

Systeemiälykäs Pieni Maailma

Timo Ali-Vehmas

Materia muodostuu osistaan, protoneista, elektroneista ja sen sellaisista. Usein unohtuu, että leikissä ovat mukana myös luonnon neljä perusvoimaa, jotka pitävät systeemin kasassa ja vieläpä merkittävästi vaikuttavat sen ominaisuuksiin. Samanlainen rajattu ajattelu toisinaan olettaa, että yksilötason ominaisuudet määräävät ihmisten yhdessä muodostaman kokonaisuuden, ryhmän tai kokonaisen yhteiskunnan ominaisuudet. Millaisista säikeistä oikeastaan meidän todellisuutemme kudos punotaan, miten toimivat meidän keskinäisen vuorovaikutusverkostomme loimet, joiden varassa meidän oma arkisysteemimmeikin toimii. Verkostoteorian viimeaikaisten löydösten valossa verkoston sisäisten yhteyksien, linkkien, keskinäiset suhteet ovat hyvin merkityksellisiä. Mikä erottaa hulluuden viisaudesta, mikä järjestyneen systeemin kaaoksesta. Voisiko se olla keskinäinen vuorovaikutus, oikea linkki, oikeaan aikaan, oikeassa paikassa? Systeemin hahmottaminen ja sen toimintaan vaikuttaminen on aina haaste. Systeemin rakenteen tiedostaminen selkeästi itsenäisenä näkökulmana voi auttaa meitä toimimaan systeemiälykkäämmin.

Verkostot ja Systeemit

Matemaatikot ja filosofit ovat pohtineet verkostojen teoriaa aina 1700-luvulla eläneestä Eulerista alkaen. Viimeisen kymmenen vuoden aikana verkostojen merkitys on noussut tärkeäksi, koska niitä ja niiden monimuotoisuutta on opittu paremmin havaitsemaan. Internetin kasvu ja erityisesti World Wide Web ovat murtautuneet ihmisten tietoisuuteen sekä hyvässä että pahassa. Internet ja WWW ovat eri asioita, mutta arkikielessä ne usein menevät sekaisin. Alunperin Internetillä tarkoitetaan sitä osaa tietoliikenneverkkoa, joka muodostuu fyysisten kaapelien ja radioyhteyksien päälle rakennetusta kytkentäisestä verkosta. Tämän verkon keskeisiä elementtejä ovat mm. reitittimet ja kytkimet ja yleisesti laitteet, jotka voidaan yksilöidä IP-verkon osoitteella. Nämä laitteet ovat useimmiten tietokoneita, jotka keskusteleval toistensa kanssa ja välittävät tietoa verkon läpi.

Insinöörien rakentaman IP-verkon päällä toimii World Wide Web. WWW on Internetiin kytketyillä palvelimilla sijaitsevien dokumenttien, hypertekstilinkkien ja aktiivisten sivujen näkymätön, koko ajan muuttuva ja elävä seitti. Kun WWW:tä on tutkittu, on havaittu verkoston rakenteen vaikuttavan erikoisella tavalla sen ominaisuuksiin. WWW:n tapaan organisoituneita verkostoja on löydetty myös useilta eri alueilta, jopa niin, että voisi ajatella koko luomakunnan verkostoituneen samojen periaatteiden mukaan kuin WWW. Eräs ajatusmalli voisi olla, että

WWW:tä tutkimalla saataisiin vastauksia tai ainakin hyviä hypoteesejä moniin muihinkin ihmisiä askarruttaviin yleisempiin kysymyksiin. Tästä asetelmasta lähtien Albert-Laszlo Barabasi (Barabasi 2002) ryhmineen on tutkinut erilaisia verkostoja Hollywoodin näyttelijöistä aina solun rakennusaineiden vuorovaikutuksiin¹. Verkostojen ominaisuuksien nostaminen merkittäväksi selittäväksi tekijäksi useissa tämän päivän keskeisissä kysymyksissä on suurelta osin juuri hänen ryhmänsä ansiota.

Systeemiajattelu tarkastelee useimmiten toimijoiden ominaisuuksia ja tekoja ja näiden vaikutuksia suhteessa systeemin muihin toimijoihin (Senge 1990). Vähemmälle on jäänyt keskustelu siitä, millainen kenties itsenäinen rooli, on systeemin vuorovaikutusverkostolla ja erityisesti verkoston ominaisuuksilla kuten topologialla. Arkinen kokemus osoittaa, että yksinajattelu, millainen tahansa, on melko hidasta ja vaikeaa. Samoin on asian laita myös isossa joukossa, jossa tunnetusti tyhmyys tiivistyy, eikä suinkaan systeemiajattelu kiteydy. Optimaalinen älykäs systeemi ehkä huomio myös oman rakenteensa, vuorovaikutusverkostonsa mahdollisuudet ja uhkat - systeemiälykkäästi.

Lähdetään siis tutkimusmatkalle verkostojen maailmaan, havainnoimaan vuorovaikutusten vaikutuksia, etsimään alkupisteitä ajattelulle. Etsiminen ja havainnointi saattavat olla yhtä tärkeää kuin löytäminen ja ymmärtäminen. Tavoitteena kuitenkin on, että lopulta kokonaisuus, systeemi paljastuu, näyttäen myös siihen kätkeytyvät vuorovaikutukset.

Verkostojen dynamiikkaa

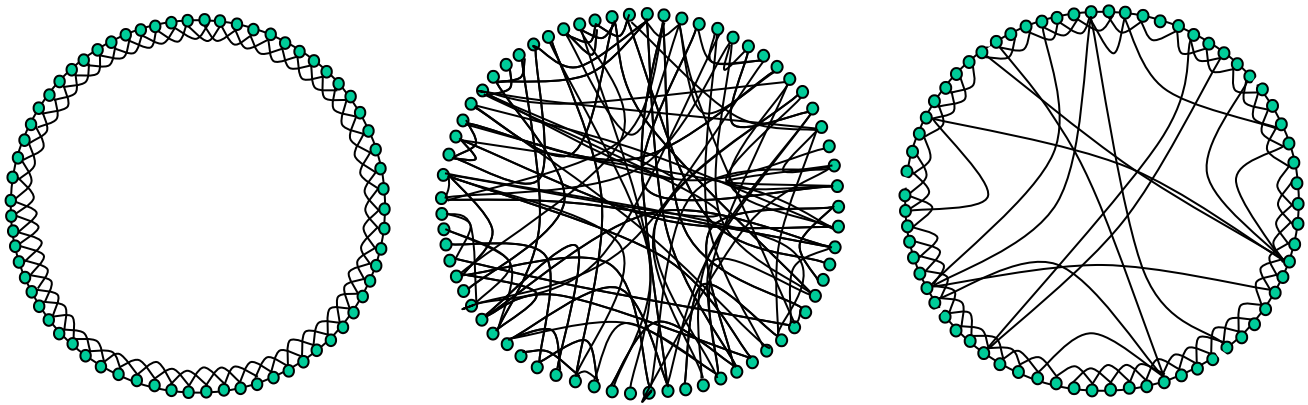
Graafiteoria luokittelee erilaisia verkkoja. Verkot muodostuvat solmuista ja linkeistä. Kytketyissä verkoissa jokainen solmu on kytketty muihin solmuihin vähintään yhdellä linkillä, joka on joko yksi- tai kaksisuuntainen. Verkon luonteeseen vaikuttaa merkittävästi sen solmujen ja linkkien lukumäärä, mutta mielenkiintoinen vaikutus on myös sillä, miten linkit ovat järjestäytyneet, millainen on linkkien suhde solmujen määrään. Linkit voivat olla rakennettuja tietyn hierarkian mukaan, verkko voi olla täysin säännöllinen ja symmetrinen tai verkko voi olla rakentunut täysin satunnaisesti. Verkko voi olla rakentunut myös siten, että se noudattaa niin sanottua *potenssilakia*. Jos verkossa solmujen jakautuma (p) suhteessa linkkien lukumäärään (L) solmua kohden noudattaa lakia

$$p = A \cdot L^{-k} \quad (1)$$

sanotaan verkon olevan *potenssilain* mukainen. Parametrit A ja k vaihtelevat ja määräävät verkon luonteen tarkemmin.

Kun verkot liittyvät toisiinsa, syntyy verkostoja (Ahvenainen 2005). Verkostojen muodostuminen aliverkoista voi myös tapahtua säännöllisesti, satunnaisesti tai esimerkiksi *potenssilakia* noudattaen. Kun verkostoja tarkastellaan tästä näkökulmasta, *potenssilain* mukaisia verkostoja löytyy ympäristöstä itse asiassa hyvin helposti. Tarkastellaan vaikkapa lentokenttien ja niiden välisten lentoyhteyksien verkostoa tai edellä mainittua WWW:tä, molemmissa toteutuu edellä mainittu ehto. Yksi ensimmäisistä *potenssilain* mukaisista sosiaalisen verkoston havainnoista on vuodelta 1967, jolloin professori Stanley Milgram kokeellisesti osoitti, että keskimäärin kaikki ihmiset USA:ssa tuntevat toisensa noin kuuden tuttavuuden, linkin, välityksellä. Huomattiin, että nämä tuttavuussuhteet noudattavat myös *potenssilakia* ja tästä saatiin näille *potenssilaki*-verkostoille toinen nimitys: Pienen Maailman Verkosto ("Small World Network").

¹ <http://www.nd.edu/~alb/>



Kuva 1. Erilaisia verkkoja. Säännöllinen verkko, Satunnainen verkko ja eräs Potenssilain mukainen ”Pienen Maailman” verkko.

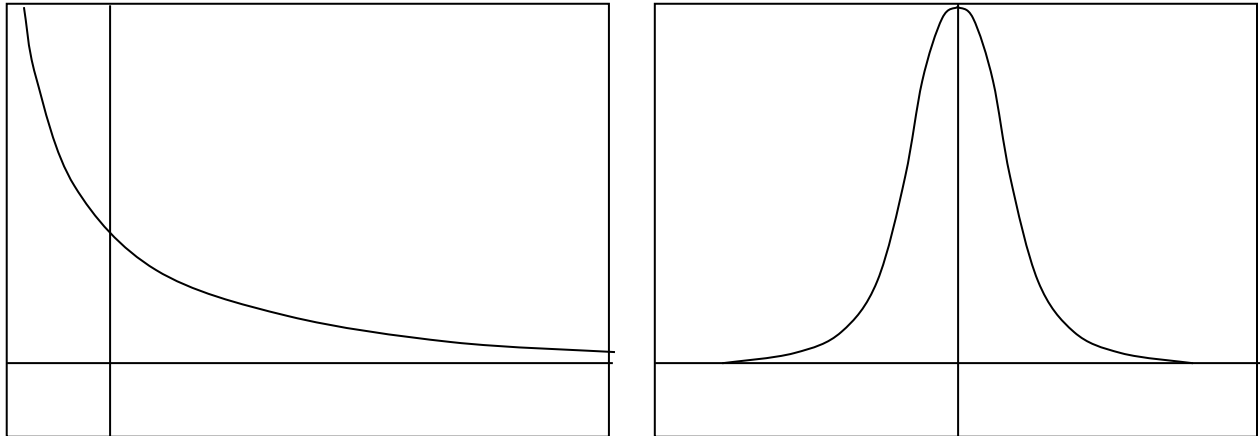
Pienessä Maailmassa solmujen välinen keskimääräinen etäisyys on huomattavan lyhyt eli välittävien linkkien lukumäärä on pieni suhteessa verkon kokoon. Säännöllisessä verkossa solmujen väliset etäisyydet venyvät usein pitkiksi. Tämä on selkeä ero säännöllisen verkon ja Pienen Maailman verkon välillä. Sen sijaan sekä säännölliset verkot, että potenssilain mukaiset verkot ovat voimakkaasti klusteroituneita eli ryvästyneitä - kaikki solmut on vahvasti kytkeytyneitä erityisesti lähimpiin naapureihinsa. Satunnaisesti muodostuneessa verkossa ryvästyminen on harvinaista, vaikka keskimääräiset solmujen väliset etäisyydet ovatkin usein lyhyitä. Potenssilain mukainen verkko on erityinen siksi, että se on samaan aikaan vahvasti ryvästynyt ja sen solmujen väliset keskimääräiset etäisyydet ovat lyhyitä. Pienen Maailman Verkko on vahvasti paikallinen olematta nurkkakuntainen! Tuoreimpia esimerkkejä Pienen Maailman Verkosta tarjoaa tälläkin kertaa Internet. Internetin päällä toimivat ja viime aikoina julkisuutta saaneet vertaisverkot (esimerkiksi KaZaa, Gnutella, Skype ja Freenet) ovat myös Pienen Maailman Verkkoja. (Oram 2001)

*Pienessä
maailmassa
läheisyys on tärkeää
ja pitkätkin
etäisyydet ovat
lyhyitä.*

Systeemiälyn kannalta potenssilakia noudattavan verkon syntymekanismi on tärkeä. Satunnaisuus ei riitä selitykseksi, sillä monissa asioissa luonto käyttäytyy normaalijakautuneesti ja karttaa potenssilakia. Verkostotutkijoiden keskeinen havainto on, että potenssilain mukaisia verkkoja muodostuu, mikäli kolme ehtoa toteutuu:

- Ehto 1:** Verkko kasvaa ja siihen liittyy vapaaehtoisesti yhä uusia solmuja.
- Ehto 2:** Liittyvä solmu tietää verkkoon liittyessään muutamien läheisten solmujen ominaisuuksista ainakin sen, kuinka paljon ne ovat kytkeytyneet.
- Ehto 3:** Liittyvä solmu suosii liittymisessään sellaista solmua, jossa on jo ennestään runsaammin linkkejä.

Tähän yksinkertaiseen säännöstöön on syytä kiinnittää huomiota, perustuuhan myös yksilön vapauteen ja vastuuseen nojaava länsimainen yhteiskunta oikeastaan samalle alustalle, ympäristön ymmärtämiselle ja vapaaehtoiselle valinnalle yhteistyön osapuolista. Potenssilain mukainen verkko muodostuu siis alhaalta ylöspäin, eli viimeksi mukaan tulevat tekevät valinnan miten haluavat kytkeytyä eikä niin, että vanhimmat solmut määräävät kytkennästä. Täydellisen systeemidiktatuurin vallitessa lopputulos voisi tietysti olla sama myös ylhäältä ohjattuna, mutta verkkojen kasvaessa verkostoiksi tämä ei yleensä ole mahdollista. Paraskaan systeemidiktattori ei mitenkään pysty hallitsemaan verkostoa, joka kasvaa rajatta yhä monimutkaisemmaksi (Saarinen et al. 2004).



Kuva 2. Solmujen ja linkkien jakautuma potenssilain mukaan. Solmujen ominaisuudet normaalijakautuneita.

Potenssilain mukaiseen verkostoon syntyy väistämättä vahvasti linkittyneitä solmuja, joskin niiden lukumäärä on hyvin pieni. Tällaista solmua kutsutaan usein navaksi. Suurin osa solmuista jää vaatimattomasti kytkeytyneiksi – muutama linkki lähinaapureihin, siinä kaikki. Potenssilain mukainen kytkeytyneisyys on siis kunkin solmun yksilöllinen ominaisuus. Solmujen muut ominaisuudet ovat tavallisesti normaalijakautuneita. Ihmisistä puhuttaessa normaalijakautuneita yksilöllisiä ominaisuuksia ovat esimerkiksi henkilöiden pituus, paino ja myös henkiset kyvyt, mutta vapaaehtoinen sosiaalinen verkosto on Milgramin mukaan useimmiten potenssilain mukainen.

Luonnossa esiintyvissä verkostoissa kunkin solmun ominaisuudet ovat usein normaalijakautuneita mutta niiden väliset yhteydet potenssilain mukaan jakautuneita.

Pienen maailman verkostot ovat tehokkaista, koska etäisyydet ovat lyhyitä ja tieto liikkuu nopeasti. Niihin syntyy lisäksi redundanssia, joka varmistaa viestien perille pääsyn myös vikatilanteiden ja hetkellisen ylikuormituksen kohdatessa. Potenssilakiverkostoissa satunnaisesti valitun solmun poistaminen ei juurikaan vaikuta verkoston toimintaan. Toisaalta harkittu isku muutamiin napoihin saa tällaisen verkoston nopeasti polvilleen ja lamautumaan.

Potenssilaki-verkosto on mittakaavaton, fraktaali. Mittakaavaton verkosto näyttää samalta riippumatta miltä etäisyydeltä tai millä tarkkuudella verkostoa tarkkaillaan. Linkkien muodostuminen potenssilain mukaisesti saa verkoston käyttäytymään samankaltaisesti kuin mitä tapahtuu muissakin mittakaavattomissa systeemeissä. Kaaosteoria käsittelee komplekseja monimutkaisia ja adaptiivisia systeemejä (Complex Adaptive Systems, CAS) ja onkin kiinnostavaa rinnastaa mittakaavattoman Pienen Maailman verkoston toimintaa CAS systeemien toimintaan.

Komplekseja adaptiivisia systeemeitä näyttävät ohjaavan samankaltaiset lait kuin Pienen Maailman Verkostoja. Jos vuorovaikutuksen määrä on kriittistä raja-arvoa suurempi, systeemi jää epäjärjestyksen tilaan, syntyy torikokous. Kun vuorovaikutuksen piiri on rajoitettu, ”huolella” organisoitu, syntyy rakenne, jossa on paljon keskenään kilpailevia pieniä keskittyymiä. Vain paikalliseksi rajoitettu kytkeytyneisyys ei edistä globaalissa mielessä merkittävien huippujen syntymistä. Kompleksisten järjestelmien mielenkiintoisin olotila on laajasti, rauhallisesti kumpuileva maisema, jossa siirtyminen jouhevasti tilasta toiseen edellyttää juuri sopivan määrän

kytkeytyneisyyttä - ja pieniä perhosen siiveniskuja. Tällainen on kaaoksen rajalla, mutta ei kaaoksessa oleva systeemi. Tällainen on myös potenssilain mukainen verkosto.

Vuorovaikutusverkoston syntyminen organisaatioissa

Systeemiälykkyyttä voidaan tarkastella sen välillisten vaikutusten kautta (Saarinen et al. 2004). Systeemiälykkäästi toimittaessa ympäristö huomioidaan luovasti ja tarkoituksenmukaisesti. Systeemiälyn avulla voidaan rakentaa elinvoimainen järjestelmä, jossa myös elämisen laatu on hyvä. Yritysmaailmasta voi poimia kaksi esimerkkiä erilaisesta, mutta molemmissa tapauksissa kiinnostavasta ja uskoisin systeemiälykkäästä tavasta toimia: Nokia on noussut maailmanlaajuiseen menestykseen viimeisen 15 vuoden aikana. Samaan aikaan toisaalla Cisco Systems on kasvanut yhtä nopeasti saman kokoluokan yritykseksi - mutta hyvin erilaisella tavalla. Molempien yritysten toimintaa on tutkittu laajasti ja niistä on kirjoitettu useita kirjoja ja tutkimuksia. (Esimerkiksi Häikiö 2001, Mäkinen 1995, Ali-Yrkkö et al. 2002, Palmberg et al. 2003 ovat tutkineet Nokian kehittymistä¹ ja roolia² ja mm. Waters 2002 sekä Mayer et al. 2002 ovat paneutuneet Ciscon toimintaan³.)

Tapaus Nokia

Viime vuosikymmenen valtavan murroksen ajanakin Nokian toimintatapa on perustunut ajatukseen, että yrityksen kasvua ei keinoitekoisesti kiihdytetä ostamalla kilpailijoita tai yhteistyökumppaneita. Organisaation sallitaan kasvaa, mutta vain siten, että uusien jäsenten määrä ei ylitä organisaation kykyä integroida heitä olemassa olevaan rakenteeseen. Projekteja muodostetaan ja johdetaan osittain niin, että ihmisten sallitaan itse hakeutuvan mieleisiinsä hankkeisiin ja mieleistensä projektipäälliköiden tiimeihin. Tavallisesti on myös ainakin paikallisesti hyvin tiedossa millaisia projekteja ja organisaatioita on olemassa ja lähiaikoina muodostumassa. Näin tulee luoduksi edellytykset potenssilain mukaiselle verkottumiselle organisaation sisällä. Verkostojen rakentumista virallisen organisaation rinnalla edistetään muillakin keinoilla. Nokiassa toimii useita erikoisen hyvin verkottuneita henkilöitä (Nokia fellow), joiden yhtenä tehtävänä on toimia koko yrityksen yli ulottuvan verkoston napoina tiedonkulun ja mm. kaaosteoriasta tunnetun itse-organisoitumisen edistämiseksi.

*Pienen maailman
syntyminen
edellyttää
avoimuutta ja
rehellisyyttä.*

Työyhteisö kasvaa luonnostaan potenssilain mukaiseksi, pieneksi maailmaksi, missä etäisyydet ovat lyhyitä ja paikallisuus vahvaa. Verkoston rakentumistavasta johtuu myös, että monet sen navat eivät useinkaan löydy virallisesta organisaatiokaaviosta. Tällaisessa verkostossa satunnaisesti valitun yksittäisen henkilön merkitys yrityksen toiminnalle ei yksinään ole kovin kriittinen. Merkittäväksi se voi tulla, jos useat verkoston napamiehet tai -naiset yhtäaikaan alkaisivat toimia vastoin yrityksen tavoitteita tai kokonaan poistuisivat verkostosta.

Koska yrityksen toimintamalli on voimakkaasti orgaaniseen kasvuun nojautuva, satunnaisesti tehdyt yritysten ostot voivat tuottaa ongelmia. Ei ole varauduttu kerralla integroimaan suurta määrää uusia ihmisiä. Heidän vain oletetaan toimivan organisaatiokulttuurin mukaisesti ja itse hakeutuvan oikeisiin projekteihin ja oikeisiin paikkoihin verkostossa. Nämä uudet ihmiset eivät kuitenkaan tavallisesti tunne olemassa olevan organisaation ominaisuuksia ja siten heillä on lähes mahdoton tehtävä rakentaa yhteydet ja löytää oma paikkansa yhteisössä, ainakaan nopeasti.

¹ <http://www.mot.chalmers.se/dept/idy/workshop2003/palmbergmartikainen.pdf>

² http://www.etla.fi/files/633_dp811.pdf

³ <http://brie.berkeley.edu/~briewww/pubs/pubs/wp/wp148.pdf>

Ulkoisesti tarkasteltuna tällaisen yrityksen toiminta voi näyttää kaoottiselta, mutta historian valossa voisi arvella tilanteen olevan kuitenkin jotain muuta. Hierarkkisesta johtamisesta ja konsensuksen vaatimuksesta ei ole haluttu tehdä liian vahvaa. Valitussa toimintamallissa sisään tulvivan tiedon hajonta saa olla suuri, mutta siitä huolimatta heikkojen signaalien erottuminen kohinasta aiheuttaa oikealla hetkellä nopean uudelleen järjestäytymisen, bifurkaation (Salo 2004). Kaaoksen rajalla elävä organisaatio näyttää olevan luomisvoimaltaan optimaalinen. Jälkikäteen tarkasteltuna syntyneitä innovaatioita pidetään suorastaan pieninä ihmeinä. Nokian menestystä viime vuosikymmenen matkapuhelinkasvussa voisikin ajatella sarjana bifurkaatioita, pieniä ihmeitä.

*Orgaaninen kasvu
luo sisäsyntyisen
Pienen Maailman.*

Yksinkertainen ajattelumalli, miten pieni maailma auttaa organisaatiota luovuuteen, voisi olla esimerkiksi seuraavanlainen: Oletetaan, että hierarkkisessa organisaatiossa on vaikkapa kuusi organisaation tasoa. Silloin on yleisesti viiden linkin etäisyys pohjalta huipulle. Oletetaan vielä, että jokainen organisaation taso on periaatteessa innovaatiota ja luovuutta tukeva, mutta arkiset huolet ja vastuut ohjaavat ajattelua siten, että vain 50% todennäköisyydellä idea etenee organisaation seuraavalle tasolle. Viiden linkin jälkeen innovaation todennäköisyys saavuttaa ylin johto on enää vaivaiset 3%. Potenssilain mukaisessa verkossa sama etäisyys voisi hyvinkin olla vain 1 tai korkeintaan 2 linkkiä, jolloin todennäköisyys olisi joko 50% tai ainakin 25%. Ero on huomattava, puhumattakaan tilanteesta, jossa tieto tulisi saada kulkeutumaan tehokkaasti myös muiden organisaatiohaarojen alemmille tasoille. Vertailun vuoksi täysin satunnaisessa verkossa, jossa etäisyydet myös ovat hyvin pieniä, suuri tiedon määrä johtaa kaaokseen, tai toisin sanoen organisaatiomalli ei normaalin operatiivisen toiminnan osalta ole tehokas. Runsaasti syntyviä ideoita ei saada toimiviksi innovaatioiksi. Itse-organisoituva potenssilain mukainen hiljainen organisaatio sallii tiedonkulun ja luovuuden kukoistaa samaan aikaan, kun samoista ihmisistä koostuva virallinen, säännöllinen organisaatio pitää huolen rutiineista.

Yrityksen kasvaessa syntyy uhka, että kompleksinen adaptiivinen verkosto ja systeemi ei enää hahmotu edes yrityksen sisältä päin kasvaneille, puhumattakaan ulkopuolelta tulleille. Aikaisempi innovaatioita synnyttävä vahvuus muuttuu vaikeasti hallittavaksi haamusysteemiksi (Saarinen et. al. 2004, Huurinainen 2005). Perinteisen johtamisen tapa reagoida tällaiseen uhkaan on korostaa virallisen organisaation roolia ja jopa tieteen tahtoen purkaa orgaanisen kasvun aikana syntynyt kaaoksen rajalla toimiva verkosto. Näin rakennetaan rajoitettu kytkeytyneisyys, mikä edistää toki tietyn halutun toiminnan tehokkuutta, mutta samalla sammuttaa luovuuden ja kyvyn vastata ympäröivän maailman nopeaan muuttumiseen ja markkinoiden tai teknologian epäjatkuvuuksiin. Lopulta yksittäisen teknologian elinkaari määrää siihen lukittuneen yrityksen elinkaaren.

Tapaus Cisco

Tilanne Cisco Systemsissä on kehittynyt hyvin erilaisella tavalla. Cison kasvustrategia on nojannut vahvasti yritysostoihin. Cisco on hankkinut omistukseensa ja suoraan ohjaukseensa pienempiä, innovatiivisia, mahdollisesti Cison kanssa jo kilpailevia yrityksiä. Näillä ostetuilla yrityksillä on aina ollut annettavanaan jokin merkittävä uusi teknologia- tai liiketoiminta-idea, joka useimmiten on ollut lähellä Cison perusliiketoimintaa, IP verkon laitteita. Vuosien aikana Cisco on kasvanut merkittävästi kymmenillä menestyksekkäillä yritysostoilla, jotka se on myös onnistunut integroimaan osaksi omaa verkostoaan. Merkittäväksi tekijäksi tässä on muodostunut yritysostojen huolellinen valmisteleminen ja yhdistymisprosessin johtaminen. Prosessin aikana ostettava yritys saatetaan tietoisesti ja laajasti ostavan yrityksen organisaation kanssa kosketuksiin. Tässä vaiheessa ei vielä ole kysymys varsinaisesta operatiivisesta integroinnista vaan tällä tavalla annetaan mahdollisuus uuden yrityksen ihmisille rakentaa elintärkeät linkit etukäteen. Samalla rakentuu myös ymmärrystä sekä ostettavassa että ostavassa yrityksessä siitä,

millaisia ovat paitsi henkilöt myös henkilösuhteet puolin ja toisin. Tällaisen verkostoa koskevan informaation avulla uuden ja vanhan yrityksen yhteistoiminnalle luodaan verkostoteorian mukainen perusta.

Ostettavat yritykset jätetään toimimaan omina yksikköinään, mutta kaikkien keskinäistä verkostoitumista edistetään. Näin vältetään hierarkkisen alihankintaorganisaation ongelmat rikkomatta perinteisiä kilpailustrategian oppeja, mistä hieman lisää tuonnempana. Onnistunut teknologian ja uusien ajatusten omaksuminen pitää yrityksen kilpailukykyisenä ja samalla muutosherkkänä. Erityisesti merkillepantavaa on se, miten Cisco huolehtii ostetuista yrityksistä ja niiden avainhenkilöiden nopeasta kytkeytymisestä osaksi koko yrityksen verkostoa. Tässä verkosto organisoituu automaattisesti – ja luultavasti potenssilain mukaisesti. Cison tapa toimia on yleisesti tiedossa. Näin rohkaistaan jo etukäteen potentiaalisia yrityksiä ja niiden avainhenkilöitä näkemään Cisco mielenkiintoisena isäntäyrityksenä. Tämä käytännössä vastaa yritysten tasolla samaa automaattista hakeutumista mieluisimpien solmujen yhteyteen, mikä edellisessä esimerkissä tapahtui yksilöiden tasolla ja yhden yrityksen sisällä.

*Epäorgaaninen kasvu
voidaan hallita
rakentamalla
tietoisesti ulkoinen
Pieni Maailma.*

Ciscon liittyy myös sellainen mielenkiintoinen näkökulma, että suurin osa sen liiketoimintaa perustuu Internet Protokollaa (IP) käyttäviin laitteisiin ja järjestelmiin. IP on ollut koko ajan yhteinen kieli yrityksen uusien ja vanhojen osien välillä, ja näin on ollut mahdollista säilyttää organisaatiot erillisinä mutta kuitenkin vahvasti yhteensopivina. Tällaisen yhteisen kielen puute estäisi tai ainakin vaikeuttaisi muuten hyvin johdettua yritysten yhteensulautumista. Ainoaksi vaihtoehdoksi ehkä jäisi täydellinen yhdistyminen, siis vahva kytkeytyneisyys. Yhteisen kielen ja kulttuurin puute johtaisi helposti staattisuuteen ja uusiutumiskyvyn menettämiseen. Cisco Systems ei ole onnistunut läheskään yhtä hyvin integroimaan isoja, eri perusteknologiaa käyttäviä yrityksiä, minkä se sai karvaasti huomata mm. Pirelli Optical Networks tapauksen yhteydessä. Tässä tapauksessa Cisco ei noudattanut aikaisempaa kokonaisvaltaista, systeemiälykästä toimintamalliaan.

*Systeemin kantava
ajatus: Syyt pysyä
yhdessä =
vuorovaikutus-
voimat.*

Internet-kuplan puhkeaminen aiheutti ainakin tilapäisen toimintamallin muutoksen Ciscossa myös yritysostojen suhteen. Ne loppuivat lähes täysin vuonna 2001 ja 2002. Nähtäväksi jää, miten tämä tulee vaikuttamaan yrityksen luovuuteen ja uusien innovaatioiden tuottamiseen markkinoille.

Verkostosysteeminen ajattelu

Verkostoituminen on mielenkiintoinen ilmiö sekä teoreettisesti, että havaintojen runsauden vuoksi. Lyhyt vierailu verkostojen parissa on tuonut esille mahdollisuuden, että verkoston rakenne, erityisesti sen linkkien topologia vaikuttaa merkittävästi verkoston ominaisuuksiin. Systeemiajattelussa tarkastellaan perinteisesti subjektien ja heidän objektiensa välistä suhdetta. Systeemin kytkentöjen muodostaman verkoston ominaisuudet huomioon ottava ajattelu, voisiko sitä kutsua verkostosysteemiseksi ajatteluksi, lisää kokonaiskuvaan myös systeemin kytkentöjen muodot ja mahdollisesti ominaisuudet. Verkostosysteemisyyys on itse asiassa palaamista koko idean juurille. Sana ”systeemi” polveutuu kreikankielen sanasta *sunistánai*, joka alkuperäinen merkitys on ”syy pysyä yhdessä”. Kreikkalaisten mielestä systeemin kantava ajatus olisikin sen koossa pitävät voimat, vuorovaikutukset. (Senge et al. 1994, Häkkinen 2004)

Systeemiälykkyyttä pidetään yksilön ominaisuutena, ominaiskäyttäytymisenä. Yksilöt toimivat joko enemmän tai vähemmän systeemiälykkäästi. Ideaalitilanteena pidetään systeemiälykkyyden maksimointia. Jos asiaa tarkastellaan verkoston ja potenssilain kannalta ei ole välttämätöntä – eikä edes tavoiteltavaa, että kaikki solmut ovat vahvasti kytkeytyneitä ja vahvasti osallistuvia vaan optimaalista on, että joukossa on sopiva määrä vahvasti kytkeytyneitä solmuja, mielellään kuitenkin useampia kuin yksi. Systeemiälykkäässä verkostossa saa ja pitääkin olla sekä vahvasti että heikosti kytkeytyneitä solmuja. Kaikkien solmujen on tiedostettava kytkeytyneisyyden määrä muissa lähipiirin solmuissa.

*Systeemiälykäs
verkostoituminen ei
oleta kaikkien
solmujen olevan
napoja.*

Näin avautuu tietoinen ja vapaa valinta omasta linkittymisen asteesta ja tavasta. Vastavuoroisesti solmujen tulee olla avoimia omasta tilanteestaan, jotta muiden on mahdollista ymmärtää lähiverkon tilanne oikein. Tällaisessa verkostossa korostuu jokaisen solmun vastuu omasta roolistaan. Systeemiälykkyys verkoston mielessä on enemmän kuin solmujensa systeemiälykkyyden summa.

Pienen maailman verkosto on mittakaavaton. Toiminta verkostossa on samanlaista tarkastellaanpa sitä yksittäisen solmun lähiympäristössä, aliverkon tasolla tai koko verkoston suhteen. Näin isossa globaalissa verkostossa toimiminen tuntuu yhtä kotoiselta kuin yhteistyö lähinaapurin kanssa. Samalla vanha sanonta saa verkostoteoreettisen näkökulman: Think Globally – Act Locally. Ihmisistä puhuttaessa on lisäksi hyvä huomata, että kukin meistä kuuluu yhtä aikaa useisiin sosiaalisiin verkostoihin, joilla kullakin on oma rakenteensa. Me kukin myös kytkemme omalla käyttäytymisellämme näitä verkostoja yhteen ikään kuin madonreikinä maailmankaikkeuksien välillä. Tällainen kerrosten välinen kytkeytyminen johtaa huomattavan nopeaan tiedonkulkuun erityisesti silloin, kun eritasoiset verkostot ovat keskenään riippumattomia.

Aikaisemmin jo todettiin, että tietoliikenteen verkkomallissa (esimerkiksi OSI) toiminnot jaetaan selkeästi eri kerroksiin. Fyysinen kytkeytyminen erotetaan verkkotason (IP) kytkeytymisestä. Näillä tasoilla toiminta on perinteistä, insinöörien suunnittelemaa kytkeytymistä. IP kerroksen päälle rakentuvat WWW ja vertaisverkot edustavat toiminnallista verkkotasoa, joka noudattaa potenssilakia. Samalla tavoin yrityksen organisaatiossa virallinen hierarkkinen organisaatio edustaa perinteistä ylhäältäpäin johdettua kytkeytymistä, mutta yritysten sisäiset, hiljaisen tiedon potenssilakiverkostot ovat usein tästä virallisesta organisaatiosta erillisiä ja itse-organisoituneita toiminnallisia verkostoja. Lisää esimerkkejä löytyy kirjallisuudesta. Ihmisen hermoston neuroniverkoston rakenne ja tämän rakenteen varassa syntyvä ajattelu näyttävät noudattavan suunnilleen samanlaista kahden tason hierarkkisuutta. (Sporns 2003). Kaikissa mainituissa tapauksissa fyysinen verkosto ja ylempi toiminnallinen verkosto ovat eri asioita. Toiminnallisen verkostoitumisen mittakaavattomuus on hämmästyttävän yleistä. Sattumaako? Systeemiälykkyys ja verkostoteoria kohtaavat mielenkiintoisella tavalla nimenomaan tällä toiminnallisella – ja usein kulttuurien määrittelemällä tasolla.

Fraktaalissa verkostossa

Potenssilain mukainen verkosto on siis mittakaavaton, fraktaali. Edellä mainituissa ilmiöissä on ulkopuolisen kannalta käsittämättömiä, kaaosmaisia piirteitä. Potenssilain mukainen verkosto on samalla tavalla säännöllisen ja satunnaisen verkoston välimaastossa kuin mikä tahansa kompleksi systeemi, joka on kriittisessä tilassa, juuri kaaoksen rajalla. Mittakaavattomassa tilassa hyvin pieni muutos voi saada aikaan merkittävän uudelleen järjestymisen. Näin tarkasteltuna systeemiälykkyys toimii parhaiten verkostossa, joka rakenteensa puolesta toimii kaaoksen rajalla, jossa mittakaavattomuus mahdollistaa yhtäaikaisen kokonaisuuksien hahmottamisen ja yksityiskohtiin paneutumisen, oli sitten kysymys ihmisistä tai asioista. Systeemiälykästä on myös

muuttaa verkoston rakennetta siten, että se kannustaa parempaan toimintaan. Miten tätä voisi soveltaa käytännössä ?

Esimerkkinä verkostoteoriasta kumpuavalle systeemiälykkyydelle – kuten asettumiselle toisen ihmisen asemaan, voisi ajatella vaikkapa koulujen liikuntatunneilla tapahtuvaa oppilaiden jakoa joukkueisiin. Mieleen on jäänyt tapa, jolla joukkueet tavallisesti muodostetaan. Opettaja valitsee kaksi parhainta lajin harrastajaa, jotka vuoron perää huutavat joukkionsa kasaan. Sitoutuminen tällaiseen ryhmään on usein ongelmallista. Entäpä, jos vaihtoehtoinen tapa pohjautuisi itse-organisointumiseen. Verkoston, joukkueen voisi rakentaa niinkin, että valitaan kaksi tai useampi oppilas joukkueiden attraktoreiksi, joiden luo muut oppilaat vuoron perään oman valintansa mukaan saavat siirtyä. Näin syntyvät joukkueet saattaisivat olla merkittävästi erilaisia ryhmädynamiikaltaan kuin perinteisellä tavalla muodostetut joukkueet.

*Systeemiajattelu
tuottaa lisäarvoa
verkostoteoriaan –
Verkostoteoria
systeemiälykkyyteen.*

Voitaisiin mennä myös pidemmälle ja soveltaa samanlaista käytäntöä missä tahansa oppiaineessa. Lisäehtona pitää olla, että ryhmään, jossa on jo vaikkapa kaksi oppilasta enemmän kuin muissa, ei voi mennä, vaan on valittava joku pienempi ryhmä. On pidettävä huoli, että voittaja ei vie kaikkea. Näin nimittäin voi helposti tapahtua täysin vapaassa itse-organisointumisessa. Verkostoteoria ja itse-organisointuminen eivät siis välttämättä toimi aina täydellisesti. Verkostoissa ei myöskään ole moraalia, eikä niillä ole havaittu olevan etiikkaa. Tarvitaan vastapainoa, tarvitaan systeemiälykkyyttä kokonaisvaltaisesti. (Malk 2005)

Alussa mainittujen Internetissä toimivien vertaisverkkojen eräs haaste on hallita ns. vapaamatkustajat. Itse-organisointuvaan verkostoon voi liittyä myös sellaisia solmuja, joiden tarkoitus ei olekaan toimia verkoston hyväksi. Vapaamatkustajien tarkoitus on ensisijaisesti hyötyä vain itse verkoston tarjoamasta hyvinvoinnista antamatta mitään tilalle. Tällaista voi esiintyä myös ihmisten välisissä verkostoissa. Esimerkiksi yrityksen organisaatioissa voi olla ihmisiä, jotka vain keräävät tietoa ja käyttävät sitä itse hyväkseen, ehkä yrityksenkin tavoitteiden mukaisesti, mutta eivät kuitenkaan tuota mitään lisä-arvoa takaisin verkostoon.

Vielä vahingollisempia ovat ns. petturit, joiden ensisijainen tavoite on nimenomaan aiheuttaa vahinkoa verkostolle ja sen muille jäsenille. Erittäin keskeinen huoli on petturin kohoamisessa vahvasti kytkeytyneeksi navaksi. Petturinapa saa aikaan verkoston kääntymisen toimimaan vastoin sen muiden jäsenten etua. Barabasi tuo esille, kuinka HI-virus leviää potenssilakia noudattavassa sosiaalisessa verkostossa. AIDS leviää voimakkaasti, kun muutamat vahvasti verkottuneet tartunnan saaneet solmut levittävät tartuntaa edelleen. Useimmat tavalliset tartunnan saaneet verkoston solmut eivät tartuta edelleen oikeastaan ketään. Ihmisten väliset verkostot muodostavat myös seksuaalisessa kanssakäymisessä Pienen Maailman. Mikäli verkosto-teoriaa haluaisi soveltaa AIDSin torjuntaan, niin aikaisemman perusteella tulisi nimenomaan puuttua verkon napoihin ja hoitaa heidän tartuntansa mahdollisimman tehokkaasti. Tämä olisi epidemian taltuttamisen kannalta tehokkain tapa. Tämä saattaa tuntua moraalisesti väärältä, koska tällä logiikalla, resurssien ollessa rajallisia hoitamatta saattaa jäädä joku toinen, joka on saanut tartunnan esimerkiksi verensiirron kautta ja on siten onnettomuuteensa täysin osaton (Barabasi 2002).

Systeemiälykkyyden kontribuutio verkostoteoriaan voisi siis olla myös siinä, miten toimia verkostoteorian ääri-ilmiöiden suhteen. Verkostoteoria auttaa ymmärtämään kuinka systeemiälykäs toiminta saadaan kohdistettua siten, että se tuottaa tehokkaimmin tuloksia.

*Verkosto-systeeminen
ajattelu johtaa
täsmätoimintaan.*

Vuorovaikutus syntyy sanoista

Verkostosysteeminen älykkyys edellyttää, että käsitteet ovat selkeitä ja ne ymmärretään samalla tavalla koko verkostossa. Joskus kieleen ilmaantuu uusia, usein vierasperäisiä termejä, joiden merkitystä ei vaivauduta tarpeeksi miettimään ennen käyttöä. Vastuu ymmärtämisestä jää kuulijalle. Tämä toisinaan savolaiseksi väitetty tapa johtaa epämääräisyyksiin, koska kuulija kuullessaan uuden termin ilman selityksiä pyrkii muodostamaan siitä oman käsityksensä pelkästään kontekstin mukaan tai jopa vain sanojen soinnin perusteella, onomatopoeettisesti.

Hyvänä esimerkkinä tällaisesta huonosta tavasta organisaatioverkostoihin liittyen olkoon sana ”orkestrointi”. Musiikissakin sana on ongelmallinen, koska suomenkielellä se ymmärretään sanaksi soitinnus. Soitinnuksesta puhuttaessa englantilaisessa ja ranskalaisessa kielenkäytössä tehdään toisinaan ero orkestroinnin ja instrumentoinnin välillä. Tämä ero on tärkeä, sillä jälkimmäinen tarkoittaa tiettyjen soittimien sointivärien ja muiden ominaisuuksien hyödyntämistä, orkestrointi tarkoittaa taiteellista kykyä rytmillä ja ryhmitellä soittimia tiettyjä sointeja varten (Otava 1978). Verkostojen mielessä instrumentointi keskittyy solmujen ominaisuuksiin ja kunkin tehtäviin, mutta orkestrointi on verkoston hallittua rakentamista – ja tarvittaessa myös purkamista. Orkestrointi organisaation osalta tarkoittaa puuttumista organisaation tiedonkulkuun ja sitä kautta sen jäsenten mahdollisuuksiin itse etsiä ratkaisut tavoitteiden saavuttamiseksi. Orkestrointi sanana pelkästään intuition perusteella tuskin antaa tällaisia valmiuksia, ainakaan kovin monille.

*Pinnallinen käsitys
asioista ei johda
systeemi-älykkääseen
toimintaan -
Mittakaavaton
Syvällisyys tarjoaa
Systeemiälykkään
vaihtoehdon Globaalille
Pinnallisuudelle.*

Toinen usein käytetty termi on strategia. On kuitenkin eri asia käsitelläkö sitä yhden yrityksen vain koko verkoston kannalta – puhutaanko siis systeemiälykkäästä strategiasta vai jostain muusta. Perinteisen kilpailustrategian maisema, kuten esimerkiksi Michael Porter (Porter 1980) sen esittää, koostuu viidestä erillisestä tekijästä: yrityksen oma asema suhteessa 1) toimittajiin, 2) asiakkaisiin, 3) perinteisiin ja 4) uusiin kilpailijoihin, 5) korvaaviin ratkaisuihin. Kytäkseen tuottamaan voittoa yrityksen on erikoistumalla (focusing to market niche) ja erilaistumalla (differentiation) erotuttava kilpailijoistaan. Erilaistumista pyritään vahvistamaan estämällä toimittajien ja asiakkaiden kohtaaminen, paitsi yrityksen itsensä ohjauksen mukaisesti.

Tarkastelemalla yrityksen toimittajien, alihankintaverkoston toimintaa, voidaan usein aistia ongelmia globaalissa tehokkuudessa. Menestyvällä yrityksellä halukkaita palveluiden ja komponenttien toimittajia on runsaasti tarjolla. Optimaalisen toiminnan tiellä voi olla ensinnäkin orgaaniseen kasvuun nojaava yrityskulttuuri, jossa ei tarvitse kertoa selvästi mikä on yrityksen organisaatio. Tämä johtaa alihankkijaverkoston hitaaseen muodostumiseen, koska ei ole selvää, mihin solmuun olisi parasta linkittyä. Strategia nähdään tässä vain yrityksen omalta kannalta, ei verkoston kannalta. Erityinen vaara piilee silloin, kun rajoitetaan alihankkijoiden ja yhteistyöyritysten keskinäistä verkottumista. Verkoston luomisvoiman kannalta tämä mahdollisuus olisi ensiarvoisen tärkeää, mutta useimmilla yrityksillä ei ole uskallusta antaa sen tapahtua, koska se on periaatteessa Porterin oppien vastaista.

Strategisessa verkosto-yhteistyössä sen sijaan voisi olla suorastaan tarkoitus, että alihankkija-yritykset verkottuvat mahdollisimman vapaasti ja itsenäisesti myös keskenään perustuen avoimeen tietoon verkoston tilasta. Verkottumisen tulisi tapahtua paitsi hierarkkisesti myös horisontaalisesti ja viime kädessä myös kilpailevien toimijoiden kesken. Tällaista verkottumista on jo havaittavissa esimerkiksi matkapuhelintuotannossa. Alun perin

*Hierarkia on huono
verkosto - Systeemiä
ei voi älykkäästi
johtaa vain yhdestä
nurkasta.*

alihankintaa harjoittaneet yritykset ovat verkottuneet uudella tavalla ja viime aikoina ne ovat omilla tuotemerkeillään haastaneet alkuperäisten napa-yritysten aseman markkinoilla. Porterin ennustusten mukaan kilpailutilanne on kiristynyt, mutta toisaalta verkoston kyky toimittaa myös kysynnän vaihdellessa tai muun epävarmuuden kohdatessa on huomattavan kestäväällä pohjalla. Tämä vuorostaan lisää operaattoreiden ja erityisesti kuluttajien luottamusta teknologiaan, mikä lopulta saa kokonaismarkkinan kasvamaan.

Julkisella puolella ei pitäisi olla tarvetta rajoittaa kilpailua alihankkijaverkoston kanssa, mistä Porter on - ainakin osittain aiheellisesti - huolissaan kaupallisten yritysten suhteen. Uusi verkosto-ajattelu tai verkostosysteeminen älykäs toiminta voisi olla luontevin malli, joka toisi uuden sävyn keskusteluun julkisen hallinnon teettämästä alihankinnasta, perinteisten tehtävien ulkoistamisesta ja erityisesti innovaatioiden syntymisestä julkisessa taloudessa.

Verkoston arvonmuodostus

Verkoston luomaa lisäarvoa (network externality) on tutkittu paljon ja hartaasti. Ensimmäisenä verkon arvon riippuvuuden solmujen määrästä havaitsi David Sarnoff tutkiessaan yleisradiolähetysten merkitystä yhteiskunnassa. Hän havaitsi, että verkon arvo on lineaarisessa suhteessa vastaanottajien määrään. Seuraavaksi laajemman huomion kohteeksi tuli Robert Metcalfen näkemys, jonka mukaan satunnaisesti kytkeytyneen verkon arvo on suhteessa solmujen määrän toiseen potenssiin. Viime aikoina mm. David Reed on tutkinut ryhmänmuodostusta verkostoissa. Hän on havainnut verkoston arvon kehittyvän lisäksi eksponentiaalisesti suhteessa verkostossa toimivien erillisten ryhmien, verkkojen määrään¹.

Voisiko kenties olla kuitenkin niin, että verkoston arvonmuodostuksen voisi ilmaista yksinkertaisemmin tarkastelemalla tarkemmin verkoston kytkeytyneisyyden luonnetta ja määrää. Vahvasti ryvästyneelle verkostolle, jossa on myös lyhyt keskimääräinen etäisyys, löytyisi näin uusi arvonmuodostuksen laskentamalli. Verkoston arvo ei olisikaan suhteessa sen kykyyn pelkästään kytkeä, vaan siihen, millainen sosiaalinen verkosto sen varassa oikeasti toimii. Fyysinen verkko ilman sen päällä toimivaa sosiaalista verkostoa olisi arvoton. Malli ehkä toimii vasta, kun verkoston koko on riittävän suuri, jolloin perinteiset mallit eivät sitä enää pysty käsittelemään. Maailman koko ajan pienentyessä, globalisoituessa, ja samalla monimutkaistuessa siirrytään yhä useammin alueille, joita perinteisillä malleilla on vaikea hallita tai edes ymmärtää.

Ihmisten muodostaman verkoston arvoa mitataan usein tuottavuudella. Hierarkkisessa verkostossa tämä ilmiselvästi johtaa saman asian tekemiseen yhä tehokkaammin ja tehokkaammin niin, että tehokkuus puristetaan verkostossa pyristelevien ihmisten selkänahasta. Tuottavuuden nousun tulisi tapahtua myös bifurkaatioiden, verkoston itse-organisoidumisen aiheuttaminen tilasiirtyminen avulla. Näin ainaisen tehostamisen sijasta tai ainakin vaihtoehtoisesti sen rinnalla merkittävä parannus syntyisi toiminnan radikaalista ja pysyvästä muutoksesta. Verkostossa olevan erimielisyyden määrä heikoista signaaleista liiketoimintaympäristössä olisi mielenkiintoinen ehdokas ennustamaan oikeaa ajoitusta bifurkaatiolle².

Verkoston arvoa on muutenkin yhä vaikeampi mitata. Esimerkiksi vertaisverkkojen arvo ei välttämättä ole missään suhteessa alla olevan Internet-verkon arvoon. Vertaisverkoissa siirretään tietoa ja sisältöä, jossa arvonmuodostus on lopullisesti irrotettu fyysisestä tietoliikenneverkosta. Vertaisverkossa talkoohenki korvaa rahatalouden, kuten Risto Linturi ennustaa yleisemmälläkin

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Reed's_law

² <http://www.zeislerassociates.com/WeakSignalsFuturist.pdf>

tasolla tapahtuvan (Linturi 2004). Itse-organisoinut toiminta on nimensä mukaisesti autonomista, toimintaa ilman ulkoista pakkoa. Työtä tehdään tuhmailevan innostuneesti verkoston ja sen jäsenten eduksi.

Vertaisverkkojen kilpailukykyyn näyttää vaikuttavan se, miten hyvin niihin talletettu tieto on löydettävissä eli siitä, millainen navigaatiokyvykyys vertaisverkossa on. Verkostoteoriassa ajatellaan, että navigaatio on solmujen paikallinen ominaisuus. Toisin sanoen solmussa oleva älykyys voi oppia aikaisemmasta toiminnasta päättelämään tulevaa toimintaa, siis mistä linkistä tavallisesti minkälainen tieto löytyy. Tämän lisäksi solmu voi päätellä jotain linkkien sille näkyvistä paikallisista ominaisuuksista, kuten vasteiden viiveistä.

*Verkoston arvo riippuu
siihen kätkeytyvästä
luomisvoimasta - Verkon
rakenteesta huolehtiminen
on systeemiälykäästä.*

Keskeistä verkostoituneessa yhteistyössä on, että löytyy useita voimakeskittymiä, ei vain yhtä, ja että verkoston solmut voivat vapaasti kytkeytyä paitsi hierarkkisesti myös horisontaalisesti. Verkottumisen vaikutuksia tietoliikenneteollisuudessa voi seurata myös standardointiryhmien toiminnassa. Moninapainen ja hyvin kompleksi sekä adaptiivinen verkosto syntyy, kun alun perin erilliset yhden alueen ryhmät löytävät toisensa globaalien matkapuhelinverkon ja sen palveluiden kehittämiseksi. Tämä verkottuminen on ja sen pitääkin olla vapaaehtoisuuteen perustuvaa. Tulevaisuudessa nähdään kuinka 3GPP, 3GPP2, OMA ja IETF ja muut verkoston navat ja pienemmät solmut suoriutuvat tehtävästään. Käytännön verkottumisen malli periaatteessa ennustaa, että tuloksia syntyy. Toiminnan mittakaavattomuus saa sen näyttämään ulkopuoliselle jälleen kerran kaaokselta. Käytännöllinen haaste standardoinnissa tänään on itse asiassa tiedonkulun vapaus koskien verkoston rakennetta. Ellei ole tietoa kuka tekee missäkin ryhmässä mitä ja kenen kanssa, ei uusilla yhteistyöhön mukaan tulevilla tekijöillä ole mahdollista löytää oikeaa linkkiä. Sitä joka suunnasta etsittäessä syntyy oikea kaaos. Myös liian suuri määrä vapaamatkustajia, jotka eivät tuota lisäarvoa verkostolle tai petturit avainpaikoilla, voivat yhtä hyvin lamauttaa verkoston toiminnan.

Lopuksi on vielä syytä todeta, että tässä tarkastelussa on tähän asti ajateltu solmujen olevan joko täysin samanlaisia tai ominaisuuksiltaan korkeintaan normaalijakautuneita. Mitä tapahtuisikaan, jos solmut – me itse, voisimme tämän kaiken verkoston rakenteesta piilevien mahdollisuuksien lisäksi edes hetkeksi murtaa myös normaalijakauman aiheuttamat kahleet. Se on hyvä aihe seuraavalle pohdinnalle.

Vasara ja nauloja

Verkostosysteeminen ajattelu ja siihen pohjautuva älykäs toiminta on kiehtova malli. Se tuntuu eräältä mahdolliselta tavalta koota yhteen holistisesti verkoston rakenteesta johtuvat tekijät ja siten selittää ilmiöitä, joita olemme voineet havaita, mutta joiden ilmaantumista, emergenssiä on ollut vaikea ymmärtää.

On kuitenkin syytä olla varovainen liian nopeista johtopäätöksistä. Ensinnäkin reaali maailman ilmiöt harvoin ovat kauttaaltaan potenssilain mukaisia, vaan niillä on jonkinlainen toiminta-alue, jonka puitteissa näin ehkä on, mutta jonka ulkopuolella mittakaavattomuus ei päde. Kuinka merkittävä tämä raja on? Minkä tasoinen potenssilain noudattaminen on riittävää. Luonnon muovaamisissa verkostoissa on usein

*Maailmanlaajuinen
tietoliikenne-
standardointi –
Talkoot Fraktaalissa
Verkostossa.*

jonkinlainen katkaisukohta, jonka jälkeen jakauma ei ole enää potenssilain mukainen (Sole et al. 2002).

Analogiat ja metaforat ovat myös helposti harhaanjohtavia. Niiden tulkinta on riippuvainen vastaanottajan viitekehyksestä. Menemättä syvemmälle on varmasti syytä todeta, että se mikä toimii tietokoneilla ja tietoverkoilla ei kuitenkaan välttämättä toimi ihmisillä. Mutta toisaalta, voisiko ehkä käydäkin päinvastoin? Millä edellytyksillä olisi mahdollista, että vertaisverkkojen metafyyminen implementaatiomalli ja lähestulkoon rajoittamaton kyberdiversiteetti voisivat tuottaa itse-organisoidumisen avulla uuden ei-biologisen tietoisuuden.

Lopuksi voisikin kysyä, olisi sellaisella verkostoajattelulla arvoa, missä kaiken muun hyvän lisäksi systeemiälykkyyden vaikutuksesta välttyttäisiin myös kohtalokkailta ylilyönneiltä. Usein on niin, että tutkittaessa mitä tahansa asiaa intohimoisesti yhdeltä näkökulmalta, alkaa koko maailma hahmottua tästä pienestä reiästä käsin ja lopulta käy kuten hienon vasaran valmistujaislahjaksi saaneelle, että kaikki alkaa näyttämään naualta. Tässä siis ainakin tarvitaan systeemiajattelua ja -älykkyyttä tunnistamaan ja erottamaan naula ruuvista, ja mielellään myös omasta päästä.

Systeemiälykäs Pieni Maailma

Verkostojen parempi ymmärtäminen auttaa maailmassa, missä yhä monimutkaisemmat, yhä nopeampaa vaste-aikaa vaativat ilmiöt ovat arkipäivää. Systeemiajattelu korostaa kaikkien mahdollisten osapuolien huomioimista, mutta monimutkaisuuden ja myös ongelmien moniulotteisuuden ja osapuolien monilukuisuuden vuoksi tilanne voi käydä kestäättömäksi. Yhtäaikainen kokonaisuuksien ja yksityiskohtien tarkastelu on tarpeen, mutta hyvin laajassa verkostossa tämä on mahdotonta. Verkostoteoria auttaa käsittelemään tällaisia systeemeitä älykkäästi.

Arkielämässä usein asioiden tärkeysjärjestys syntyy intuition avulla. Ihminen on sosiaalisen kehittymisensä myötä oppinut toimimaan tehokkaasti, älykkäästi pienessä yhteisössä ja uskallus intuition varaan heittäytymiseen globaalissa sekavassa maailmassa ei aina riitä. Verkostoteorian tarjoama mittakaavaton, fraktaali ajattelu antaa uskoa ja mahdollisuuden laajentaa pienessä yhteisössä toimiviksi havaitut ajatus- ja toimintamallit relevantiksi vaihtoehdoksi myös meidän yhteisessä globaalissa potenssilain mukaisessa Systeemiälykkäässä Pienessä Maailmassa.

Viitteet

Ahvenainen Sakari. 2005. Keskusteluja IPATE:n verkostojohdamisen seminaarin valmisteluiden yhteydessä 3.2.2005, Tekniska. Helsinki.

Ali-Yrkkö Jyrki ja Hermans Raine. 2002. *Nokia in the Finnish Innovation system*. Discussion paper 811. Helsinki, ETLA Elinkeinoelämän tutkimuslaitos.

Barabasi Albert-Laszlo. 2002. *Linkit, Verkostojen uusi teoria* (suomentanut Kimmo Pietiläinen englanninkielisestä alkuteoksesta: *Linked. The New Science of Networks*) Helsinki, Terra Cognita.

Häikiö Martti. 2001. *Nokia Oyj:n Historia*. Helsinki, Edita Oyj.

Huurinainen Petru. 2005. *Kohti systeemiälykäs työtä*, Teoksessa: Systeemiäly 2005, Raimo P. Hämäläinen and Esa Saarinen (toim.), Systems Analysis Laboratory Research Reports, B25, 2005.

- Häkkinen Kaisa. 2004. *Nykysuomen etymologinen sanakirja*, Juva, WSOY.
- Malk Markus. 2005. *Systeemiäly, moraali ja oikeudenmukaisuus*, Teoksessa: Systeemiäly 2005, Raimo P. Hämäläinen and Esa Saarinen (toim.), Systems Analysis Laboratory Research Reports, B25, 2005.
- Mäkinen Marco. 1995. *Nokia Saga*, Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino.
- Mayer David and Kenney Martin F. 2002. *Economic Action Does Not Take Place in a Vacuum: Understanding Cisco's Acquisition and Development Strategy*, BRIE Working Paper 148.
- Oram Andy (eds). 2001. *Peer-to-Peer, Harnessing the Benefits of a Disruptive Technology*, Sebastopol, O'Reilly & Associates Inc.
- Palmberg Christopher and Martikainen Olli. 2003. *Overcoming a technological discontinuity – The case of the Finnish telecom industry and the GSM* Innovations and Entrepreneurship in Biotech/ Pharmaceuticals and IT/ Telecom' Workshop at School of Technology Management & Economics, Chalmers University of Technology, May 19-20, 2003.
- Otavan Iso musiikkitietosanakirja. 1978. Kustannusyhtiö Otava
- Porter Michael. 1980. *Competitive Strategy, Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, New York, The Free Press.
- Saarinen Esa and Hämäläinen Raimo P. 2004. *Systems Intelligence: Connecting Engineering Thinking with Human Sensitivity*, in Systems Intelligence, Discovering a Hidden Competence in Human Action and Organisational Life, R. P. Hämäläinen ja E. Saarinen (toim.), Systems Analysis Laboratory Research Reports, A88, 2004, pp. 9-37.
- Saarinen Esa, Hämäläinen Raimo P. ja Handolin Ville-Valtteri. 2004. *Systeemiäly vastaan systeemidiktatuuri – 50 kiteytystä*, teoksessa Systeemiäly, Näkökulmia vuorovaikutukseen ja kokonaisuuksien hallintaan, R. P. Hämäläinen ja E. Saarinen (toim.), Systems Analysis Laboratory Research Reports, B24, 2004, ss. 7-20
- Senge Peter. 1990. *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, New York, Doubleday Currency.
- Senge Peter, Kleiner Art, Roberts Charlotte, Ross Richard and Smith Bryan. 1994. *The Fifth Discipline Fieldbook. Strategies and tools for building a Learning Organization*. London, Nicholas Brealey Publishing.
- Sporns Olof. 2003. *Network Analysis, Complexity and Brain Functions*, Complexity, Wiley Periodicals Inc, Vol 8, No 1.
- Sole Richard, Cancho Ramon Ferrer, Valverde Sergi and Montoya Jose M. 2002. *Selection, Tinkering and Emergence in Complex Networks*. Complexity, Wiley Periodicals Inc. Vol 8, No 1.
- Waters John K. 2002. *John Chambers and the Cisco Way. Navigating through Volatility* New York. John Wiley and Sons.

Internet viitteet

- Linturi Risto. 2004. *Miten syynnytän radikaaleja innovaatioita*, Innovaatiot ja systeemiäly-seminaari, 29.11.2004, Dipoli, Espoo: <http://www.sal20.hut.fi/seminaari>

Salo Ahti. 2004. *Ennakoiva Innovointi ja heikot signaalit*, Innovaatiot ja systeemiäly-seminaari, 29.11.2004, Dipoli, Espoo: <http://www.sal20.hut.fi/seminaari>

Systeemiälyn tutkijaryhmä. 20.1.2005 .<http://www.systemsintelligence.hut.fi>

Kirjoittaja

Tarve ajatusten uudistamiseen ja halu elinikäiseen oppimiseen ylittivät vanhan vastenmielisyyden luennoilla istumista kohtaan. Uomakipitys tietoliikenneteollisuudessa on hetkeksi vaihtunut seikkailuun vaihtelevien ajatusten virrassa ja sen sivupuroissa. Kokemukset GSM systeemin luomistuskasta ja siitä seuranneesta ainutkertaisesta noususta auttavat navigoimaan mutta myös sietämään ajoittaisia pohjakosketuksia uudessakin ympäristössä. Timo Ali-Vehmas harrastaa jatko-opintoja Teknillisessä Korkeakoulussa, jossa majakkana loistaa Mobile Internet Verkkoliiketoiminnan sumuisella merellä. Mahdollisuuksien mukaan hän myös seilailee saaristomerellä tai laajentaa horisonttia osallistumalla tekniikan akateemiseen, aatteelliseen toimintaan.