellular automaton*)⁴. Thomas Schelling on kuvannut sosiaalisten systeemien mikro- ja makrotasojen keskinäistä vuorovaikutuksesta tapahtuvaa itseorganisoitumista klassisessa tutkimuksessaan, joista keskeisimpiä on koottu kirjaan *Micromotives and Macrobehaviour* (Schelling 1978). Tuorempana esimerkkinä mainittakoon toimijapohjaisen mallinnuksen (*agent base modelling, multi-agent systems*) pioneerityö Craig Reynoldsin *boids*-simulaatio vuodelta 1986, jossa hän on havainnollistanut eläinten parvien dynamiikkaa parven yksilöiden lokaaliin päätöksentekoon pohjautuvana itseorganisoituneena⁵ rakenteena.

Soluautomaatin määritelmänä käytetään tavallisesti joukkoa yleisempiä mallien ominaisuuksia. Tällaiset tunnuspiirteet voidaan kiteyttää seuraaviin ominaispiirteisiin:

- säännölliseen jakoon perustuva tila-avaruus (esim. solujen muodostama hila, tesselaatio)
- solujen äärelliset tilat
- muutossääntöjen deterministisyys
- sääntöjen ja solujen homogeenisyys
- sääntöjen lokaalisuus

⁴ Soluautomaatit ovat systeemejä, joiden sisällä ”solujen” välisten paikallisten sääntöjen tuloksena solujen tila-avaruudessa emergoittuu alkutilasta poikkeava järjestys. Solun seuraava tila riippuu vain solun nykyisestä ja sen naapuruston tilasta. Yksinkertaisilla soluautomaateilla tai niistä johdetuilla menetelmillä on mallinnettu mitä erilaisimpia prosesseja DNA:n nukleotidimästen sekvensseistä ihmisen ja tietokonekielen kompleksisuuteen ja kasvin kehityksen monimuotoisiin piirteisiin.

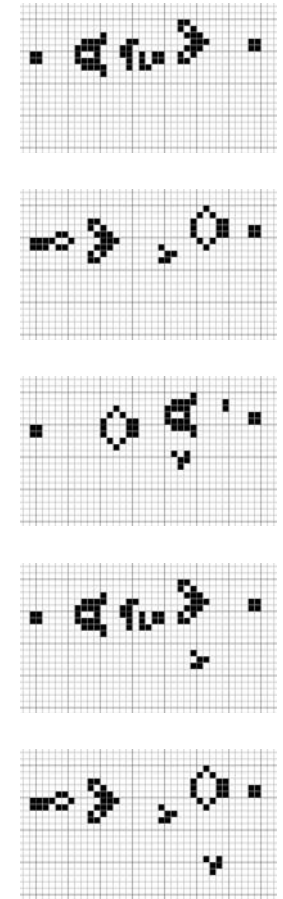
⁵ Itseorganisoitumisella tarkoitetaan ilmiötä, jossa systeemi järjestyy sisäisen rakenteensa lähtökohdista ulkoisista muuttujista riippumatta. Itseorganisoituminen on avoimien, kompleksisten systeemien ominaisuus, samoin kuin epälineaarisuus, epästabilius, fraktaalisuus ja kaoottisuus. Itseorganisoitumisen käsitteistöä on sovellettu kaupunkitutkimuksen lisäksi useilla yksinkertaisten toimijoiden kompleksisia vuorovaikutuksia tutkivien tieteenalojen (esim. lääketieteen, fysiikan, meteorologian, biologian) piirissä.

Verrattaessa näitä periaatteita muihin hajautetun mallinnuksen menetelmiin huomataan, että systeemin dynamiikan kannalta kaikkien edellä mainittujen ehtojen täyttyminen ei ole välttämätöntä, vaan pienin muutoksin voidaan vaivatta nimetä uusia systeemitypologioita. Luopumalla tila-alueen hilarakenteesta voidaan puhua graafi-soluautomaatista (*graph-CA*) (O’Sullivan 2000); vastaavasti mahdollistamalla solujen liike tila-avaruudessa ollaan siirrytty toimijapohjaisen mallinnuksen perustyyppiin, ja niin edelleen. Mallinnustavan sovitaminen mallinnettavan kohteen ominaisuuksiin käy toisin sanoen melko vaivattomasti ja on viime kädessä valittava tapauskohtaisesti.

Ehkä tunnetuin ja itseorganisoitumisen periaatteen helpoimmin havainnollistava esimerkki löytyy John Horton Conwayn kehittämästä *Game of life* -nimellä tunnetusta soluautomaatista (ks. esim. Gardner 1970). Nimestään huolimatta kyseessä ei itseasiassa ole oikeastaan peli, koska siinä ”pelaaja” on paremminkin tarkkailija, jolla ei tosiasiallisesti ole mahdollista vaikuttaa pelin kulkuun prosessin alkutilaa lukuun ottamatta. Conwayn matemaattisten aksioomien simuloima ”elämä” perustuu kaksiulotteisessa tilassa tapahtuvaan solujen keskinäiseen vuorovaikutukseen. Tila-avaruuden soluilla on kaksi mahdollista vaihtoehtoista tilaa: elävä ja kuollut (tai formaalimmin ON/OFF, 1/0 tms.). Aikaa tässä yksinkertaisessa systeemissä vastaa koko tila-avaruuden solujen muutossääntöjen sovelluskerrat. Yhtä tila-avaruuden päivityskertaa kutsutaan sukupolveksi. *Game of lifessa* muutossäännöt ovat seuraavat:

- kuollut solu herää eloon, jos sillä on kolme naapuria
- elävä solu, jolla on vähemmän kuin kaksi naapuria kuolee yksinäisyyteen
- elävä solu, jolla on enemmän kuin kolme naapuria kuolee tungokseen
- muissa tapauksissa solun tila säilyy ennallaan.

Heti keksimisensä jälkeen erityisen mielenkiinnon *life*-soluautomaatiin herätti sen mahdollinen kyky itse-reproduktioon. Tämän ehtona on, että rakenteen synnyttävä mekanismi voi hyödyntää joitain muutossääntöjen piirteitä, mutta muutossäännöt



KUVA 1 Liidokkitykin (*glidergun*; periodi 30) toiminta kuvasarjana 10 sukupolven välein. Tietyn solukonfiguraation keskinäinen vuorovaikutus synnyttää liidokkitykin, joka sille yksilöllisen intervallin välein synnyttää soluavaruudessa etenevän liidokin (*glider*; periodi 4). Liidokkitykki on siis jo toisen asteen ”organismi”, joka tuottaa ensimmäisen asteen liidokeita. Ei liene yllättävää, että myös ”korkeampia organismeja” voidaan löytää, kuten liidokkitykkeitä synnyttävä lisääntyjä (*breeder*) jne.

eivät saa vain passiivisesti kopioida rakennetta. Itsensä uudistamaan kykenevän rakenteen tulee siis hyödyntää siihen varastoitua informaatiota sekä tulkittavina ohjeiden että kopioitavan datan muodossa, ilman aktiivista kopiointisääntöä (Casti 1997). Käytännössä tämä tarkoittaa sellaisten alkutilojen esiintymistä, jotka iteraatiokupolvien kuluessa kopioituvat muualle hilaan ja siten luovat systeemiin uuden rakenteellisen yksikön, jota ei yksittäisestä alkutilanteesta voida tunnistaa.

Käytännön kaupunkisuunnittelun ja arkkitehtuurin parissa myös *Lifen* kaltaisia tietoteknisiä hajautetun mallinnuksen menetelmiä voidaan hyödyntää useissa mittakaavoissa rakennussuunnittelusta aina kokonaisten kaupunkiseutujen tarkasteluun. Näiden analyttisten mallien käytöstä arkkitehtuurissa alkaakin olla kokemusta jo useilta vuosikymmeniltä, vaikka niiden käyttö Suomessa on vielä suhteellisen harvinaista. Varhaisimpia systemaattisia yrityksiä tilallisen ulottuvuuden vaikutuksesta yhdyskuntien kehitykseen voidaan löytää edelleen aktiivisen *Space syntax* -koulukunnan työssä. Ryhmän työssä pyritään kartoittamaan alueiden erityistä luonnetta tilan visuaalisiin ominaisuuksiin perustuvan saavutettavuuden kautta (Hillier & Hanson 1984; Hillier 1996). Heidän työssään tila itsessään nähdään kompleksisena tilallisten vuorovaikutusten järjestelmänä, konfiguraationa, jossa paikalliset ominaisuudet määräytyvät verkoston suhteellisen sijainnin perusteella. Myös dynaamisempia esimerkkejä voidaan löytää viime vuosikymmeniltä. Kaupunkiseudun tilallista kehityspotentiaalia voidaan tehdä näkyviksi esimerkiksi tarkastelemalla millaisia kehityspolkuja erityyppiset tunnistetut prosessit (kuten toimijoissa, väkiluvussa tai yhteyksissä tapahtuvat muutokset) tai sen ohjauksessa käytettävät menetelmät (säädökset, poliittiset ja taloudelliset reunaehdot) kaupunkiseudulle tuottavat.

Arkkitehtuurin piirissä tapahtuvasta tietotekniikkaan pohjautuvasta mallien hyödyntämisestä voidaan erityisesti mainita esimerkkinä hollantilainen *MVRDV*-arkkitehtitoimisto, joka on työstänyt omilla tietoteknisillä sovellutuksillaan ns. konseptuaalisen suunnitteluparadigman puitteissa erilaisia ympäristöolosuhde-tekijöiden rajaamista reunaehdoista nousevia suunnitelmia. Lähestymistapaansa toimisto on kuvannut muun muassa kirjoissaan *FARMAX* ja *KM3* (MVRDV 1998; 2005). Parhaiten nämä arkkitehtisuunnittelun uuden tuulahdukset manifestoituvat toimiston yhdessä *cThrough*⁶ ohjelmistotalon kanssa tuottamissaan tietokoneohjelmissa, kuten *RegionMaker*, *Castlemaker* tai *Climatizer* (MVRDV 2002; 2005).

Kaupungin lähiympäristön mittakaavatasolla on ollut mahdollista luoda simulaatioita tilanmuodostuksen perusteiden ymmärtämiseksi tarkastelemalla kaupunkia esimerkiksi rakennusten ihanteellisen sijoittelun periaatteiden, näkymien, suuntautumisen, tuuli-, tai meluolosuhteiden antamista lähtökohdista (MVRDV

⁶ <http://www.cthrough.nl>

1998; Watanabe 2000). Vastaavasti mallien avulla on tutkittu menestyksekkäästi kaupungin tilan muodostusta ja käyttöä jalankulun ja väkijoukkojen liikkumisperiaatteiden perusteella (Batty 1994). Muodonannon perusteiden kartoituksessa tämän tyyppistä ajattelua on vienyt hyvin pitkälle muun muassa arkkitehti Greg Lynn, jonka luoman tietotekniikkaa voimakkaasti soveltavan suunnittelufilosofian mukaan jopa arkkitehtuurin muodon tulee määräytyä kaikkien suunnittelua ohjauvien muuttujien keskinäisten vuorovaikutussuhteiden lopputulemana jatkuvassa, dynaamisessa prosessissa (Lachovsky & Benzakin 1998).

Myös koko kaupunkirakenteen mittakaavatasolta voidaan löytää vastaavanlaisia esimerkkejä, jossa kollektiivisella tasolla näennäisen järjestäytyneenä näyttäytyvää kokonaishahmoa voidaan kuvata yksinkertaisesti, yksittäisten agenttien välisiin sääntöihin perustuvana vuorovaikutuksena. Juval Portugalin on esittänyt teoksessa *Self-organization and the city* joukon soluautomaatteihin perustuvia malleja. Useat näistä on toteutettu Schellingin pioneerityötä laajentaen ja pohjautuvat väestöryhmien sekoittumis- ja segregoitumisperiaatteiden hahmottamiseen ja väestöryhmien asuinpaikkaansa kohdistaviin subjektiivisiin valintoihin (Portugali 1999; Daffertshofer *et al.* 2001). Kaupunkimuodon kehitystä ja kasvua varten on puolestaan omat menetelmänsä (Batty & Longley 1994; Clarke *et al.* 1997). Hyvin samoista lähtökohdista lähtevää mallinnusta kuin tämän artikkelin mallinnuskokeilu voidaan löytää Makoto Sei Watanaben johtamasta kaupungin tilallista järjestymistä koskevasta *On-demand city* nimisestä tutkielmasta, jossa kaupungin toiminnallisista keskinäissuhteista käsin on tutkittu naapuruston rakentumisen dynamiikkaa (Watanabe 2000).

Kehittyneiden matemaattisten mallien käytössä olennainen tekijä on, että suunnittelijan ennako-oletukset pyritään tekemään näkyviksi mallin toimintaa ohjaavan loogisen sääntöjoukon rajaamisen puitteissa. Kokonaisuus rakentuu puuttumatta yleissuunnitelmalla kaupunkikokonaisuuden lopulliseen hahmoon. Työhypoteesina on, että hajautetun mallinnuksen avulla on mahdollista haarukoida kaupunkisuunnitteluprosessin mahdollisten kehityspolkujen reunaehdoja. Kaupunkisuunnittelussa tämä siis tarkoittaa sitä, että on mahdollista hallita hyvin suurta ja heterogeenista muuttujajoukkoa ja simuloida eri toimijoiden vuorovaikutuksessa esiintyvien muuttujien merkittävyttä.

MALLIN TOIMINTAYMPÄRISTÖ JA DATAN KÄYTTÖ

Yhdyskunnan suunnittelussa käytetyt perinteiset mallien luokittelutavat ovat joutuneet uudelleenarvioinnin kohteeksi, kun paikallisella tasolla tapahtuvaan vuorovaikutukseen perustuvat mikrosimulointimallit ovat tulleet operatiiviseen käyttöön. Loewensteinin (1966) hahmotelma analyttisten mallien typologiaksi näyttää perustuvan karkeisiin ääripäihin, ja käytännössä mallit näyttävät yhä useammin

putoavan jonnekin luokittelujen välimaastoon. Loewensteinin jaotteluperusteet on kuvattavissa ominaispiirteidensä mukaan seuraavasti:

- Lokaali vai globaali (*micro vs. macro*)
- Staattinen vai dynaaminen (*static vs. dynamic*)
- Kuvaileva vai käyttäytymiseen perustuva (*descriptive vs. behaviouralistic*)
- Ennustava vai tavoitteellinen (*predictive vs. prescriptive*)
- Deterministinen vai stokastinen (*deterministic vs. stochastic*)

Kun tätä tai muuta mallien luokittelua tarkastellaan lähemmin, huomataan mallinuksen useimmiten sijoittuvan luokittelun harmaalle välialueelle. Soluautomaatin tapauksessa säännöt ovat paikallisia, mutta kiinnostuksen kohteena on emergoituva kokonaisuus. Säännöt ovat (useimmiten) staattisia, mutta mallin toiminta dynaamista. Edelleen voi väittää niiden kuvailevan käyttäytymisestä syntyvää vuorovaikutusta ja ennustavan mahdollisia kehityspolkuja, joista tapahtuva valinta on ehdottoman tavoitteellista. Kaaosteorian myötä on vihdoinkin ymmärretty, että mallin deterministinen käyttäytyminen voi olla yhtä lailla ennustamatonta kuin stokastisuuteen perustuva, mutta myöskään sattumanvaraisuuden tai kohinan lisääminen malliin ei ole mitenkään tavatonta. Luokittelu mallien osalta muodostuikin usein itsetarkoitukseksi ja itse mallinnuksen kannalta toissijaiseksi.

Tämän artikkelin empirian kannalta hyödyllisempi jaottelu muodostuu ennustemallien yhteydessä käytetystä parista: tutkiva (tunnusteleva) – normatiivinen (*exploratory vs. normative*). Jos tutkivuus ymmärretään mahdollisuuksia ja normatiivisuus tarpeita kartoittavana mallinnusmenetelmänä, niin tässä käytettävä mallinnusmenetelmä painottaa ensimmäisen lähestymistavan kautta avautuvia ”mahdollisia maailmoja”. Luonnollisesti sinänsä yhteiskunnallisten diskurssien ulkopuolella olevat neutraalit matemaattiset aksiomatkaan eivät ole normatiivisten argumenttien ulkopuolella siinä vaiheessa, kun niitä sovelletaan mallinnuksessa. Normatiivista käyttöä tässä mallinnuksessa edustaa voimakkaasti haarautuvien kehityspolkujen joukosta tapahtuvat valinnat sekä itse vuorovaikutussääntöjen periaatteet. Perinteisten yhdyskuntasuunnittelun hyveiden (kuten vaikkapa tarpeellisuus, tehokkuus ja tasa-arvoisuus) sijasta tässä mallinnuksessa on tavoiteltu fyysisestä rakenteesta helpommin tunnistettavia kvaliteetteja kuten moninaisuus, muutosherkkyys, syklisyys jne. Yhtä hyvin valinta olisi voinut olla joku toinen, sillä itse mallin toimintaan tällä valinnalla ei kuitenkaan ole merkitystä.

Tässä artikkelissa esiteltävien mallien tuottamisessa pyrittiin hyödyntämään GIS-ohjelmistoa hajautettuun päätöksentekoon pohjautuvan kaupunkirakenteellisen muutosprosessin kuvantamisvälineenä. Tällöin on voitu luoda asemakaava- ja rakennuslupa-arkiston materiaalia hyväksikäyttäen simulaatioita ja malleja

alueiden mahdollisista kehityspoluista annettujen toiminnallisten ja morfologisten muutossääntöjen puitteissa. Paikalliseen adaptaatioon perustuvan mallin osatekijöiden vuorovaikutuksen voidaan olettaa olevan niin komplisoitua, ettei perinteistä tapaa eri toimijoiden mallintamisesta toisistaan erillään voida pitää tarkoituksenmukaisena osatekijöiden ja -prosessien keskinäisestä vuorovaikutuksesta johtuvien mahdollisten kerrannaisvaikutusten vuoksi. Aineiston tarkkuus mahdollistaa lisäksi yhteiskunnan paikallisella tasolla tapahtuvan erilaistumisen tarkastelun kompleksisen mallinnuksen keinoin.

Alueen toiminnot on jaoteltu väljästi tilavaatimuksiltaan erilaisiin tyyppisiin, joiden väliseen vuorovaikutukseen mallin toiminta perustuu. Toimintotyyppien rajaus vaihtelee kummassakin tutkimuksen kohteena olleessa tapauksessa niiden erilaisista lähtökohdista johtuen. Tarkasteltavassa Vaasan Kasarmialueen tapauksessa on otettu huomioon rakennussuojelullisten seikkojen merkitys toimintojen jaottelussa ja niiden mahdollisessa sijoittumisessa olemassa oleviin, historiallisesti arvokkaisiin kiinteistöihin.

TOIMINTAPERIAATE

Mallin toimintaperiaatteeksi valittiin soluautomaation sovellus, koska tarkasteltavassa kohteessa toiminnat on luonnollista sijoittaa maankäytön suunnittelun perinteiden mukaisesti varsin pysyväisluonteisille, kiinteästi määritellyille rakennuspaikoille. Käytetty malli on luokiteltavissa epäsäännölliseen pinnanjakoon perustuvaksi soluautomaatiksi. Klassisesta soluautomaatista poiketen tila-avaruus ei siinä ole hila, vaan kohdealueen tonttijakoa mukaileva verkosto, jonka osa-alueiden naapureiden lukumäärä ei ole vakio. Näin mallin rakenne pyrkii vastaamaan kiinteistömuodotuksen periaatteiden kautta syntyntä kokonaisrakennetta abstraktia ruutujakoa täsmällisemmin.

Toisaalta vallitseviin kaavoituskäytäntöihin verrattaviin prosesseihin verrattuna malliin on otettu ylimääräisiä vapausasteita. Tällaisena mainittakoon yksittäisen maanpinnan osa-alueen sijoittaminen yhteen ainoaan maankäyttöluokkaan, mikä tuntuu kohtuuttomalta vallitsevan alueiden käytön suunnittelujärjestelmän asetamalta normatiiviselta oletukselta. Lähtöoletuksena käytetty useiden toimintojen mahdollinen sekoittuminen saman alueen sisällä ei sinänsä sulje pois vallitsevaa kaavoituskäytäntöämme, joka olennaisilta osiltaan perustuu alueiden käyttötarkoitukseen, vaan mallilla on luonnollisesti mahdollisuus päätyä yhtä käyttötarkoitusta suosiviin tilanteisiin, jos se alueiden evoluutiossa on annettujen sääntöjen puitteissa suotuisaa.

Mallin toiminta perustuu yksinkertaisiin muutossääntöihin, jotka määrittävät tontilla tapahtuvaa kehitystä. Säännöt määräävät toisaalta sen, miten tontin täyt-

töaste tulee seuraavassa vaiheessa muuttumaan, sekä sen, minkälaisia toimintoja tontille voi naapuruston antamista edellytyksistä syntyä.

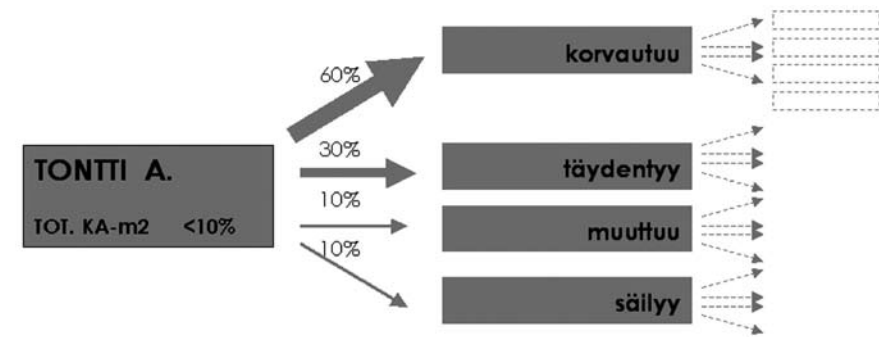
Tontin täyttöasteen määräytymisessä on pidetty lähtökohtana yksikertaisia rakentamistaloudellisia seikkoja, joiden perusteella voidaan olettaa, että tontin täydentyminen, rakennusten korvautuminen, poistuminen tai säilyminen on useimmiten suhteessa rakentamisen kunkin hetkiseen määrään tontilla. Tontin kohtalo seuraavan sukupolven aikana määräytyy annettujen painokertoimien avulla (kuva 2). Tontille sijoittuvat toiminnot määräytyvät siten, että kukin tontti pyrkii adaptoitumaan⁷ naapurustoonsa toimintojensa laadun sekä määrän suhteen. Tontti siis suosii sellaisia toimintoja, joita naapuritonteilla on runsaasti. Todellisessa kaupunkirakenteessa esimerkkejä tällaisesta käyttäytymisestä voisivat olla asunto- ja teollisuusalueet tai kaupan keskittymät, jolloin samankaltaiset toiminnot saavat toistensa läheisyydestä synergiaetua tiettyyn rajaan asti. Painokertoimien avulla säädeltiin kerrosalojen painottumista tonteilla kunkin skenaarion mukaisesti.

Saatujen kokemusten perusteella mallin toimintaa päivitettiin paremmin tarkoitustaan vastaavaksi. Mallin ensimmäisessä versiossa eri painoarvojen vaihtelua hallittiin suoraan annettujen kertoimien avulla, mikä tuotti tiettyä hankaluutta eri iteraatioiden keskinäiselle vertailukelpoisuudelle. Tätä piirrettä kehitettiin mallin hallinnan tehostamiseksi edelleen Vaasan Kasarmialueen kohdalla. Erillisen matriisin avulla naapuruston toivottujen ja ei-toivottujen toimintojen sijoittumista voitiin säädellä hallitummin (kuva 3) Eri muutospolkuja pyrittiin siis ohjaamaan sääntömatriisin kertoimen avulla eri suuntiin sen mukaan, kuinka toivottavana kussakin skenaariossa pidettiin esimerkiksi pienteollisuuden sijoittumista asumisen läheisyyteen, tai asumisen ja palveluiden rinnakkaisuutta.

MALLINNETTAVAT KOHTEET

Mallia on käytetty tutkimuksessa kahdessa hankkeessa mahdollisten muutospolkujen hahmottelussa. Ensimmäinen sijoittuu Tampereen Messukylän teollisuusalueelle, jossa tutkittiin mahdollisuuksia alueen omaehtoiseen muuntumiseen. Kohdealue sijaitsee noin 5 kilometriä kaupungin keskustasta kaupunkirakenteen sisällä. Alueeseen kohdistuu toisaalta voimakkaita ulkopuolisia muutospaineita asumiskäytön suuntaan, toisaalta alueen toimijoiden taholta nykyisen kaltaisen teollisuuskäytön jatkumiseksi. Alueen toiminnoissa voidaan nähdä jonkin verran hajontaa teollisuuteen liittyvien toimintojen suhteen ja vain vähän asumista ja palveluita. Ympäristössä asumista on runsaammin.

⁷ Adaptaatio on luonnossa yleinen ilmiö, jossa olion tai sen osan ominaisuudet pyrkivät sopeutumaan ulkoisiin olosuhteisiin.



KUVA 2
Esimerkki maankäytön muutoksen eri tavoista ja todennäköisyyksistä

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
[0]	1	1	2	4	1	1
[1]	1	4	4	2	1	1
[2]	2	2	6	4	1	2
[3]	2	4	6	10	16	2
[4]	1	1	2	8	12	1
[5]	1	1	2	1	1	1

KUVA 3
Esimerkki eri maankäyttömuotojen(1–5) keskinäistä yhteensopivuutta kuvaavasta matriisista.

Tonttikoot vaihtelevat 60-luvun pienistä korjaamo- ja pienteollisuustonteista valtavan kokoiisiin, hallinnollisesti yhtenäisiin suurontteihin. Näin ollen erääksi mallin toiminnan kannalta olennaiseksi kysymykseksi tuli ratkaista monitoimintaisten, hallinnollisesti yhtenäisten tonttien käsittelytapa riittävän muuntuvuuden ja dynamiikan saavuttamiseksi mallissa. Hallinnollisten tonttien sijaan laskennassa käytettiin pienempiä osakokonaisuuksia, pseudotontteja, jotka kuvasivat toimijoiden keskinäisiä suhteita hallinnollisia aluerajoja osuvammin, ja mahdollistavat

tonttien rakentamattomat välialueet osaksi mallinnettavia kehityskulkuja. Tonttien omistuspohjaan ei mallissa otettu kantaa.

Toisena tapauksena ДЕКОМБ -tutkimuksessa on ollut Vaasan Kasarmialue. Kyseessä oli Vaasan ydinkeskustassa vanhan ruutukaavakaupungin rajojen sisällä vastikään sotilaskäytöstä vapautunut alue. Alueella on runsaasti historiallisesti arvokasta, eri aikoina 1800-luvun lopulta alkaen täydentynyttä rakentamista, sekä tyhjää tonttimaata ja purkukuntoisia, vähempiarvoisia rakennuksia. Kasarmialue on vielä kaupungin hallinnassa, mutta omistuspohja tulee mitä todennäköisimmin muuttumaan. Erilaiset, osin väliaikaisluonteiset toimijat (esim. kirpputorit, varastot), ovat vähitellen sijoittuneet matalan hintatason kiinteistöihin, mutta myös pysyvämmät toimijat ovat löytäneet alueen. Alueelle on alkanut muodostua elävää toimijoiden keskinäisten kehittelyjen mukaisesti järjestynyttä kulttuuria.

Mallin käytön keskenään osittain ristiriitaiset reunaehdot nousivat yhtäältä alueen erittäin keskeisen sijainnin edellyttämästä asumisrakentamisen tarpeesta, toisaalta toiveesta säilyttää syntymässä olevan elävän kaupunkikulttuurin toimintaedellytykset vahingoittamatta samalla kulttuurihistoriallisia arvoja.

TUNNISTETTUJEN KEHITYSPOLKUJEN KUVAUS

Kumpaakin edellä mainittua tapausta varten luotiin kolme erityyppistä skenaariota, joiden pohjalta tuotettiin mallin avulla mahdollisia tulevaisuuden kehityspolkuja.

Messukylän tapauksessa ensimmäinen muutospolku kuvaa tilannetta, jossa teollisuustoiminnat väistyvät antaen tilaa uudelle asuntorakentamiselle sekä vähäisemmässä määrin asumista tukevalle palvelu- ja kaupalliselle toiminnalle. Toisessa skenaariossa lähdettiin oletuksesta, että olemassa oleva toimijakenttä pysyisi lähes ennallaan, jolloin kehityspolku käsitteli alueen kehittymismahdollisuuksia nykyisistä lähtökohdistaan. Kolmannessa vaihtoehdossa tulevaisuuden mahdollisia maailmoja pyrittiin kuvaamaan monitoimintaisen, sekä asumista että työpaikkatoimintoja sallivan kehityksen lähtökohdista.

Vaasan kasarmialueen kohdalla tutkimus toteutettiin kaavaprosessin kuluessa yhteistyössä Vaasan kaupungin kanssa 2005–2006. Testattavat vaihtoehdot kiteytyivät kaupungin eri viranomaistahojen kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Ensimmäisessä vaiheessa haarukoitiin mahdollisuuksia kolmen vaihtoehdon perusteella, joista seuraavassa vaiheessa työstettiin kahta.

Sekä asumiseen että palveluihin ja työpaikkoihin painottuvat ensivaiheen vaihtoehdot poikkesivat Messukylän tapauksesta jo mainittujen historiallisten säilyttämistarpeiden vuoksi, jolloin vapaampi muuntuminen painottui lähinnä alueen tyhjään eteläosaan. Näin ollen kaikki vaihtoehdot muodostuivat jossain määrin monitoimintoisiksi jo lähtökohdista nousevien periaatteiden johdosta.

Toisen vaiheen simulaatioissa tutkittiin edelleen alueen kehittymisen edellytyksiä rankan asuntorakentamisen tai kulttuuripalvelukeskittymän sijoituessa alueelle. Tutkimuksen kuluessa mallin avulla tarkasteltiin sekä sääntöjoukon vaikutusta simulaation kulkuun toimintojen erilaisilla painotuksilla että tilaajan antamien reunaehtojen määrän ja laadun vaikutusta mallin dynamiikkaan. Malli tuotti jokaisessa tapauksessa pääsääntöisesti annettujen ehtojen mukaisesti painotettujen toimintojen valikoiman. Mallin dynamiikan vaihtelussa iteraatioiden aikana oli kuitenkin nähtävissä toimintaperiaatteeseen liittyviä kiinnostavampia seikkoja.

MALLIN KÄYTTÄYTYMINEN

Mallin käyttäytymisessä simulaatioiden aikana näyttäytyi kiintoisalla tavalla eräs itseorganisoitumisen hypoteesia tukeva piirre, jota Stephen Wolfram kuvaa soluautomaattien laadullisessa luokittelussaan (Wolfram 1984, 4–8). Wolfram jakaa soluautomaatit prosessien kehityskulun mukaisesti neljään luokkaan seuraavasti:

Luokka I: Malli vakiintuu staattiseen tilaan

Luokka II: Malli vakiintuu periodiseen sykliin

Luokka III: Malli tuottaa kaoottisia, aperiodisia rakenteita

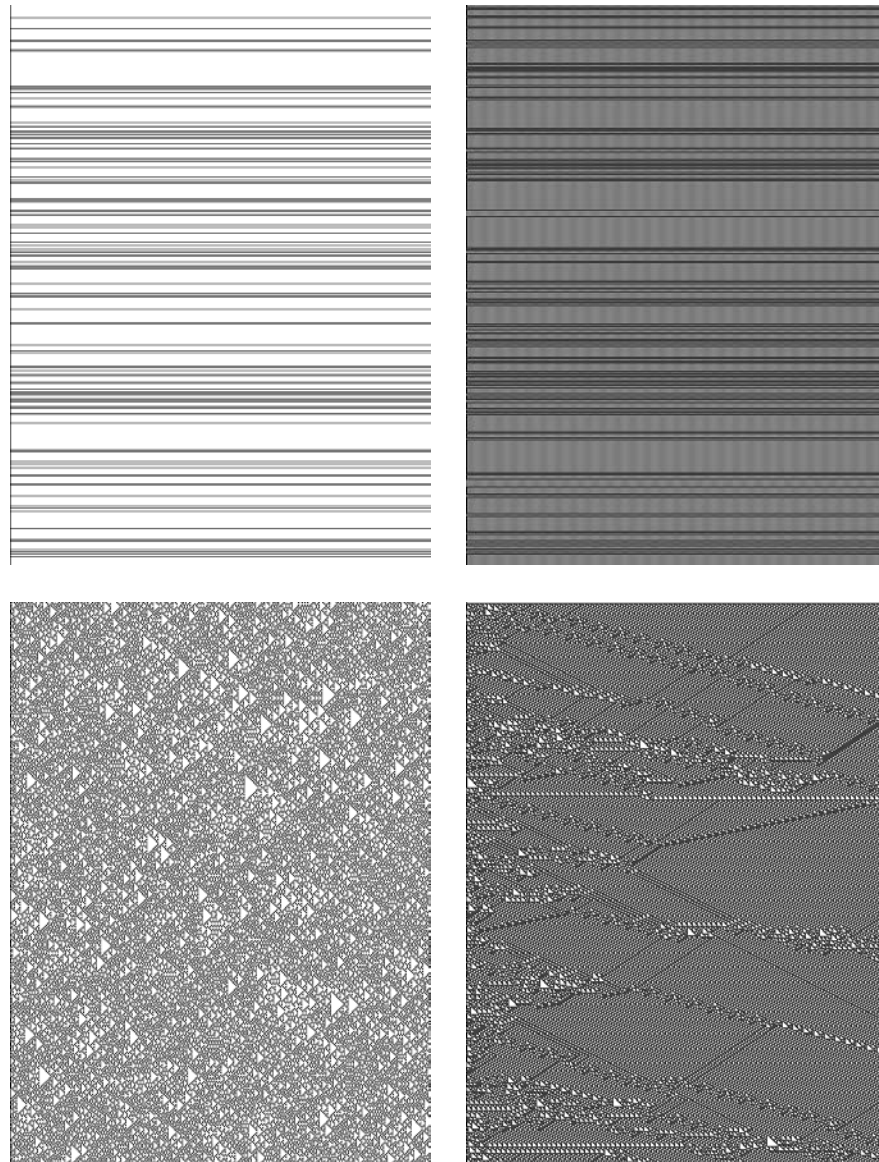
Luokka IV: Malli tuottaa kompleksisia (mahdollisesti hyvinkin pitkäikäisiä) lokaaleja rakenteita

Luokittelu on analoginen yleisesti dynaamisista systeemeistä tunnettujen attraktoreiden⁸ luonteelle. Wolframin luokittelua vastaavat attraktorit ovat: kiintopiste (I), rajasykli (II), outo attraktori (III). Luokka IV:n dynamiikka on näistä monimutkaisin, koska siltä näyttää puuttuvan selkeä rakenne ja sen ilmiöiden esiintyvyys on ilmeisen palautumatonta. Luokkaan IV kuuluvia systeemejä⁹ pidetään varteenotettavana kandidaattina universaaliin laskentaan kykenevästä systeemistä. Wolframin luokittelun numeroinnista huolimatta luokka IV nähdään usein transiiovaiheena järjestyksen (I ja II) ja kaaoksen (III) välillä (Langton 1990). Luokittelu on lisäksi ennen kaikkea emergoituvaa kokonaiskehitystä kuvaileva ja tältä osin esiteltyyn mallitarkasteluun rinnastettava, vaikka ko. luokittelun yksityiskohdissa on vielä joukko ilmeisiä epätarkkuuksia.

Esimerkkikohteissa eri kehityspolut tuottivat selvästi toisistaan poikkeavia tuloksia kuvantaen erityyppisiä tulevaisuudenskenaarioita alueella. Muuntuminen vaihteli voimakkaasti sääntöjoukolle annetuista painotuksista riippuen. Toisinaan annetuilla ehdoilla malli päätyi toistuvasti vakiintuneeseen lopputilaan, joka ei

⁸ Attraktori on systeemin kiintopiste, jota kohti tarkasteltava prosessi hakeutuu.

⁹ Em. Conwayn Game of Life myös kuuluu myös tähän IV luokkaan



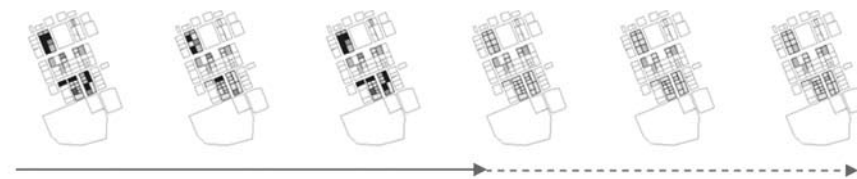
KUVA 4 Luokat I–IV: staattinen, periodinen, kaottinen, kompleksinen

enää muuttunut. Toisinaan taas malli tuotti dynaamisia, eri tavoin vaihtelevia tiloja, joissa muuntuminen oli jatkuvaa. Tuolloin mallin käyttäytymisessä ei ollut havaittavissa merkkejä pysähtymisestä tai vakiintumisesta edes epärealistisen pitkällä iteraatioilla.

MALLIN STABIILIT JA PERIODISET TILAT

Tiettyyn lopputilaan pyrkivillä malleilla voitiin havaita kahdenlaista kehityksen pysähtymiseen johtavaa käyttäytymistä. Alue saattoi tyhjentyä joko joidenkin tai kaikkien toimintojen osalta, tai päätyä tilaan jossa tietty täyttöaste jäi vallitsevaksi. Vaihtoehtoisesti muutamien tonttien osalla toistui sama edestakainen liike kerrosalan arvojen välillä eli tontit jäivät ikään kuin vilkkumaan, jolloin alueen muuntuminen käytännössä pysähtyi. Vaikka mallin muutos oli näennäisen jatkuvaa, tapahtui tämä loputon muuntuminen ainoastaan kahden säännönmukaisen lopputilan välillä. Tällaisten stabiilien tilojen voidaan ajatella kuvaavan mallimaailman tilanteita, joissa alueen toiminnallinen monimuotoisuus ei enää ole riittävä järjestelmän sisäisen emergenssin ylläpitämiseksi. Naapurusto adaptoituu kovin yhdenmukaiseksi eikä ruoki enää toimijoidensa vuorovaikutuksesta tapahtuvaa omaehtoista muuntumista.

Stabiilit tilat ilmaantuivat tyypilliset silloin, kun sääntöjoukkoa rajattiin vain vähän tai ei lainkaan. Samoin tähän lopputilaan päädyttiin tapauksissa, joissa asumista painotettiin tai sen eksponentiaalista kasvua ei pyritty tarkoituksellisesti rajaamaan. Tämä johtui asuntorakentamisen suuresta määrästä tarkastelualueen naapurustossa tonteilla, jotka eivät itse muuntuneet simulaation aikana, mutta hallitsivat naapurustossaan olevien tonttien kehitystä. Esiintynyttä ilmiötä, jossa asuntorakentamisen naapurustolle asettamat reunaehdot rajoittavat tehokkaasti muiden käyttötarkoitusten sijoittumismahdollisuuksia, voidaan pitää mahdollisena vahvana kehityspolkuna myös todellisuudessa. Tätä vahvistaa itse kaavoitusprosessi, jossa asuntopainotteinen vaihtoehto todella osoittautui ylivertaiseksi ja valittiin myös asemakaavan laatimisen pohjaksi.



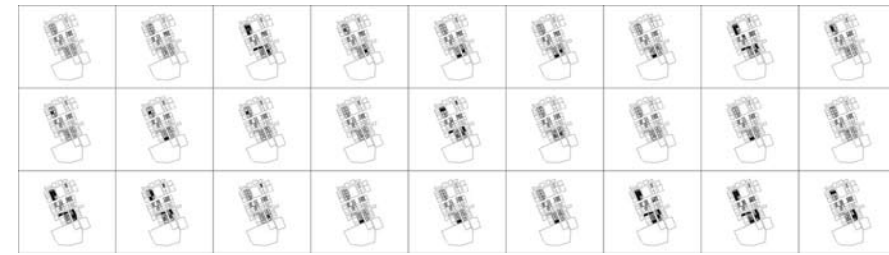
KUVA 5 Mallin stabiili tila (tyhjeneminen).

MALLIN DYNAAMISET TILAT JA KOMPLEKSISTEN KEHITYSPOLKUJEN ILMAANTUMINEN

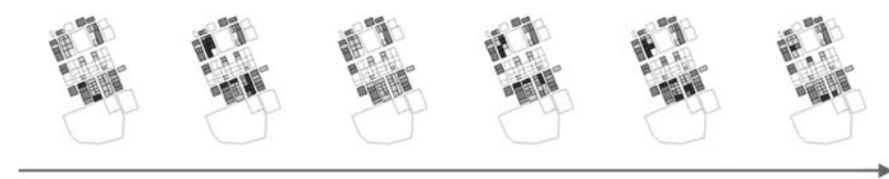
Staattisiin tiloihin päätyvät mallinnukset ovat rinnastettavissa asemakaavoitusprosessiin, jossa virallisella kaavalla pyritään vakiinnuttamaan jokin erityinen suunnittelun lopputilanne. Mallissa tämä on esillä havainnollisesti, kun staattisten kehityspolkujen vakiintuminen estää emergentin muutosprosessin, eikä toimijoiden välinen vuorovaikutus mikrotasolla tuota ylemmällä tarkastelutasolla mitään uutta. Toisaalta dynaamisemman kaupunkikäsitelmän valossa toivottavia kehityskulkuja voisivat olla lopputiltaan avoimiksi jäävät prosessit, eli maankäytön jatkuva muuntuvuus, joka nykyisellään esiintyy esimerkiksi eriasteisina asemakaavan muutos- ja päivitystarpeina.

Edellisiä stabiileja lopputilanteita huomattavasti mielenkiintoisempia olivat ajot, jotka tuottivat dynaamisesti muuntuvia tilojen variaatiota. Näissä systeemi saattoi hakeutua vaihtelevan pituisen alkuvaiheen jälkeen säännönmukaisesti toistuviin jaksoihin, jolloin alueen kokonaiskerrosala vaihteli syklisesti huippujen ja minimien välillä toistumatta kuitenkaan yhdenkään tontin osalla täysin identtisenä. Jaksojen pituudet ja niiden toistumistaajuudet vaihtelivat toimintokohtaisesti ja reagoivat painotusarvojen muutoksiin pääsääntöisesti ennako-odotusten mukaisesti. Kuitenkin jossain tapauksissa käytettäessä tiettyä, erittäin tiukasti rajattua lähtöarvojen joukkoa malli alkoi käyttäytyä odottamattomalla tavalla. Alkuvaiheen jaksollisen periodin jälkeen systeemi hakeutui tilaan, jossa toiminnot alkoivat osin noudattaa toisistaan näennäisen riippumatonta, jaksotonta muuntumista. Kerrosalojen huiput ja minimit vaihtelivat jatkuvasti ennakoimattomalla tavalla ajautumatta mihinkään lopputilaan. Samalla osa toiminnoista noudatti hetken aikaa vaihtelevaa sykliä ajautuakseen jälleen epäsäännölliseen, kaoottiseen tilaan, jolloin jaksojen pituudet vaihtelivat alituisesti. Mallin kuvaamassa kehityksessä oli selvästi havaittavissa ennustamattomia piirteitä. Tämä vain hyvin rajatulla lähtöarvojen joukolla esiintyvä tunnistettavan piirteen ilmaantuminen viittaa erääseen kaoottisissa järjestelmissä tyypilliseen ominaisuuteen – tarkemmin ilmaistuna systeemin herkkään alkuarvoriippuvuuteen, jossa pienikin muutos alkuarvoissa aiheuttaa suuren muutoksen systeemin lopputilassa. Systeemin itseorganisoituvuuden kannalta kiinnostavimpia ovat juuri näiden simulaatioiden kaltaiset systeemit, joissa liikutaan staattisen järjestyksen satunnaisuuden raja-alueella.

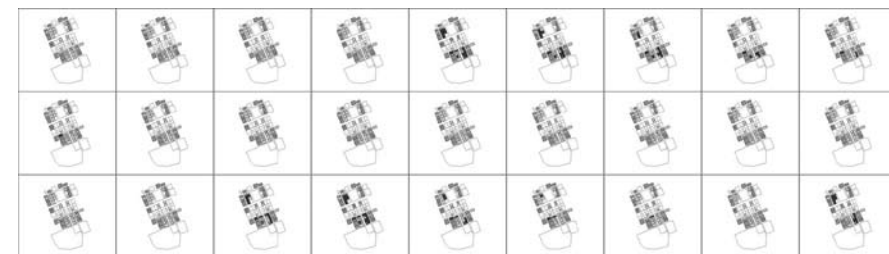
Dynaamisten tilojen esiintyminen mallissa kuvastaa mallimaailman kykyä tuottaa omaehtoisesti uusia ja jatkuvasti muuntuvia rakenteita ilman, että kehitykseen puututaan ylhäältä päin muutoin kuin prosessin paikallisten muutossääntöjen puitteissa. Tämän piirteen voidaan nähdä heijastelevan myös todellisen kaupunkirakenteen käyttäytymistä. Kaupunkirakenteen kyky muuntua ja uudelleengeneroitua paikallisten toimijoiden lähtökohdista näyttäytyy mallin osoittamana deterministisenä,



KUVA 6 Kokoontumistilojen esiintyminen (Luokka II). Tummuusaste kuvaa kerrosalan määrää (tumma väri = enemmän kerrosalaa)



KUVA 7 Mallin dynaaminen tila (kompleksinen muutos).

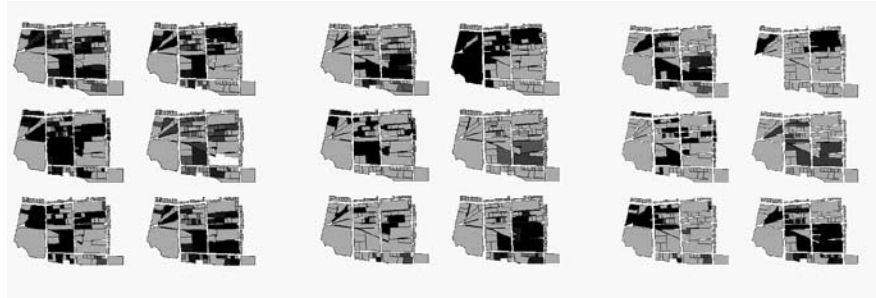


KUVA 8 Asuntokannan kehitys (Luokka IV). Tummuusaste kuvaa kerrosalan määrää (tumma väri = enemmän kerrosalaa)

mutta kuitenkin ennakoimattomana kehityksenä. Nämä esimerkit osoittavat, että tämän kaltaista kaupungin kompleksista muuntumista on mahdollista mallintaa. Mallintamalla voidaan hahmotella tyypillisiä piirteitä kehityskuluille, jotka ovat dynaamisuuksensa mahdollisimman realistisia, ja suunnitella sellaisia yhdyskuntarakenteen toteutumisen reunaehtoja, joiden mahdollistama joustavuus takaa alueille elinvoimaisen tulevaisuuden.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä artikkelissa käsitellyn mallin avulla on tarkasteltu ainoastaan eri toimintojen keskinäisistä sijoittumissuhteista nousevien reunaehto- ja vaikutusta kaupunki-



KUVA 9 Mallinnuksen tuottamia vaihtoehtoisia kehityskulkuja ja niiden visualisointeja (Partanen 2005).

rakenteen muuntumiskykyyn. Mallin toiminnan keskeisin periaate on ollut mallinnettujen tonttien pyrkimys naapurustoonsa adaptoitumiseen. Esimerkit ovat vahvistaneet käsitystä siitä, että samankaltaistuminen ei välttämättä johda alueen täydelliseen yksipuolistumiseen, vaan että riittävä monimuotoisuus ja kehitysdynamiikka on ollut mahdollista tavoittaa paikallisen säätelyn keinoin.

Samankaltaisten toimintojen hakeutuminen toistensa läheisyyteen samoin kuin toimintojen keskinäiset naapuruussuhteet – eli se, mitkä toimijat voivat sijaita toistensa läheisyydessä – perustuvat alemmalla tarkastelutasolla hyvin yksinkertaisiin periaatteisiin. Siitä huolimatta yleisellä, koko systeemin tasolla voidaan nähdä monimuotoista ja ennakoimatonta käyttäytymistä. Tämän voidaan nähdä korreloivan sellaisen todellisen kaupunkikehityksen kanssa, jossa kehittyvää kokonaisuutta ei pyritä hallitsemaan ylhäältä päin. Mallin avulla on siis ollut mahdollista hakea reunaehtoja kehitykselle, joka noudattelee toivotun kaltaista, kaupunkirakenteen mikrotasolta nousevaa emergenttiä dynamiikkaa. Samalla se on toiminut apuvälineenä, jonka avulla on voitu haarukoida niiden tekijöiden määrää, jotka olisi mahdollista jättää avoimeksi jatkuvan muuntuvuuden ja itseorganisoituvuuden takaamiseksi.

Mallin avulla on voitu todeta, että jos toimintojen lähtökohtaisesta sijoittumisesta kokonaisuuden tasolla päätetään kovin sitovasti suunnittelun alkuvaiheessa, tämä rajoittaa voimakkaasti tulevaisuuden dynaamisen kehittymisen mahdollisuuksia. Kokonaisuuden hallinnan tulisi tapahtua enemmänkin sääntöjoukon määrittämisen puitteissa, jolloin kehityksen tietty omaehtoisuus sallittaisiin. Lopputilan avoimeksi jättäminen ei siis johda väistämättä täydelliseen kaaokseen. Toisaalta taas

mallin herkkyys lähtöarvojen vaihtelulle osoittaa sen, että täysin lähtökohdiltaankin avoimen prosessin salliminen johtaa herkästi kehitykseen, jota on mahdotonta ennakoita tai ohjailta. Täysin kaoottinen järjestelmä on eräänlainen epävakaa ja horjuva *laissez-faire* uhkakuva ja siksi vaikeasti tavoitteelliseksi suunnittelutodellisuudeksi ymmärrettävä. Haasteellisinta lienee tunnistaa kehityspiirteet, joiden puitteissa muunnoksen mahdollisuus on hyväksyttävissä ja joka siitä huolimatta tukee pysyvyyttä pysähtyneisyyden sijaan. Käytetty malli tuotti kehityspolkuja, jotka ovat selkeästi tunnistettavissa tällaisiksi staattisen lopputilanteen ja kaoottisen epäjärjestyksen välisiksi kompleksisiksi välitiloiksi.

Malli kykenee luonnollisesti vastaamaan vain tarkoin rajattuun kysymykseen sille määriteltujen sääntöjen puitteissa. Vaikka simulaatiot eivät siis sinänsä tuota luotettavaa tietoa todellisen kaupunkirakenteen käyttäytymisestä, mallimaailman ilmiöiden tarkastelu paljastaa olennaisesti kaupungin kokonaisdynamiikkaan liittyviä, muutoin näkymättömiä piirteitä. Itseorganisoitumisen mahdollistavan hallitun epävarmuuden ennakointi suunnitteluratkaisun valinnassa on mahdollinen ainoastaan mallinnuksen avulla. Muutoin tätä piirrettä joudutaan tarkastelemaan ainoastaan jälkikäteen, kaupunkirakenteen dynaamisuuden tai sen puuttumisen tuloksena. Olennaista olisi kuitenkin pystyä ennakoimaan itseohjautuvuuden astetta toivotun kaltaisen, elävän kaupunkiympäristön saavuttamiseksi.

Edellä esitetyt esimerkit osoittavat, että nämä sääntöjoukot voidaan valita vaihtelevilla kriteereillä, jolloin myös simulaatio vastaa vain sille asetettuihin kysymyksiin. Laatiessaan mallille sääntöjä suunnittelija joutuu siis tekemään myös itselleen näkyviksi lähtöoletukset, joihin malli nojaa. Itse suunnittelun luonne intuitiivisena prosessina ei muutu, mutta analyttisen vaiheen datan käsittely täsmentyy ja tehostuu.

Kuvatun kaltaista mallia voidaan pitää hyvin hyödynnettävänä käytännön suunnittelussa. Simulointi antaa uudentyyppiset mahdollisuudet kommunikointiin hankkeen eri toimijoiden välisiä neuvottelutilanteita varten. Esimerkiksi kaavoittajan, rakennuttajan, eri alojen suunnittelijoiden ja päättäjien asettamien erilaisten kriteerien tuottamia ratkaisuja voidaan tarkastella mallissa ja arvioida reunaehtojen muutosten vaikutuksia mallin toimintaan. Työvälineen kehittelyä eri mittakaavaluokan suunnittelua varten on mahdollista laajentaa asemakaavallisesta tarkastelusta esimerkiksi yleiskaava- ja rakennussuunnittelutasoille. Soluautomaation ja muiden kompleksisten mallinnusmenetelmien geneerisestä luonteesta johtuen muuttujien ja reunaehtojen variointi antaa loputtomasti mahdollisuuksia arvioida hyvinkin erilaisten tekijöiden vaikutusta kaupunkirakenteeseen. Fyysisten olosuhdetekijöiden, poliittisten tai taloudellisten seikkojen, saavutettavuuden tai kollektiiviseen käyttäytymiseen liittyvien säännönmukaisuuksien yhdistely mallissa avaa laajan

kirjon mielenkiintoisia mahdollisuuksia variaatioiden ja vastauksien etsimiseen kaupunkirakenteen dynamiikkaa koskeviin moninaiisiin kysymyksiin.

Simulointitekniikkaan perustuva dynaaminen suunnittelu- ja argumentointiprosessi antaa aiempia metodeja väljemmät ja laajemmat mahdollisuudet kaupungin kiinnostavien ominaisuuksien esiinnostamiseen. Kaupungin kaoottisen, epävarman tulevaisuuden simulointi antaa välineen ”mahdollisten maailmojen”, tulevaisuuden erityyppisten kehityspolkujen kuvantamiseen suunnitteluprosessin kuluessa. Tällöin voidaan aiempaa luotettavammin tuoda skenaarioissa näkyviin eräs kaupungin omaehtoiselle kehitykselle tyypillinen piirre. Aiemman kaupunkisuunnittelun paradigman piirissä kaupunki oletettiin luonteeltaan hierarkkiseksi, jolloin ylemmän tason suunnittelulla oletettiin voitavan hallita kaupunkikehitystä. Nykyisen kaupunkikäsityksen mukaan ei kaupunkia kuitenkaan voida tarkastella tällä tavoin hierarkkisena, vaan nimenomaan alhaalta, toimijoidensa vuorovaikutuksesta päin järjestäytyneenä systeeminä. Tällaisen järjestelmän sisäisten muutosten välisten moninaisten vuorovaikutusten ja takaisinkytkentöjen vuoksi uudet mallintamiskäsitteet mahdollistavat myös sellaisten systeemien tarkastelun, joiden hallinta muilla keinoin olisi käytännössä lähes mahdotonta.

KIRJALLISUUS

- Ascher, François** (2004). *Métapolis: a third modern urban revolution. Changes in urban scale and shape in France*. Teoksessa: Bölling, Lars & Sieverts, Thomas (toim.): *Mitten am Rand. Auf dem Weg von der Vorstadt über die Zwischenstadt zur regionalen Stadtlandschaft. Zwischenstadt Band 1*, 24–37. Verlag Müller + Busmann KG, Wuppertal.
- Batty, Michael & Longley, Paul** (1994). *Fractal Cities*. Academic Press, London.
- Bölling, Lars & Sieverts, Thomas** (toim.) (2004). *Impressum*. Verlag Müller + Busmann KG, Wuppertal.
- Casti, John L.** (1997). *Yllätysten tiede*. Art house, Juva.
- Chadwick, G.** (1971). *A systems view of planning*. Toinen painos. Pergamon, Guildford.
- Clarke, K.C. & Hoppen, S. & Gaydos, L.** (1997). A self-modifying cellular automation model of historical urbanization in the San Francisco Bay area. *Environment and Planning B* 24:2, 247–261.
- Daffertshofer, Andreas & Haken, Herman & Portugali Juval** (2001). Self-organizing settlements. *Environment and Planning B* 28:1, 89–102.
- Gardner, Martin** (1970). The fantastic combinations of John Conway’s New solitaire Game of “life”. *Scientific American* 223:10, 120–123.
- Gleick, James** (1987/1990). *Kaaos*. Art house, Jyväskylä.
- Holland, John H.** (1998). *Emergence – from chaos to order*. Addison Wesley Longman Inc.
- Hillier, Bill & Hanson, J.** (1984). *The social logic of space*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hillier, Bill** (1996). *Space is the machine*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lachovsky, Michèle & Benzakin, Joël** (toim.) (1998). *Gregg Lynn. Folds, bodies & blobs. Collected essays*. Dépôt légal: Bibliothèque Royale de Belgique.
- Langton, C.G.** (1990). Computation at the edge of chaos: phase transitions and emergent computation. *Physica D* 42:1–3, 12–37.
- Loewenstein, L. K.** (1966). On the nature of analytical models. *Urban Studies* 3:2, 112–118.
- Longley, Paul & Batty, Michael** (toim.) (1996). *Spatial Analysis: modelling in GIS environment*. Geoinformation International/Pearson Professional Ltd, Glasgow.
- Maguire, D.J. & Batty, M. & Goodchild, M.F.** (toim.) (2005). *GIS, Spatial analysis, and modelling*. ESRI Press.
- Marcuse, Peter & van Kempen, Ronald** (toim.) (2000). *Globalizing cities – a new spatial order?*. Blackwell, Oxford.
- MVRDV** (1998). *FARMAX – excursion on density*. 010 publishers, Rotterdam.
- MVRDV** (2002). *The regionmaker. RheinRuhrCity*. Hatje Cantz Publishers, Ostfildern-Ruit.
- MVRDV** (2005). *KM3 – Excursions on capacities*. Actar.
- O’Sullivan, D.B.** (2000). *Graph-based cellular automation models of urban spatial processes*. Ph.D thesis. University College London.
- Oswald, Franz & Baccini, Peter** (2003). *Netzstadt – designing the urban*. Birkhäuser, Basel-Boston-Berlin.
- Partanen, Jenni** (2005). *Nekalan teollisuusalueen itseorganisoitumisen malleja*. Diplomityö. Tampereen teknillinen Yliopisto.
- Portugali, Juval** (1999). *Self-organization and the city*. Springer-Verlag, Berlin.
- Sieverts, Thomas** (1997). *Cities without cities*. Spon Press, London.
- Shelling, Thomas C.** (1978). *Micromotives and macrobehaviour*. W.W.Norton & company Ltd, London.
- Watanabe, M.S.** (2000). *Induction Design*. Birkhäuser.
- Wolfram, Stephen** (1984). Universality and complexity in cellular automata. *Physica D* 10:1, 1–35.
- Piirustukset: Rakennuslupa-arkisto, Tampere ja Vaasa.**
Kartat ja asemakaavat: asemakaavoitus, Tampere ja Vaasa.
GIS-aineisto: Tampereen kaupungin ja Vaasan kaupungin paikkatietokanta.