

Esseitä verkostojen ja sosiaalisten suhteiden taloustieteestä¹

Pekka Sääskilahti
KTT, Kehityspäällikkö
Nokia Corporation

1 Sosiaalisilla verkostoilla on väliä

Ihminen on laumaeläin, jolle sosiaalinen kanssakäynti on tärkeää. Ei siis ihme, että juuri niillä viime vuosien teknologisilla innovaatioilla, kuten PC:llä, matkapuhelimella tai Internetillä, jotka mahdollistavat yhä rikkaamman sosiaalisen kanssakäymisen, on ollut myös suurin muutosvaikutus ihmisten elämään. Koska sosiaalinen kanssakäynti on enenevässä määrin teknologisten innovaatioiden avustamaa, yhä useammat ihmisten kulutuspäätöksistä riippuvat siitä, mitä heidän perheensä, ystävänsä ja kollegat tekevät.

Tuotteella on sosiaalinen ulottuvuus, jos sen käyttö edellyttää tai mahdollistaa ihmisten välistä kanssakäyntiä. Taloustieteessä hyödykkeen sosiaalinen ulottuvuus kiteytyy verkos-

toukoisvaikutukseksi: hyöty tuotteesta kasvaa mitä useampi kuluttaja omaksuu sen käytön. Farrell ja Saloner (1985) liittävät verkostoulokoisvaikutukset koordinaatiopeliin verkoston jäsenten välillä: verkoston jäsen hyötyy, jos hän tekee samoin kuin muut. Myöhemmässä kirjallisuudessa standardiksi lähestymistavaksi on muodostunut Katz ja Shapiron (1985) muotoilema malli, jossa verkostoulokoisvaikutukset omaksutaan mallin primitiivinä. Molemmat mallinnustavat nostivat esille kuluttajien odotukset kriittisenä tekijänä tasapainon määräytymisessä. Ongelmaksi nousee se, että rationaalisten odotusten tukemia tasapainoja voi olla useita. Kun verkoston jäsenten tasapainostrategiat ovat vastaavasti tasapainospesifisiä, analyysin pohjalta annetut politiikkasuositukset eivät myöskään ole yksikäsitteisen varmoja.

Standardissa verkostomallissa kaikki verkostoon liittyvä mielenkiintoinen tiivistetään ulkoisvaikutusfunktion. Verkoston jäsenen hyöty, eli ulkoisvaikutusfunktion arvo, kasvaa

¹ Tämä kirjoitus esittelee Helsingin kauppakorkeakoulussa 7.12.2005 tarkastetun väitöskirjani *Essays on the Economics of Networks and Social Relations*. Vastaväittäjänä toimi professori, PhD, Robin Mason (University of Southampton) ja kustoksena professori, PhD, Pekka Ilmakunnas (Helsingin kauppakorkeakoulu).

mitä enemmän muut verkoston jäsenet tekevät samoin kuin hän. Tämä analyysikehikko on mahdollistanut rikkaan tutkimusagendan mm. verkostotuotteiden hinnoittelusta, verkostojen välisestä optimaalisesta yhteensopivuudesta ja uuden teknologian diffuusiosta. Toisaalta tässä lähestymistavassa abstrahoidaan kaikki mielenkiintoinen verkoston rakenteeseen liittyvä asymmetria mallin ulkopuolelle. Verkoston rakenne oletetaan (implisiittisesti) täydelliseksi graafiksi, jossa jokainen verkoston jäsen on linkittynyt kaikkiin muihin verkoston jäseniin. Tämä vaatimus on ilmiselvästi hyvin vahva, ja se ei täyty suurimmassa osassa reaali maailman verkostoja. Usein myös oletetaan jäsenet symmetrisiksi verkostovaikutusten suhteen siitäkin huolimatta, että marginaalisen verkostohyödyn sallitaan vaihdella lineaarisesta laskevaan. Monesti ulkoisvaikutusten vahvuutta säätelevätkin etupäässä mallinnustekniset vaatimukset, sillä yksikäsitteinen sisäpisteratkaisu vaatii heikot ulkoisvaikutukset.

Teknologinen kehitys on ollut yksi verkostotaloustieteen tärkeimpiä osa-alueita. Tähän on vaikuttanut samanaikainen kehitys ICT-markkinoilla. Erityisesti Microsoftin ja Applen kisa markkinaosuudesta tarjosi mielenkiintoisen reaali maailman esimerkin. Verkostotaloustieteessä teknologista kehitystä on tutkittu etupäässä uuden innovaation adoption suhteen. Tarjontapuolen ongelmat, kuten epätäydellinen teknologian omaksiotto, ovat jääneet vähemmälle huomiolle.

Väitöskirjani puretuu kahteen aihepiiriin. Tutkin väitöskirjani ensimmäisessä ja toisessa esseessä, miten yritykset asettavat hinnan verkostotuotteelle ja miten ostopäätöksiin liittyvä epävarmuus ja sosiaalisen verkoston rakenne vaikuttavat hintaan. Väitöskirjani kolmannessa esseessä tutkin yritystenvälisen teknologia-

kilpailun ominaispiirteitä verkostotoimialoilla. Esittelen seuraavaksi väitöskirjani esseet.

2 Ostopäätösten koordinoiminen

Verkostomalleissa päädytään usein monikäsitteisen tasapainon tilaan, joka seuraa agenttien odotuksista verkoston koosta. Monikäsitteisyys on tulkittu verkostojen yhdeksi keskeisimmistä ominaispiirteistä. Tästä statuksesta huolimatta sen muodostamat ongelmat sekä politiikkasuositusten että puhtaasti mallinnusteknisestä näkökulmasta on haluttu minimoida. Väitöskirjani ensimmäinen essee tutkii, miten kuluttajien odotukset muodostuvat, missä tilanteissa monikäsitteisyys poistuu, miten epävarmuus muiden kuluttajien käyttäytymisestä vaikuttaa ostopäätöksiin ja miten yrityksen pitää ottaa nämä asiat huomioon hinnoittelussaan.

Analyysini keskittyy siihen, miten kuluttajien välinen heterogeisuus vaikuttaa monopolistin hinnoitteluun. Johdan verkostovaikutukset kuluttajien tarpeesta kommunikoida keskenään. Tuote antaa hyötyä sekä erikseen käytettynä että käytettäessä kommunikaatiossa muiden kuluttajien kanssa. Monopolisti asettaa hinnan sekä tuotteelle että tuotteen kommunikaatiokäytölle.

Formuloin verkostovaikutukset koordinaatiopelinä, mutta analyysi osoittaa, että mallini vastaa perinteistä ulkoisvaikutusfunktioityllistä verkostomallia. Analysoin vertailutapauksena mallin siten, että kaikilla osapuolilla on täydellinen informaatio. Esseen pääpaino on kuitenkin versiossa, jossa kuluttajien saama informaatio on rajoitettu siten, että kukin kuluttaja havaitsee oman tyyppinsä, mutta joutuu arvioimaan muiden kuluttajien tyyppit. Epätäydellinen informaatio mahdollistaa Global Games-teoriaan pohjautuvan ratkaisun. Yksikäsitte-

nen tasapaino seuraa täydellisen informaation vallitessa, vain mikäli verkostovaikutukset ovat riittävän heikot. Epätäydellisen informaation vallitessa verkostovaikutusten suhteellista voimaa ei tarvitse rajoittaa, mutta tasapainon yksikäsitteisyys vaatii, että kuluttajat ovat a priori tarpeeksi epätietoisia.

Tulokset eri informaatio-oletusten alaisuudessa poikkeavat toisistaan. Monopoli asettaa korkeamman hinnan tuotteelle silloin, kun informaatio on epätäydellistä. Syy tälle erolle on se, että monopoli joutuu laskemaan odotusarvon kuluttajien odotuksista heidän odotetulle hyödyllään. Koska todelliset verkostohyödyt saattavat poiketa odotetusta, monopoli haluaa minimoida mahdolliset menetetyt voitot kuluttajien kommunikaatiokäytöstä. Tämä johtaa monopolin asettamaan suhteessa korkeampaan hintaan epätäydellisen informaation vallitessa.

Komparatiivinen statiikka kuluttajien välisen heterogeenisyyden suhteen tuottaa mielenkiintoisia tuloksia. Epätäydellisen informaation vallitessa heterogeenisuus on yhtä kuin yhden kuluttajan kokemaa epävarmuutta muiden kuluttajien ostokäyttäytymisen suhteen. Epävarmuuden lisäys johtaa alhaisempiin monopolivoittoihin, sillä yritys ei pysty missään tapauksessa hyödyntämään suurempaa heterogeenisuutta toisin kuin täydellisen informaation vallitessa. Epävarmuuden lisäyksellä toisaalta voi olla joko positiivisia tai negatiivisia vaikutuksia kuluttajien ylijäämään. Muutoksen merkki riippuu siitä, mikä on määrävä tekijä ostopäätöksessä. Jos epävarmuus on lähtökohtaisesti suurta, kaikki kuluttajat perustavat päätöksensä henkilökohtaiseen arvioonsa tuotteen laadusta ja jättävät tuotteen verkostohyödyt vähemmälle huomiolle. Jos tässä tilanteessa lisätään epävarmuutta, kuluttajat voivat perustellum-

min pohjata ostopäätöksensä henkilökohtaiseen arvioonsa tuotteen laadusta, ja siten kuluttajan ylijäämä kasvaa. Jos epävarmuus taas on lähtökohtaisesti vähäistä, kuluttajat ottavat huomioon verkostosta saatavan hyödyn päätöksissään. Nyt epävarmuuden kasvattaminen hankaloittaa ostopäätöksen tekoa laskien kuluttajan ylijäämää. Yhteenvetona voidaan sanoa, että kuluttajan ylijäämä kasvaa, jos epävarmuuden muutos on linjassa epävarmuuden lähtökohtaisen arvon kanssa.

Teen epätäydellisen informaatiotapauksen analyysissäni yhden tärkeän oletuksen: monopoli on heikommin informoitu kuin kuluttajat ja perustaa hinnoittelunsa pelkästään tietoon tuotteen laatu- ja kuluttajatyypijakaumista. Jos sallitaan, että myös monopoli havaitsee jotain enemmän kuin ei mitään, niin se voi potentiaalisesti signaloida tuotteen arvoa. Tämän oletuksen heikentäminen tarjoaa haastavan ja mielenkiintoisen jatkotutkimusaiheen.

3 Verkoston rakenne

Väitöskirjani toisessa esseessä esitän merkittävimmän kritiikkini perinteiselle sosiaalisten verkostovaikutusten mallinnustavalle. Perinteinen malli olettaa implisiittisesti, että jokainen verkoston jäsen on linkittynyt kaikkiin muihin verkoston jäseniin muodostaen täydellisen graafin. Tosiasiassa verkostot ovat kuitenkin harvemmin näin linkittyneitä, vaan verkoston jäsenten linkittyneisyys on hyvinkin asymmetristä. Erinomaisen mielenkiintoisia esimerkkejä asymmetrisistä verkostoista ovat www, tiedeyhteisön yhteistyöverkosto, tai vaikkapa ihmisten seksisuhteet (ks. Albert ja Barabási 2002). Ekonomistit ovat viime vuosina ahkerasti tutkineet pelejä, joissa verkoston jäsenten suhteet ovat asymmetrisiä, mutta tutkimukseni on tietojeni

mukaan ensimmäinen, jossa analysoidaan sosiaalisen verkoston asymmetrian vaikutuksia yritysten hinnoittelustrategioihin.

Tutkin verkoston rakenteen roolia monopolin hinnoitteluongelmissa. Monopoli myy kuluttajille tuotetta, joka mahdollistaa tehokkaan kommunikation. Kuluttaja kohtaa ostopäätöksessään koordinaatiopelin, sillä tuote antaa hyötyä vain, jos ne kuluttajat, joiden kanssa hänellä on sosiaalinen suhde, ostavat myös. Näin verkostoulkovaikutukset linkittyvät supermodulaariseen koordinaatiopeliin.² Käsittelen sekä täydellisen informaation että epätäydellisen informaation mallin. Täydellisen informaation tapaus paljastuu huomattavasti hankalammaksi, sillä eri agenttityyppien identiteetti nousee ratkaisevaksi tekijäksi verkoston yleisen rakenteen ja koon rinnalle. Kun verkoston jäsenet havaitsevat vain oman arvostuksensa tuotteesta, analyysi selkiytyy samalla, kun verkoston jäsenten identiteetti menettää merkityksensä.

Verkoston arvo kasvaa mitä linkittyneempi se on, joten perinteiset verkostoulkovaikutusmallit, joissa verkosto on oletettu täydelliseksi graafiksi, analysoivat vain maksimaalisen verkoston arvon tapauksen. Mikäli verkosto on vähemmän linkittynyt, yliarvioi ulkovaikutusfunktio verkostovaikutusten arvon. Osoitan, että verkoston topologialla on merkittävämpi rooli kuin verkoston koolla sekä täydellisen että epätäydellisen informaation vallitessa. Täydellisen informaation mallin tulokset ovat valitettavan tapauskohtaisia, mutta epätäydellisen informaation malli tuottaa selkeitä tuloksia.

² *Supermodulaarisuus takaa sen, että maksimaalinen tasapaino on Pareto-dominoiva. Argumentoin esseessä, että monikäsitteisen tasapainon vallitessa juuri Pareto-optimaalinen tasapaino valikoituu.*

Monopoli asettaa hinnan asymmetrisissa verkostoissa aina siten, että keskeisillä verkoston jäsenillä on korkeampi todennäköisyys ostaa kuin perifeeraaleimmilla jäsenillä. Monopoli pitää symmetrisiä verkostoja parempina, mutta sosiaalinen optimi on asymmetrinen verkko juuri siksi, että monopolin markkinavoima on rajoitetumpi, mikäli verkostossa on keskeisempiä jäseniä. Yhteenvetona voidaan sanoa, että verkoston topologialla on väliä.

Rajoittavin oletukseni on, että verkoston rakenne on kaikkien tiedossa. Tämän rajoituksen poistaminen mahdollisesti helpottaa analyysiä vähentämällä analysoitavien permutaatioiden lukumäärää. Mallini tarjoaa yksinkertaisuudessaan mielenkiintoisen pohjan jatkotutkimukselle sekä oletuksieni heikentämisen että mallin piirteiden rikastamisen kautta.

4 Teknologinen kilpailu verkostotoimialoilla

Teknologisen kehityksen tutkimus verkostotaloustieteessä on keskittynyt etenkin uuden teknologian diffuusioon eikä niinkään teknologisen kehityksen ominaispiirteisiin yritysten investointipäätöksissä siitäkin huolimatta, että yksityiset investoinnit ovat useimmilla toimialoilla tärkein innovaatioiden lähde. Väitöskirjani kolmannessa esseessä tutkin yritysten teknologiainvestointeja verkostoulkovaikutusten alaisuudessa. Analysoin teknologisten vuotojen ja verkostoulkovaikutusten yhteisvaikutusta investointistrategioihin.

Mallinnan toimialan Hotellingin horisontaalidifferentiaatiomallia laajentaen, lisäämällä verkostovaikutukset kysyntäpuolelle ja sallimalla yritysten teknologisten investointien vuotavan kilpailijoiden käyttöön. Yksi mallini eduista on, että se mahdollistaa verkostoulkois-

vaikutusten, teknologisten investointien ja tietovuotojen samanaikaisen tutkimisen.

Merkittävintä tuloksissani on, että verkostovaikutuksilla on huomattava rooli yritysten investointipäätöksissä. Yksi mielenkiintoisimmista tuloksista on, että kun sekä teknologia-investoinnit ja yrityskehittämisen verkoston koko antavat merkittävää strategista etua, heikommassa asemassa oleva yritys kasvattaa teknologiainvestointejaan, kun tietovuodot yritysten välillä kasvavat. Samassa tilanteessa heikommassa asemassa oleva firma laskee hintojaan, jos yritysten asiakasverkostojen välinen yhteensopivuus kasvaa. Nämä tulokset ovat ristiriidassa perinteisten mallien kanssa, jotka ennustavat yrityskehittämisen teknologiainvestointien laskevan, jos tietovuodot kasvavat ja että yritykset nostavat hintojaan, mikäli verkostojen yhteensopivuus kasvaa.

Teknologiavuotojen analyysi on pahamaineisesti parametrispesifistä, eikä mallini juurikaan tuota tähän helpotusta. Mallini tulokset ovatkin nähtävissä uudenaikaisina erityistapauksina enemmän kuin olemassa olevien tulosten yleistyksenä. Yksi syy miksi löytämäni strategioiden monimuotoisuus ei ole noussut esille aikaisemmassa kirjallisuudessa on, että perinteiset verkostovaikutusmallit keskittyvät symmetristen tilanteiden tarkasteluun. Rakentamani differentiaatiomalli taas mahdollistaa myös asymmetristen tapausten tutkimisen. Tämä on itsessään arvokasta, sillä verkostovaikutusten alaisilla toimialoilla hyvin usein

yksi firma dominoi markkinaa. Esimerkkinä olkoon Microsoft PC-käyttäjärjestelmissä.

5 Lopuksi

Väitöstutkimukseni vie verkostotaloustiedettä eteenpäin kolmella osa-alueella, joita yhdistävät kysyntäpuolen verkostovaikutukset. Toinen yhdistävä piirre on se, että jokainen esseistä yhdistää verkostot toiseen taloustieteen alueeseen. Verkostojen merkitys kasvaa modernissa yhteiskunnassa, kun teknologinen kehitys mahdollistaa entistä rikkaamman sosiaalisen elämän. Onkin selvää, että verkostotaloustiede laajentaa jatkossa vaikutuspiiriään.

Olen nostonut esille tutkimuksessani eteen tulleita uusia ideoita ja myös malleissani tehtyjä rajoittavia oletuksia. Ideoiden eteenpäin kehittäminen tarjoaa mielenkiintoisia tutkimusaiheita, ja toivonkin, että esseeni kannustavat tekemään jatkotutkimusta. □

Kirjallisuus

- Albert, R. ja A.-L. Barabási (2002): "Statistical Mechanics of Complex Networks", *Reviews of Modern Physics*, vol. 74, nro 1, s. 47–97.
- Farrell, J. ja G. Saloner (1985): "Standardization, Compatibility, and Innovation", *RAND Journal of Economics*, vol. 16, nro 1, s. 70–83.
- Katz, M.L. ja C. Shapiro (1985): "Network Externalities, Competition, and Compatibility", *American Economic Review*, vol. 75, nro 3, s. 424–440.