



Kauppateellinen tiedekunta
AB408000 Kandidaatintutkielma
Strategiatutkimus

**NMT- JA GSM –MATKAPUHELINSUKUPOLVIEN DIFFUUSIOIDEN
ERO SKANDINAVIASSA**

Sinikka Hartonen 0300220
4.2.2008

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Sinikka Hartonen
Työn nimi: NMT- ja GSM -matkapuhelinsukupolvien diffuusioiden ero Skandinaviassa
Tiedekunta: Kauppateollinen tiedekunta
Pääaine: Strategiatutkimus
Vuosi: 2008
Paikka: Lappeenranta

Kandidaatintutkielma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 29 sivua, 8 kuvaa, 2 taulukkoa
Tarkastajina professori, KTT Ari Jantunen ja tutkijaopettaja, KTT Anni Tuppuru

Hakusanat: diffuusio, innovaatio, diffuusiomalli, Bassin malli, matkapuhelin
Keywords: diffusion, innovation, diffusion model, Bass model, mobile phone

Tutkielman tavoitteena on selvittää NMT- ja GSM-matkapuhelinsukupolvien diffuusioiden eroavaisuuksia Skandinaviassa. Työn alkuosassa tarkastellaan innovaatiota yleisesti niiden luokittelun ja diffuusioprosessiin vaikuttavien tekijöiden kautta. Teoreettisessa osassa perehdytään innovaatioiden mallintamiseen ja luodaan tarkempi katsaus erityisesti Bassin diffuusiomallin rakenteeseen ja eri parametrien estimointiin sen avulla.

Tutkielman loppuosa sisältää työn empiirisen osion. Siinä etsitään vastausta asetettuihin kysymyksiin suorittamalla valitun aineiston analyysi Bassin perusmallin ja epälineaarisen regressioanalyysin avulla.

Tutkimus osoitti, että tutkittavien matkapuhelinsukupolvien diffuusiosta oli eroja molempien Bassin malliin kuuluvien estimoitavien parametrien osalta. Ensimmäisenä kaupalliseen käyttöön tulleen NMT:n diffuusio oli huomattavasti hitaampaa ja käyttäjämäärä jäi vähäisemmäksi. GSM pystyi markkinoille tullessaan hyödyntämään NMT:n synnyttämää käyttäjäkuntaa ja kuluttajien tietoisuutta matkapuhelinviestinnän ominaisuuksista ja hyödyistä.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	2
1.2	Tutkielman rakenne.....	2
2	INNOVAATIO JA SEN DIFFUUSIO.....	3
2.1	Innovaatioiden luokittelu.....	3
2.2	Diffuusioprosessi.....	5
2.2.1	Innovaation ominaisuudet	5
2.2.2	Viestintäkanavat	5
2.2.3	Aika	6
2.2.4	Sosiaalinen järjestelmä.....	8
2.3	Verkostovaikutukset ja kriittinen massa	8
2.4	Telekommunikaatio innovaatioiden diffuusio	10
3	INNOVAATIOIDEN DIFFUUSION MALLINTAMINEN	12
3.1	Bassin diffuusiomalli.....	13
3.2	Bassin mallin parametrien estimointimenetelmät	18
3.3	Bassin mallin rajoitteet.....	19
4	EMPIRIA	20
4.1	Tutkimusaineisto	20
4.2	Analyysi	21
4.3	Analyysin tulokset.....	22
4.4	Tulosten tarkastelu	24
5	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET.....	27

1 Johdanto

Kuluneet viimeiset vuosikymmenet ovat olleet suurten muutosten aikaa viestintäteknologiassa. Matkapuhelimet ovat tulleet osaksi jokapäiväistä elämää ja poistaneet lankapuhelimien kommunikoinnille asettamat rajoitteet. Nopea tekninen kehitys on johtanut siihen, että uusilla ominaisuuksilla ja uusiin teknologisiin ratkaisuihin perustuvia matkapuhelimia tuodaan markkinoille nopeutuvalla vauhdilla. Matkapuhelinalan dynaamisuus tekee siitä mielenkiintoisen tutkimuskohteen.

Skandinavian maat ovat olleet matkapuhelimien käyttöönotossa kärkimaita. NMT otettiin käyttöön 80-luvun ja GSM 90-luvun alussa. Matkapuhelimien penetraatioaste on korkea niin Suomessa, Ruotsissa, Norjassa kuin Tanskassakin. Etenkin GSM:n diffuusiovauhti on ollut todella nopeaa. Se saavutti Skandinaviassa lähes 50 % penetraation kuudessa vuodessa markkinoille tulon jälkeen.

Laitesukupolvien elinkaarien lyhentyessä, on yhä useammin edessä siirtyminen vanhasta laitteesta uuteen. Yleistymässä ovat siis ajanjaksot, jolloin kaksi tai useampaa toisiaan yhteisten verkostovaikutusten kautta tukevaa, mutta toisaalta korvaavina tuotteina toistensa kanssa kilpailevaa laitesukupolvea ovat samanaikaisesti markkinoilla. Näiden toisiaan seuraavien teknologiasukupolvien diffuusioiden ymmärtäminen on tärkeää alalla toimiville yrityksille. Diffuusion liittyvä tieto ja ennusteet tukevat strategisten päätösten tekijää esimerkiksi hinnoittelun ja markkinoille tulon ajoitukseen liittyvissä kysymyksissä.

Diffuusiomallien avulla on viime vuosina tutkittu matkapuhelimien käyttöönottoa useista eri näkökulmista. Frank Bassin (1969) lähes 40 vuotta sitten kestokulutushyödykkeiden diffuusion estimointiin laatima malli on yhä edelleen käytössä ja sovellettuna matkaviestinnän tarkasteluun. Suhteellisen yksinkertainen malli pystyy tuottamaan rajoitteistaan huolimatta selkeästi tulkittavaa tietoa.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää eroavatko NMT- ja GSM-matkapuhelin teknologiasukupolvet käyttöönoton nopeuden suhteen Skandinaviassa. Lisäksi tarkastellaan onko diffuusioon vaikuttaneissa tekijöissä eroavaisuutta eli onko tarkasteltavien matkapuhelinsukupolvien diffuusiokäyrien muoto erilainen. Lähtöoletuksena on, että sukupolvien käyttöönoton nopeudessa on eroa siten, että GSM:n diffuusio on ollut nopeampaa.

Käytettäväksi diffuusiomalliksi valittiin Bassin perusmalli. Innovaatioiden diffuusioon vaikuttavien tekijöiden tarkastelu rajattiin valitun mallin käyttämiin parametreihin, joita ovat ulkoiset (innovaatiokerroin) ja sisäiset (imitaatiokerroin) tekijät.

1.2 Tutkielman rakenne

Tutkielman toisessa luvussa perehdytään innovaatioiden diffuusioon. Osassa esitellään innovaatioiden peruskäsitteitä, innovaatioiden luokittelua ja diffuusioprosessiin vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi käsitellään lyhyesti telekommunikaatioalan innovaatioiden diffuusion ominaisuuksia.

Kolmas luku käsittelee diffuusioiden mallintamista. Se sisältää lyhyen kuvauksen diffuusiomalleista sekä esittelee tutkielman empiirisessä osassa käytettävän Bassin perusmallin ja analyysissä käytettävät matemaattiset ratkaisut.

Neljäs luku sisältää tutkielman empiria osuuden ja yhdistää aiemmissa osissa määritellyt teoreettiset käsitteet käytäntöön. Osa sisältää havaintoaineiston kuvauksen, tutkimustulokset ja niiden tarkastelun. Yhteenveto tutkielmasta kokonaisuutena esitetään luvussa kuusi.

2 Innovaatio ja sen diffuusio

Jotta pystytään ymmärtämään innovaatioiden diffuusiota, tulee ensin ymmärtää mitä käsitteellä innovaatio tarkoitetaan. Höltän (1989, 9) mukaan innovaatiota terminä käytetään laajalti ja se voi käsittää uuden tuotteen, tekniikan, käytännön tai idean. Ikävalkon (2004, 9) mukaan innovaatio voidaan määritellä uudeksi keksinnöksi, joka on kaupallistettu ja saatettu markkinoiden avulla käyttäjien saataville. Usein kirjallisuudessa esitetyt määrittelyt vaativat, että innovaatioksi luokittelun edellytyksenä on menestyminen markkinoilla. Tätä ei kuitenkaan voida pitää ehdottomana edellytyksenä. Innovaatioksi määrittelyyn riittää myös positiivinen arvio siitä, että tuotteen kaupallistaminen on teknisesti mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa (Ikävalko 2004, 9).

Rogers (2003, 12) puolestaan määrittelee innovaation ideaksi, käytännöksi tai objektiksi, jonka yksilö tai käyttäjäryhmä kokee uudeksi. Tämän määritelmän mukaan tuotteen, palvelun tai teknologian uutuus on subjektiivinen käsite. Innovaation, jonka kuluttaja kokee uutena, ei välttämättä tarvitse olla uusi markkinoilla. On mahdollista, että yksilö tai ryhmä on tietoinen olemassa olevasta innovaatiosta, mutta ei vielä ole muodostanut mielipidettä sitä kohtaan ja käyttöönottoa tai hylkäystä ei ole tapahtunut.

Innovaation diffuusio on Rogersin (2003, 5) mukaan prosessi, jonka avulla tieto innovaatiosta leviää sosiaalisen järjestelmän jäsenille tiettyjen kanavien kautta tietyn ajan kuluessa. On huomattava, että diffuusio ja omaksuminen eivät ole sama asia. Omaksumisella tarkoitetaan päätöstä innovaation käyttöönotosta ja päätöstä seuraavaa tuotteen hankkimista tai hankintapäätöksen siirtämistä (Rogers 2003, 21; Hölttä 1985, 5).

2.1 Innovaatioiden luokittelu

Robertson (1967, 15–16) luokittelee innovaatiot kolmeen ryhmään sen perusteella millainen vaikutus niillä käyttäytymiseen. Jatkuvat innovaatiot ovat tavallisia päivityksiä olemassa olevaan tuotteeseen. Käyttäjät jatkavat tuotteen käyttämistä kuten ennenkin. Esimerkkinä tällaisesta jatkuvasta innovaatioista voidaan mainita fluorin lisääminen hammastahnaan tai uudet automallit. Varsinainen tuotteen käyttö tapahtuu innovaation jälkeen samalla tavalla. Dynaamiset innovaatiot tarkoittavat uuden tuotteen luomista tai ominaisuuden lisäämistä olemassa

olevaan tuotteeseen. Muutokset eivät vaikuta kuluttamis- tai käyttäytymismalleihin. Tällainen innovaatio on esimerkiksi sähköinen hammasharja. Kolmas Robertsonin luokista on epäjatkuva innovaatio, joka tarkoittaa täysin uuden tuotteen luomista. Koska tuotetta ei ole aiemmin ollut olemassa, johtaa se kuluttamis- ja käyttäytymismallien muutoksiin. Epäjatkuvia innovaatioita ovat esimerkiksi televisio ja tietokone.

Innovaatiot voidaan luokitella myös sen mukaan millainen vaikutus niillä on yrityksen liiketoimintakonseptiin ja liittykö niihin ydinteknologian tai teknologisen arkkitehtuurin muutoksia.

Inkrementaalissa innovaatiossa olemassa olevaan tuotteeseen tehdään pieniä korjauksia tai päivityksiä. Se parantaa toiminnallisuutta ja luo lisäarvoa esimerkiksi lisääntyneen tehokkuuden, turvallisuuden ja laadun kautta. Organisaatio pystyy toteuttamaan innovaation hyödyntämällä sillä jo hallussaan olevaa tietämystä ja teknologiaa. (Apilo & Taskinen 2003, 15; Carayannis, Gonzalez & Wetter 2003, 120).

Modulaarisessa innovaatiossa olemassa olevan tuotteen ydinteknologiaa muutetaan. Organisaation näkökulmasta innovaation hyödyntäminen edellyttää kykyä ottaa käyttöön uutta osaamista ja teknologiaa. (Apilo & Taskinen 2003, 15)

Arkkitehtuurisessa innovaatiossa tuotteen ydinteknologia pysyy samana, mutta olemassa olevaa osaamista ja prosesseja yhdistellään uudella tavalla muuttaen tuotannon arkkitehtuuria. Tämä edellyttää kykyä ottaa käyttöön uutta osaamista ja teknologiaa (Apilo & Taskinen 2003, 15).

Radikaali innovaatio tarkoittaa täysin uuden konseptin luomista. Teknologiassa tapahtuva huomattava edistyminen (teknologinen harppaus) on sille tunnuksenomaista. Innovaation toteuttaminen vaatii, että organisaatio pystyy luomaan tai hankkimaan uutta osaamista ja yhdistämään sitä olemassa olevaan. (Apilo & Taskinen 2003, 15; Carayannis ym. 2003, 120) Radikaali innovaatio tuhoaa olemassa olevien tuotteiden kilpailukykyä.

2.2 Diffuusioprosessi

Innovaation diffuusio on Rogersin (2003, 5) mukaan ”prosessi, jonka avulla tieto innovaatiosta leviää sosiaalisen järjestelmän jäsenille tiettyjen kanavien kautta tietyn ajan kuluessa”. Innovaation diffuusio koostuu määrittelyn mukaan neljästä käsitteestä 1) innovaatio ja sen ominaisuudet 2) viestintä- ja kommunikaatiokanavat 3) aika ja 4) sosiaalinen järjestelmä.

2.2.1 Innovaation ominaisuudet

Innovaation ominaisuuksilla on vaikutusta siihen kuinka nopeasti se otetaan käyttöön. Rogersin (2003, 15–16) mukaan nopeuteen vaikuttavat tärkeimmät tekijät ovat

- 1) suhteellinen paremmuus aikaisempaan innovaatioon verrattuna; voidaan mitata talouden mittareilla, mutta myös sosiaalisilla tekijöillä kuten mukavuus ja tyydyttävyyys.
- 2) yhteensopivuus olemassa olevien arvojen ja normien kanssa sekä aiempien kokemusten kanssa
- 3) kompleksisuus; vaatiiko omaksuminen ja käyttöönotto uusien taitojen ja osaamisen hankkimista
- 4) kokeiltavuus; onko innovaation ominaisuudet mahdollisuus todentaa konkreettisesti vai tapahtuuko käyttöönotto pelkkään kuvailuun ja lupauksiin perustuen
- 5) havaittavuus; onko innovaatio selkeästi kaikkien potentiaalisten käyttäjäryhmien nähtävissä ja nouseeko se esille ihmisten välisissä keskusteluissa.

Uusien innovaatioiden leviämisenopeuteen liittyy vahvasti suhteellisen hyödyn käsite. Ihmiset adoptoivat helpommin teknologian, jonka hyödyt ovat selkeästi suurempia kuin siirtymästä aiheutuvat haitat. Mitä merkittävämpi suhteellinen etu innovaatiolla on, sitä nopeammin se yleistyy sosiaalisessa järjestelmässä.

2.2.2 Viestintäkanavat

Tieto innovaatiosta välittyy sosiaalisen järjestelmän jäsenille tiettyjen viestintäkanavien kautta. Viestintä voi tapahtua joukkoviestimien tai henkilökohtaisen kanssakäymisen avulla. Joukkoviestimien kautta tapahtuva tiedonvälitys on nopein ja tehokkain tapa levittää tietoa uudesta innovaatiosta. Toisaalta ihmisten välisellä suoralla kommunikaatiolla on suurempi vaikutta-

vuus innovaation hyväksymiseen. Tämä on selkeästi havaittavissa etenkin silloin, jos kanssakäyminen tapahtuu samanlaisen sosioekonomisen taustan tai koulutuksen saaneiden henkilöiden kesken. Monet diffuusiotutkimukset osoittavat, että innovaation jo käyttöönotaneiden henkilöiden viestimillä kokemuksilla on suurempi painoarvo kuin tieteellisten tutkimusten tuloksilla. (Rogers 2003, 18–19)

2.2.3 Aika

Aikaulottuvuus ilmenee innovaation diffuusioon liittyvässä päätöksentekoprosessissa. Rogers (2003, 20) määrittelee päätöksentekoprosessin prosessiksi, joka koostuu tieto-, suostuttelu-, päätös-, käyttöönotto- ja vahvistusvaiheista. Prosessin ensimmäisessä vaiheessa yksilö tulee tietoiseksi innovaatiosta ymmärtäen samalla sen toimintatarkoituksen. Seuraavissa vaiheissa tapahtuu näkemyksen muodostaminen ja sen perusteella tehtävä omaksumis- tai hylkäyspäätös. Mikäli hylkäyspäätöstä ei tehdä, on seuraavana vuorossa käyttöönottovaihe. Tätä seuraa vahvistusvaihe, jossa omaksuja hakee vahvistusta käyttöpäätökselleen. Mikäli yksilö tässä vaiheessa prosessia vastaanottaa vaihtelevia viestejä innovaatioon liittyen, saattaa hän perua päätöksensä käyttöönotosta ja hylätä innovaation.

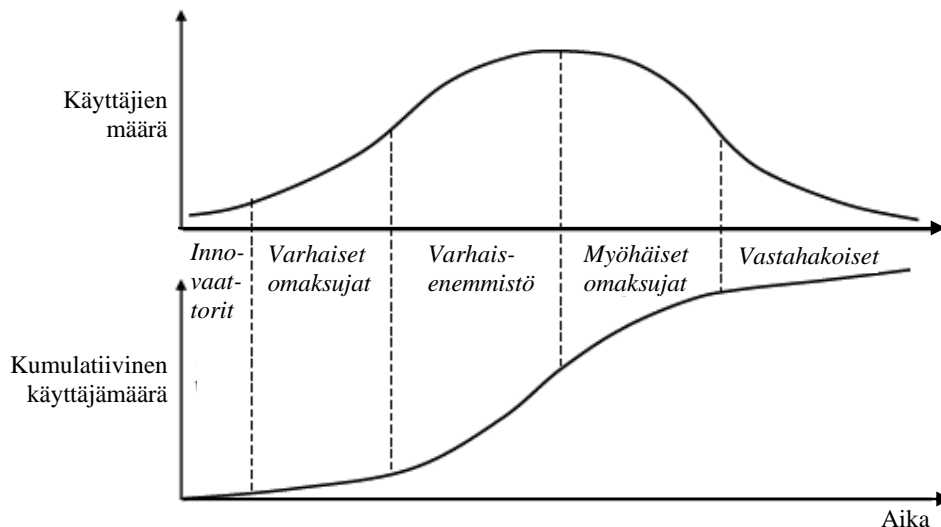
Aikaulottuvuus on mukana diffuusiotarkastelussa myös silloin, kun tutkitaan sitä kuinka moni sosiaalisen järjestelmän jäsenistä on ottanut käyttöön innovaation tietyn ajan kuluessa eli mikä on innovaation käyttöönoton suhteellinen nopeus. Alussa käyttöönoton nopeus on melko alhainen sillä vain harvat ovat tietoisia innovaatiosta. Omaksujien määrä lähtee kuitenkin kasvuun seuraavien ajanjaksojen kuluessa tietoisuuden lisääntyessä. Jossain vaiheessa kaikki potentiaaliset käyttäjät ovat ottaneet innovaation käyttöön. Käyttäjien määrä on tällöin saavuttanut maksimin ja määrän kasvu pysähtyy. Tarkasteltaessa kumulatiivista käyttäjämäärää ajan suhteen, muodostuu kuvaajasta S-kirjaimen muotoinen (kuva 1). (Rogers 2003, 23)

Aikaulottuvuuden avulla on myös mahdollista tutkia sitä miten nopeasti yksilöt ottavat innovaation käyttöön suhteessa muihin sosiaalisen järjestelmän jäseniin. Tämän perusteella käyttöönottajat voidaan luokitella seuraavasti:

- 1) Innovaattorit (2,5 % populaatiosta); kokeilunhaluisia ja uskaliaita riskinottajia.
- 2) Varhaiset omaksujat (13,5 % populaatiosta); suosittuja ja arvostettuja mielipidevaikuttajia, jotka ovat avainhenkilöitä innovaation leviämiseksi ja kriittisen massan saavuttamiselle.
- 3) Varhaisenemmistö (34 % populaatiosta); tarkkailevia ja harkitsevia omaksujia, joille muiden käyttäjien kokemuksilla on suuri merkitys. Omaksujaryhmän kautta innovaatiosta tulee yleisesti hyväksyttyä.
- 4) Myöhäiset omaksujat (34 % populaatiosta); skeptisiä ja varovaisia omaksujia, jotka ottavat innovaation käyttöön taloudellisen pakon tai vertaisryhmän painostuksen johdosta. Käyttöönoton edellytyksenä on myös innovaatioon liittyvien epävarmuustekijöiden vähäisyys ja laaja uudistuksen hyväksyntä.
- 5) Vastahakoiset (16 % populaatiosta); vitkastelijoita, jotka eivät ole halukkaita opettelemaan uutta ja pidättäytyvät mieluummin perinteisessä.

(Rogers 2003, 282–285)

Rogersin (2005, 287) havaintojen mukaan samaan ryhmään kuuluvien ihmisten välillä on yhtäläisyyksiä kuten samanlainen sosioekonominen status ja kommunikaatiokäyttäytyminen. Omaksujaluokittelu voidaan kuvata kellonmuotoisella frekvenssikäyrällä (kuva 1).



Kuva 1. Kellonmuotoinen omaksujaluokkien frekvenssikäyrä ja kumulatiivinen käyttäjämäärän S-käyrä (Rogers 2003)

2.2.4 Sosiaalinen järjestelmä

Sosiaalinen järjestelmä voi koostua yksilöistä, epäformaaleista ryhmistä, organisaatioista ja muista alajärjestelmistä, joilla on yhteinen tavoite. Sosiaalisen ryhmän rakenteella tarkoitetaan jäsenten järjestäytymistä tietyllä tavalla esimerkiksi hierarkkisesti. Sosiaalisen järjestelmän rakenne voi joko edistää tai estää innovaation diffuusiota. Yksilön päätöksentekoon sosiaalisessa järjestelmässä vaikuttavat järjestelmän normit ja muiden mielipiteet. (Rogers 2003, 24–26)

Mielipidejohtajien rooli järjestelmässä on toimia mallina muille jäsenille. He välittävät tietoa innovaatioista ja pystyvät omalla toiminnallaan vaikuttamaan muiden ryhmän jäsenten asenteisiin ja käyttäytymiseen. Mielipidejohtajana toimiminen ei edellytä muodollista johtajan asemaa vaan se voidaan ansaita teknisellä osaamisella, sosiaalisilla taidoilla ja järjestelmän normien mukaisella toiminnalla. Mielipidejohtajien tavoitteena voi olla joko diffuusion edistäminen tai hidastaminen. (Rogers 2003, 27–28)

Muutosagentilla on myös Rogersin (2003, 27–28) mukaan vaikutusta sosiaalisen järjestelmän jäsenten innovaation käyttöönottopäätökseen. Erona mielipidejohtajiin on se, että muutosagentit eivät ole saman järjestelmän jäseniä vaan ulkopuolisia vaikuttajia. He käyttävät hyväksi mielipidejohtajia saadakseen ryhmän jäsenet suhtautumaan innovaatioon haluamallaan tavalla.

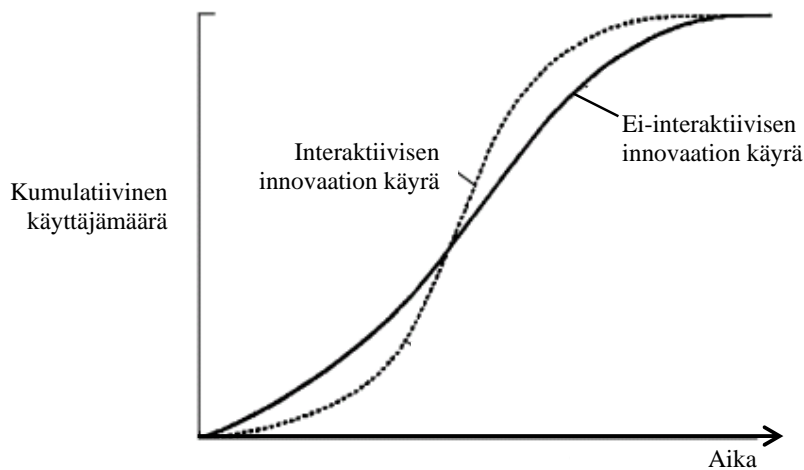
2.3 Verkostovaikutukset ja kriittinen massa

Verkosto(ulkois)vaikutukset tarkoittavat tilannetta, jossa innovaation käyttäjän hyöty riippuu keskeisesti siitä kuinka moni muu on tehnyt päätöksen käyttöönotosta. Käyttäjien määrä muodostaa osan tuotteen arvosta. Positiivinen verkostovaikutus tarkoittaa sitä, että käyttäjien hyöty kasvaa omaksujien määrän kasvaessa. (Shapiro & Varian 1999, 13; Katz & Shapiro, 424) Negatiivinen verkostovaikutus voi syntyä, jos esimerkiksi kasvanut käyttäjien määrä aiheuttaa teknisiä ongelmia (Koski 2000, 51).

Verkostovaikutukset voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Suora verkostovaikutus ilmenee interaktiivisissa innovaatioissa, jotka liittyvät usein ihmisten välisen kommunikaation mahdollistavaan teknologiaan kuten esimerkiksi matkapuhelin tai sähköposti. (Liebowitz & Margolis 1994, 139–140) Suoran verkostovaikutuksen ilmeneminen edellyttää tuotteen tai palvelun hankkimisen lisäksi myös sen käyttöä (Shoder 2000, 182).

Epäsuora verkostovaikutus liittyy suuren käyttäjämäärän mukanaan tuomiin täydentäviin tuotteisiin ja palveluihin. Sen kyseessä ollessa ei käyttäjälle ole merkitystä sillä, ketä muut käyttäjät ovat vaan ainoastaan käyttäjien kokonaismäärä on kiinnostava (Koski 2000, 52). Epäsuora verkostovaikutus liittyy myös mittakaavatuottoihin eli laskeviin keskimääräisiin yksikkökustannuksiin tuotantomäärän kasvaessa. Käyttäjille syntyy hyötyä tuottajan alentaessa myyntihintoja tai pystyessä parantamaan tuotteen laatua. (Liebowitz & Margolis 1994, 138)

Rogers (2003, 349) määrittelee kriittisen massan interaktiivisen innovaation vähimmäiskäyttäjämääräksi, joka tarvitaan itseään ylläpitävään kasvuun. Se kuinka merkityksellinen kriittinen massa on, riippuu interaktiivisuuden asteesta ja aiemmista teknologisesti yhteensopivista innovaatioista (Mahler & Rogers 1999, 721).



Kuva 2 Interaktiivisen ja ei-interaktiivisen innovaation diffuusiokäyrät (Mahler ym.1999, 724)

Innovaation interaktiivisuus vaikuttaa suorien verkostovaikutusten kautta käyttöönottonopeuteen. Uudet käyttäjät luovat hyötyä tulevaisuuden käyttäjille, mutta myös aiemmille omaksujille. Tämä taaksepäin suuntautunut lisähyöty saa aikaan sen, että aiemmat käyttäjät levittävät innovaatioista aiempaa positiivisempia mielipiteitä vahvistaen verkostovaikutusta ja nopeuttaen käyttöönottoa. (Markus 1987, 494–495) Interaktiivisen ja ei-interaktiivisen innovaation käyttöönotossa on tämän perusteella eroa; interaktiivinen innovaatio diffusoituu suhteellisesti hitaammin kunnes kriittinen massa on saavutettu (Mahler & Rogers 1999, 724).

2.4 Telekommunikaatio innovaatioiden diffuusio

Telekommunikaatioalan innovaatiot ovat yleensä luonteeltaan interaktiivisia. Niiden diffuusiolle on ominaista verkosto(ulkois)vaikutusten ja kriittisen massan saavuttamisen tärkeys (Lim, Choi & Park 2003, 538). On mahdollista, että diffuusion alkuvaiheessa verkostovaikutus hidastaa innovaation leviämistä, mutta kriittisen massan saavuttamisen jälkeen vauhti saattaa olla poikkeuksellisen nopeaa (Puumalainen 2002, 36). Tätä ilmiötä kutsutaan kirjallisuudessa usein nimellä ”*late take off*” eli vapaasti käännettynä myöhäinen liikkeellelähtö.

Tutkittaessa ”*late take off*” -ilmiötä Bassin mallin mukaisten innovaatioon vaikuttavien tekijöiden kautta, havaitaan sen tarkoittavan, että telekommunikaatio innovaatioilla on keskimääräisesti pienemmät p -arvot ja suuremmat q -arvot kuin kestokulutushyödykkeillä. (Kim & Kim 2007, 730)

Tarkasteltaessa matkapuhelinta puhtaasti suullisen viestinnän välineenä, ei Allenin (1988, 257) mukaan sen käyttöönotolle ole kriittisen massan saavuttamisella merkitystä. Näkemyksen mukaan matkapuhelimen käyttöönottaja liittyy osaksi olemassa olevaa, suhteellisen kypsässä vaiheessa olevaa verkostoa. Matkapuhelimen käyttäjä voi olla laitteen avulla yhteydessä aiemman sukupolven telekommunikaatio innovaation tuotteeseen eli lankapuhelimeen. Näin jokainen uusi lanka- tai matkapuhelimen käyttäjä lisää muiden verkostoon kuuluvien hyötyä.

Matkapuhelimien ominaisuuksissa on kuitenkin eroja eri sukupolvien välillä. Kehittyneemmät mallit pystyvät lähettämään esimerkiksi kuva- ja videoviestejä, joita vanhemmilla laitteilla ei ole mahdollista vastaanottaa. Tämän vuoksi voidaankin ajatella, että vaikka telekommunikaatio innovaatiot hyötyvät koko järjestelmää koskevista positiivista verkostovaikutuksista, on

olemassa myös laite- tai teknologiasukupolveen sidottuja verkostovaikutuksia. (Liikanen, Stoneman & Toivanen 2004, 1140)

Vaikka samanaikaisesti markkinoilla olevat matkapuhelinsukupolvet voivat hyötyä toisistaan, on olemassa myös negatiivisia vaikutuksia. Mikäli aiemmalla laitteella on laaja käyttäjäkunta, joka hyötyy kyseiselle laitesukupolvelle spesifeistä verkostovaikutuksista, täytyy seuraavan sukupolven laitteen uusien ominaisuuksien tarjoaman lisähyödyn olla niin merkittävää, että se kumoaa verkostohyödyn. Kahden laitesukupolven tilanteessa on usein kyse uusintaostoista eli vaihdetaan vanhasta uudempaan teknologiaan. Käyttäjä ei siis tee hankintapäätöstä vertaamalla uuden teknologian hyötyjä suhteessa siihen, että ei omistaisi lainkaan matkapuhelinta vaan vertailu suoritetaan olemassa olevan ja seuraavan laite vaihtoehdon välillä. (Liikanen, Stoneman & Toivanen 2004, 1140)

3 Innovaatioiden diffuusion mallintaminen

Diffuusiomallien avulla selvitetään innovaation käyttöönottajien määrän kasvua ajan suhteen. Niiden avulla kuvataan siis innovaation leviämistä annetun potentiaalisen käyttäjämäärän keskuudessa. (Mahajan & Muller 1979, 55) Matemaattisten funktioiden avulla diffuusiomallit antavat vastauksen siihen, kuinka moni potentiaalisista käyttäjistä on ottanut innovaation käyttöön hetkellä t , jos markkinoilla olevien yksilöiden kokonaismäärä on $M(t)$ ja määrä $m(t)$ voidaan arvioida potentiaalisiksi käyttäjiksi (Mahajan & Muller 1979, 56).

Diffuusiota on tutkittu useiden vuosikymmenien ajan. Verhulst laati vuonna 1848 populaation kasvun mallintamiseen tarkoitetun logistisen mallin. Tätä mallia käytettiin epidemiologisessa tutkimuksessa tautien leviämisen mallintamiseen. Innovaatioiden diffuusion tutkimukseen mallia hyödynsi Griliches vuonna 1957 mallintaessaan risteytetyn maissin leviämistä. Myöhemmin mallia ovat hyödyntäneet useat eri henkilöt innovaatioiden diffuusion kuvaamisessa. (Frank 2001, 4). Logistinen malli on yksi yleisimmin taloustieteessä käytetyistä diffuusiomalleista.

Logistisen mallin lisäksi on vuosien kuluessa kehitetty useita diffuusiomalleja. Meade ja Islam (1998) ovat tutkineet innovaatioiden leviämisen ennustamiseen parhaiten soveltuviksi mainittujen 29 mallin toimivuutta simuloidulla aineistolla. Tutkimuksen mukaan (Teng, Grover & Güttler 2002, 14) neljälle käytetyimmälle innovaatioiden diffuusiomallille on yhteistä yksi tekijä: diffuusion nopeus on verrannollinen potentiaalisten käyttäjien määrään hetkellä t .

Tämä voidaan ilmaista yhtälöllä:

$$\frac{dN(t)}{dt} = g(t)(m - N(t)) \quad \text{jossa} \quad (1)$$

$N(t)$ = niiden potentiaalisten käyttäjien määrä, jotka ovat ottaneet innovaation käyttöön hetkellä t

m = potentiaalisten käyttäjien kokonaismäärä sosiaalisessa järjestelmässä

$g(t)$ = diffuusiokerroin, joka voidaan nähdä aiemmin innovaation käyttöön ottaneiden määrän funktiona

Diffuusiokertoimen $g(t)$ perusteella voidaan erotella kolme erityyppistä perusdiffuusiomallia.

1. Ulkoisen vaikutuksen mallissa [$g(t)=a$] oletetaan, että sosiaalisen järjestelmä jäsenten välillä ei ole yhteydenpitoa vaan kaikki diffuusioon vaikuttavat seikat tulevat ulkoisista lähteistä kuten esimerkiksi joukkoviestimet ja mainonta. Diffuusiokerroin kuvaa muutosagentin vaikutusta.
2. Sisäisen vaikutuksen mallissa [$g(t)=bN(t)$] oletetaan diffuusion vaikuttavan ainoastaan sosiaalisen järjestelmän jäsenten välisten kontaktien. Diffuusiokerroin kuvaa imitaation ja järjestelmän sisäisten mielipidejohtajien vaikutusta.
3. Ulkoisen ja sisäisen vaikutuksen huomioivassa mallissa [$g(t)=a+bN(t)$] yhdistyvät molemmat vaikutukset.

(Teng ym. 2002, 15)

Erään tunnetuimman ja käytetyimmän ulkoiset ja sisäiset vaikutukset huomioivan diffuusiomallin on esittänyt Frank Bass (1969). Bassin luoma malli perustuu Fouthin ja Woodlockin muunnellun eksponentiaalisen kasvufunktion ja Mansfieldin logistisen kasvumallin yhdistelmään (Mahajan, Muller & Bass 1990, 2). Tämän tutkielman empiirisessä osiossa käytetään Bassin mallia, joten muita diffuusiomalleja ja niiden teorioita ei tarkastella tämän syvällisemmin.

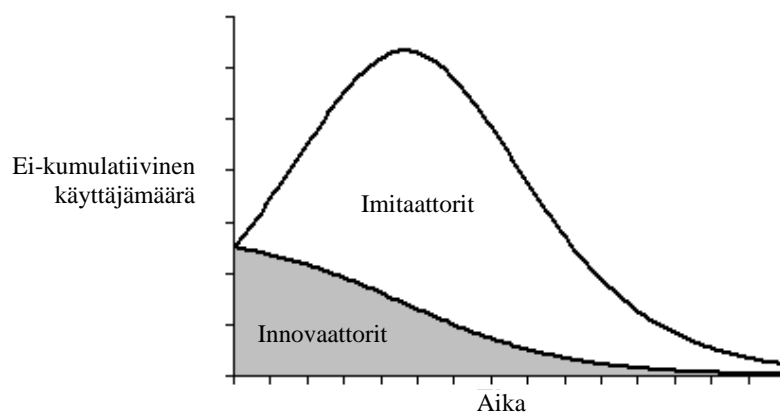
3.1 Bassin diffuusiomalli

Bassin (1969) esittämän mallin mukaan uuden tuotteen käyttöönottopäätökseen vaikuttavat ulkoiset ja sisäiset tekijät. Sisäisillä tekijöillä tarkoitetaan sosiaalisen järjestelmän jäsenten välillä tapahtuvaa tiedon vaihtoa ja vaikuttamista (kirjallisuudessa käytetään vaikutuksesta termiä ”*word-of mouth -efekti*”). Ulkoisilla tekijöillä tarkoitetaan puolestaan joukkoviestimien, mainosten ja muiden sosiaalisen järjestelmän ulkopuolisten tekijöiden vaikutusta.

Osa populaatiosta ottaa innovaation käyttöön ilman, että heidän päätöksensä vaikuttaa muiden yksilöiden käyttäytyminen tai näkemykset (Bass 1969, 216). He siis tekevät omat päätöksensä irrallaan järjestelmän sisäisistä vaikutuksista. Heidän itsenäisen päätöksensä perustuu ainoastaan ulkoisten tekijöiden vaikutukseen. Näin toimiva populaation osa kuuluu innovaattoreiden omaksujaluokkaan.

Innovaattoreiden lisäksi populaatiossa on myös eri tavalla toimivia päätöksentekijöitä. Heidän käyttöönottopäätökseensä vaikuttaa ainoastaan sosiaalisen järjestelmän sisällä tapahtuvat kontaktit ja niissä välittyvä tieto (Bass 1969, 216); päätöksenteon voidaan väittää perustuvan imitaatioon. Järjestelmän sisällä esiintyvä sosiaalinen paine hankinnan tekemiseksi on merkittävä vaikuttaja erityisesti siinä vaiheessa, kun innovaatio on jo laajasti käytössä; paine kohdistuu erityisesti myöhäisiin käyttöönottajiin ja viimeiseen asti käyttöönottoa vältteleviin vastahakoiisiin. Sisäisen vaikutuksen perusteella toimivaan ryhmään luetaan mukaan edellä mainittujen kahden omaksujaluokan lisäksi myös varhaiset omaksujat ja varhaisenemmistö.

Kuva (3) havainnollistaa Bassin mallin sisäisiä ja ulkoisia vaikutuksia ja populaation jakautumista käyttöönottopäätöksen ajoituksen mukaan kahteen eri ryhmään. Kuvasta voidaan havaita selkeästi innovaattoreiden alkuvaiheen merkittävä osuus, joka kuitenkin vähenee monotonisesti ajan kuluessa.



Kuva 3 Bassin mallin käsitteellinen rakenne (Mahajan, ym. 1990,4)

Bassin diffuusiomalli perustuu hasardifunktioon eli todennäköisyyteen, että käyttöönotto tapahtuu ajankohdassa t , olettaessa, että käyttöönottoa ei ole vielä siihen mennessä tapahtunut. Tällöin malli saa muodon (käsittely seuraa artikkelissa Bass et al. 2000, 355 esitettyä):

$$\frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + qF(T) \quad (2)$$

joka voidaan edelleen esittää seuraavasti:

$$\frac{dF(t)}{dt} = f(t) = p(1 - F(t)) + qF(t)(1 - F(t)) \quad \text{jossa} \quad (3)$$

$F(t)$ on kumulatiivinen käyttäjämäärä ajanhetkeen t mennessä eli kertymäfunktio ja $f(t)$ on tiheysfunktio muuttujalle t . Estimoitavat parametrit ovat p (innovaatiokerroin) ja q (imitaatiokerroin). Termi $p(1-F(t))$ kuvaa diffuusioon vaikuttavien ulkoisien tekijöiden kuten joukkoviestinnän ja mainonnan vaikutusta. Termi $qF(t)(1-F(t))$ puolestaan kuvaa sisäisen vaikutuksen eli sosiaalisen ryhmän jäsenten välisen kommunikoinnin aiheuttamaa vaikutusta.

Merkitään ajankohdassa t tapahtuvaa innovaation käyttöönottoa $n(t)$ ja sen kumulatiivista määrää $N(t)$. Markkinapotentiaalia eli suurinta mahdollista käyttäjämäärää kuvaa parametri m . Olettaen, että $mf(t)=n(t)$ ja $mF(t)=N(t)$ voidaan malli kirjoittaa muotoon

$$\frac{dN(t)}{dt} = \left(p + \frac{q}{m} N(t) \right) (m - N(t)) \quad (4)$$

$N(t)$ = kumulatiivinen käyttöönottajien määrä hetkellä t

m = markkinapotentiaali eli potentiaalisten käyttöönottajien kokonaismäärä hetkellä t

parametrit p ja q = kuten aiemmin kuvattu

Kaavasta (4) saadaan laskettua funktiot, joiden ratkaisut tuottavat käyttöönottajien ei-kumulatiivisen $n(t)$ ja kumulatiivisen $N(t)$ määrän hetkellä t .

$$n(t) = m \left(\frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)t}}{(p+q e^{-(p+q)t})^2} \right) \quad (5)$$

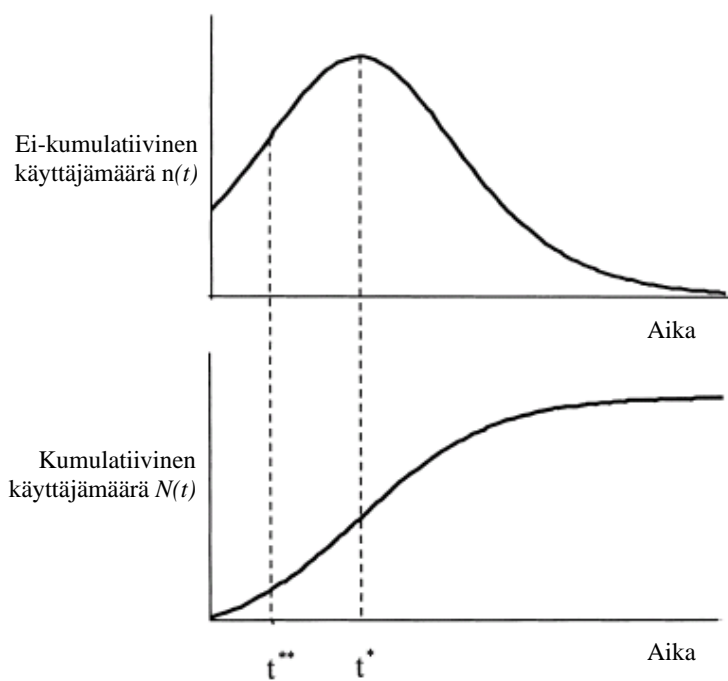
$$N(t) = m \left(\frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \right) \quad (6)$$

Kaavojen (5) ja (6) avulla määritellään kään­­tö­­pisteet hetkille t^* ja t^{**} seuraavasti:

$$t^* = -\frac{1}{p+q} \ln \frac{p}{q} \quad (7)$$

$$t^{**} = -\frac{1}{p+q} \ln \left[(2 + \sqrt{3}) \frac{p}{q} \right] \quad (8)$$

Kuvassa (4), t^* on hetki, jolloin käyttöö­­nottajien määrä on kaikista korkein (*peak sales*) ja t^{**} on hetki, jolloin käyttöö­­noton nopeus on suurimmillaan eli tuote saavuttaa kriittisen massan (Lim, ym. 2003, 541). Matemaattisesti kyse on kaavojen (5) ja (6) kään­­tö­­pisteistä.

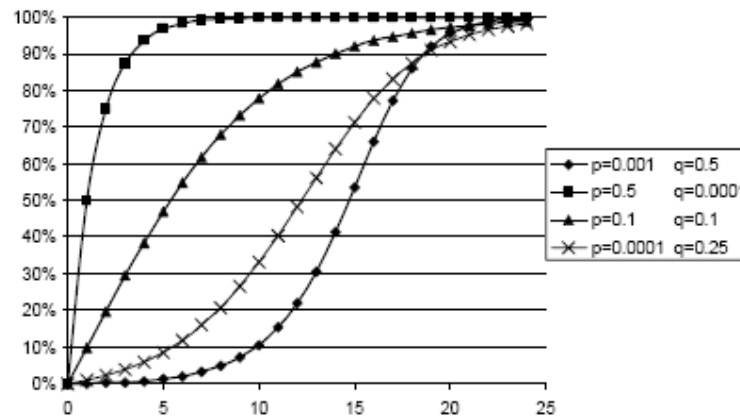


Kuva 4 Bassin mallin ei-kumulatiivinen ja kumulatiivinen käyttöö­­notto ajan suhteen (Mahajan ym. 1990, 4).

Mallin tuottamat p ja q parametrit vaikuttavat diffuusiokäyrän muotoon. Uusi tuote tai teknologia, jolla on korkea innovaatiokerroin p eli ulkoisten tekijöiden vaikutus on merkittävä, leviää nopeasti vaikka sillä olisi suhteellisen alhainen imitaatiokerroin q . Tällaisessa tapauksessa diffuusiokäyrä nousee jyrkästi heti innovaation markkinoille tultua ja saavuttaa saturaatio-tason nopeasti.

Vaihtoehtoisesti tuote tai teknologia, jolla on alhainen innovaatiokerroin, otetaan hitaasti käyttöön vaikka sillä olisi suhteellisen korkea imitaatiokerroin. Tämä johtuu siitä, että muiden vaikutuksesta (imitoimalla) käyttöönottopäätöksen tekevillä omaksujaryhmillä ei ole tahoja, jolta hankkia tarvittavaa tietoa ja näkemystä innovaatiosta..

Edellä mainitut vaihtelevien parametrien vaikutukset näkyvät kuvassa (5) äärimmäisinä kuvaajina.



Kuva 5 Diffuusiokäyrät eri p ja q parametrien arvoilla Bassin mallissa

Useille erilaisille tuotteille on vuosien aikana eri tutkimuksissa laskettu Bassin mallin avulla arvoja p ja q parametreille sekä niiden funktiona saataville ajankohdille t^* ja t^{**} . Vanhimmat tutkimustulokset koskevat pääosin kestokulutushyödykkeitä, mutta viime vuosina tehdyissä tutkimuksissa ovat kohteena olleet myös telekommunikaatioalan innovaatiot. Taulukossa 1 esitetään esimerkkejä eri tutkimuksien tuottamista parametrien arvoista.

Taulukko 1 Diffuusio parametrien sekä t^* ja t^{**} arvojen estimaatteja tutkimusten mukaan

tutkija(t)	innovaatio	p	q	t^*	t^{**}
Bass (1969)	mustavalkotelevisio	0,0279	0,251	7,88	3,15
Tanny & Derzko (1988)	ilmastointi	0,0094	0,3748	9,59	6,17
Bayus (1993)	laskin	0,0294	0,12	9,41	0,60
	videonauhuri	0,0012	0,53	11,47	4,96
Teng et al. (2002)	e-mail	0,0008	0,3303	18,19	14,21
Lim et al. (2003)	faksi (USA)	0,0002	0,4667	16,61	13,79
Kim & Kim (2004)	matkapuhelin	7,2E-08	1,09391	15,12	13,91

3.2 Bassin mallin parametrien estimointimenetelmät

Bassin mallin parametrien estimoimiseksi on useita menetelmiä. Niiden ylätasoin luokittelu kahteen ryhmään voidaan tehdä sen mukaan, perustuvatko ne todellisiin havaintoihin (esim. aiempien ajanjaksojen myyntiluvut tai käyttäjämäärät) vai analogian tai kyselyn perusteella saatuun tietoon.

Alkuperäisessä artikkelissaan Bass (1969) esitti estimoinnissa käytettäväksi pienimmän neliösumman menetelmän (*ordinary least square*) ja algebrallisen estimoinnin yhdistelmää. Menetelmä on erittäin helppo käyttää sillä useimmat ohjelmistopakettit tuntevat sen. Tämän menetelmän heikkouksina ovat kuitenkin mm. selittävien tekijöiden korkea multikollineaarisuuden todennäköisyys, jolloin parametrien estimaatit voivat olla epävakaita sekä parametrien keski-
virheiden puuttuminen (Parker 1993, 20).

Edellä mainittujen heikkouksien poistamiseksi Schmittlein ja Mahajan esittivät vaihtoehdoksi suurimman uskottavuuden mallia (*maximum likelihood estimation*) ja Srinivasan ja Mason epälineaarista pienimmän neliösumman menetelmää (*nonlinear least squares*) (Putsis & Srinivasan 2000, 265–266). Epälineaarisen menetelmän etuna on se, että käyttäjän ei tarvitse tietää milloin innovaatio on tullut markkinoille vaan tieto tarkasteltavan ajanjakson kumulatiivisista myynti- tai käyttäjämääristä on riittävä.

3.3 Bassin mallin rajoitteet

Bassin malli on hyvin yksinkertainen, koska sen perusmuoto sisältää vain kolme parametria (m , p ja q). Yksinkertaisuudessa on hyviä ja huonoja puolia. Mallista on esimerkiksi helppo laatia muunnoksia ilman, että menetetään mahdollisuus tulkita sitä alkuperäisellä tavalla. Yksinkertaisuudesta johtuen malliin liittyy kuitenkin useita oletuksia, jotka rajoittavat sen käyttöä.

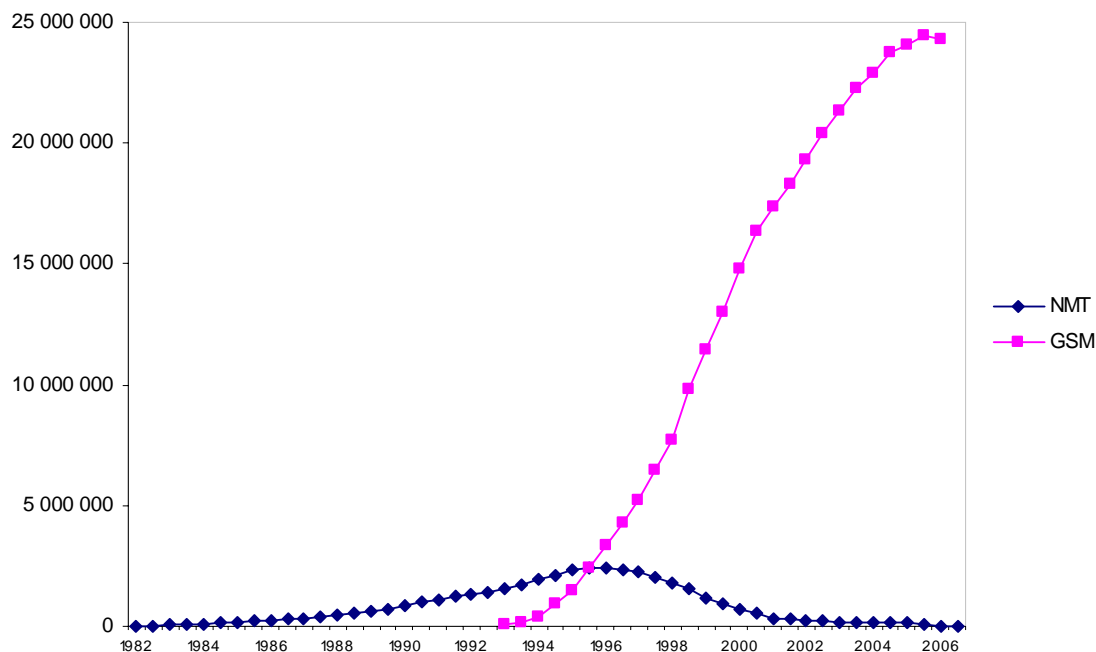
1. Markkinapotentiaalin m oletetaan pysyvän samana koko tuotteen eliniän ajan. Teoreettisesti ei ole mitään syytä olettaa, että markkinapotentiaali olisi staattinen vaan ennemminkin vaihteleva.
2. Innovaatioiden diffuusiot nähdään itsenäisinä ja riippumattomina muista innovaatioista. Todellisuudessa innovaatiot esiintyvät samoilla markkinoilla kilpaillen tai täydentäen toisiaan; yhden innovaation yleistymisen voi siis aiheuttaa toiselle innovaatiolle kysynnän laskua tai kasvua.
3. Innovaatioiden luonteen oletetaan säilyvän samanlaisena, mutta teknologian kehittyminen synnyttää jatkuvasti uusia tuotesukupolvia markkinoille. Uusi sukupolvi on aina edeltäjänsä parempi ja luo uutta kysyntää, mutta samalla kaappaa markkinaosuutta edeltäjältä.
4. Sosiaalisen järjestelmän maantieteellisten rajojen oletetaan pysyvän muuttumattomina diffuusioprosessin ajan. Lähtöoletus jättää huomiotta sosiaalisten järjestelmien maantieteellisen läheisyyden tuoman edun eli ”word of mouth –efektin” hyödyntämisen.
5. Diffuusioprosessi oletetaan binääriseksi eli potentiaaliset käyttäjät joko ottavat innovaation käyttöön tai ei, jolloin malli ei huomioi diffuusioprosessin eri vaiheita.
6. Markkinointistrategialla ei oleteta olevan vaikutusta innovaation diffuusion eli esimerkiksi tuotteen hinnoittelun ja markkinoinnin vaikutukset eivät ole mukana mallissa.
7. Tuotteen ja markkinoiden ominaispiirteiden vaikutus innovaation diffuusiomalliin oletetaan merkityksettömiksi. Empiiriset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet näiden tekijöiden vaikuttavan merkittävästi.
8. Tuotannonrajoitteita ei oleteta olevan, joten malli ei huomioi olosuhteita, joissa tuotantokapasiteetti tai jakelujärjestelmä ei pysty täysin vastaamaan kysyntään.
9. Käyttöönottoja tapahtuu vain yksi per innovaatio eli käyttäjät eivät tee yhtä hankintaa enempää. Todellisuudessa useiden innovaatioiden käyttäjämäärän kasvu perustuu ensiostajien ja tuoteuskollisten, vähintään kaksi ostokertaa tekevien käyttäjien yhteismäärään. (Mahajan, ym. 1990, 11–15)

4 Empiria

4.1 Tutkimusaineisto

Analyysin suorittamista varten otettiin puolivuositteiset havainnot matkapuhelimien käyttäjämääristä Informa Telecoms & Median julkaisemasta WCIS-tietokannasta, joka sisältää matkapuhelimiin liittyvää tilastotietoa. Puolivuositteiseen aineistoon päädyttiin, jotta matkapuhelinalalle ominaiset kausivaihtelut eivät aiheuttaisi häiriöitä analyysissä. Maiden populaatio saatiin Global Market Information Database –verkkotietokannasta.

Aineistoon otettiin mukaan NMT:n ja GSM:n käyttäjämäärät Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa. Kaikissa näissä maissa ovat molemmat puhelinteknologiat olleet käytössä pitkään, joten havaintojen riittävydestä voitiin olla varmoja. Aineiston sisältö on ajanjaksolta 1982–2006. NMT havaintoja mukana on 29 kappaletta vuosilta 1982–1996. Havaintoja olisi ollut vuoteen 2006 asti, mutta Bassin malli ei tällöin antanut tyydyttäviä tuloksia vaan selityksaste ja parametrien keskivirheet olivat hyvin suuria. Aineisto rajattiin siis kattamaan havainnot ennen NMT:n käyttäjämäärän laskuun kääntymistä. GSM havaintoja mukana on 27 kappaletta vuosilta 1993–2006.



Kuva 6 Analyysissä käytetyt NMT ja GSM puhelinten käyttäjämäärät

Suomessa NMT otettiin kaupalliseen käyttöön vuonna 1982 ja muissa Skandinavian maissa vuonna 1981. GSM tuli käyttöön Suomessa, Ruotsissa ja Tanskassa vuonna 1992 ja Norjassa vuonna 1993. (Manninen 2002, 91 & 201). NMT matkapuhelimien käyttäjämäärä oli korkeimmillaan vuosien 1995–1996 aikana. Tämän jälkeen määrä lähti laskuun GSM matkapuhelimien yleistyessä korvaavana tuotteena. Käytetty aineisto osoittaa selkeästi matkapuhelinalan dynaamisen luonteen. GSM saavutti Skandinavian maissa lähes 50 % penetraatiotason kuudessa vuodessa kaupallisen käyttöönoton jälkeen.

4.2 Analyysi

NMT ja GSM matkapuhelinsukupolvien diffuusioiden erojen arvioimiseen käytettiin Bassin mallia. Innovaation diffuusioon vaikuttavia ulkoisia ja sisäisiä vaikutuksia kuvaavien parametrien laskemiseksi käytettiin tässä tutkielmassa SPSS-ohjelmiston epälineaarista regressioanalyysiä. Selitettävänä muuttujana käytettiin kumulatiivista käyttäjämäärää jaettuna populaatiolla eli penetraatioastetta. Populaation suhteen ei tehty rajoituksia vaan käytettiin koko maan väestöä, koska maiden oletetaan olevan suhteellisen homogeenisiä matkapuhelimen hankkimisen ja käytön suhteen.

Parametrien lähtöarvoiksi annettiin $p=0,05$, $q=0,7$ ja $m=1$ aiempien matkapuhelin diffusiotutkimusten perusteella (K.Puumalainen, henkilökohtainen tiedonanto 11.1.2008). Markkinapotentiaalille m ei asetettu rajoitetta, koska on mahdollista, että sama käyttäjä hankkii itselleen useamman matkapuhelinliittymän.

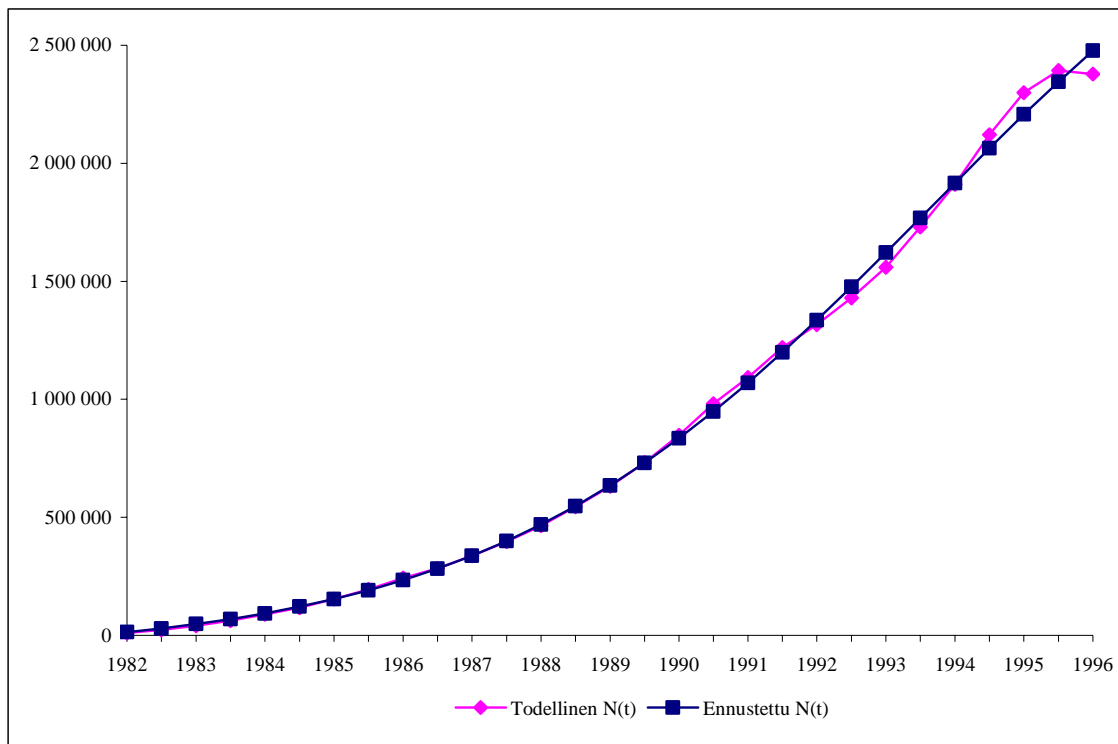
Mallin tarkkuutta arvioitiin laskemalla suhteellinen absoluuttinen keskivirhe (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE arvo määritellään laskemalla havaitun (Y_t) ja estimoidun (\hat{Y}_t) arvon välisen poikkeaman itseisarvo, joka jaetaan havaitulla arvolla. Näiden absoluuttisten prosentuaalisten virheiden summa jaetaan vielä havaintojen määrällä (n).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \quad (9)$$

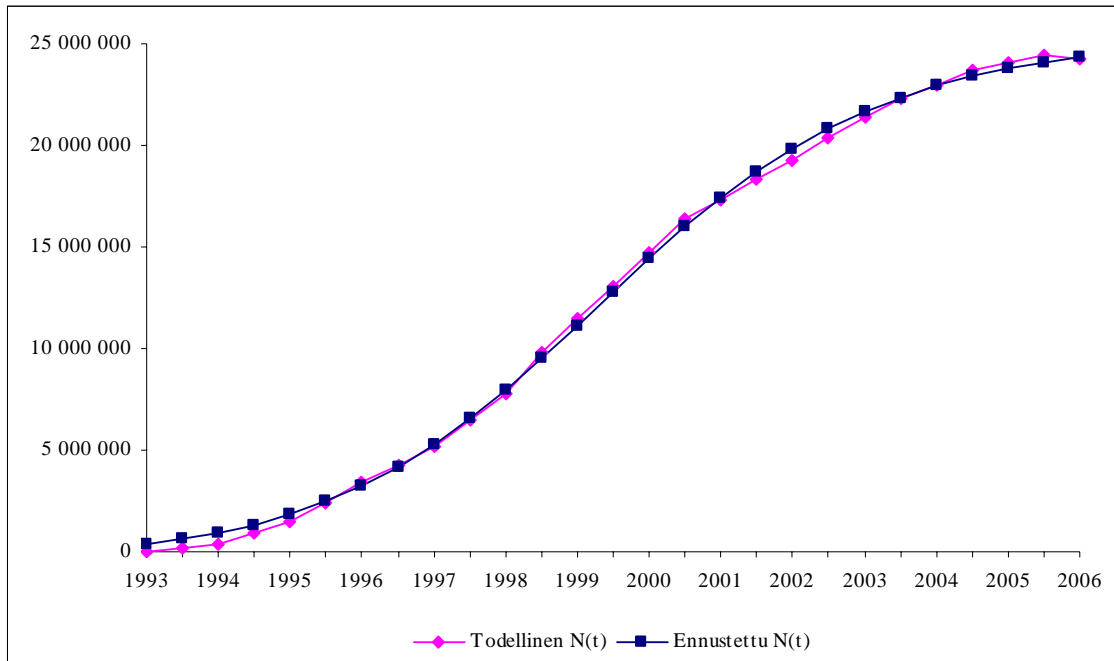
Suhteellinen absoluuttinen keskivirhe kuvaa hyvin ja ymmärrettävästi havaittujen ja estimoitujen arvojen kokonaisvaihtelua. Se on hyvin käyttökelpoinen, koska siihen eivät vaikuta havaintojen määrä ja suuruus, jolloin sitä voidaan hyvin käyttää vertailtaessa eri aineistojen eri kokoisia havaintokokonaisuuksia (Klosterman 1990, 44).

4.3 Analyysin tulokset

Kuvat (7) ja (8) esittävät suoritettun epälineaarisen regressionanalyysin tuottamat ennustearvot ja tietokannasta otetut todelliset, eli havaitut käyttäjämäärät, molempien matkapuhelin teknologioiden osalta. Kuvaajista voidaan havaita mallin toimivan hyvin sillä ennustettujen ja havaittujen arvojen väliset erot ovat pieniä.



Kuva 7 Bassin mallin tuottama NMT:n ennustettu kumulatiivinen käyttäjämäärä ja todellinen käyttäjämäärä



Kuva 8 Bassin mallin tuottama GSM:n ennustettu kumulatiivinen käyttäjämäärä ja todellinen käyttäjämäärä

Kuten taulukosta 2 käy ilmi, parametrien keskiarvot ovat pieniä, joten estimaattien voidaan olettaa olevan luotettavia. Mallin selitysaste r^2 on korkea molemmille matkapuhelin sukupolville, mutta koska kyseessä on epälineaarinen regressioanalyysi, ei sitä voida käyttää mallin toimivuuden kuvaajana. Suhteellisissa absoluuttisissa keskiarvoissa on huomattava ero. Ne osoittavat mallin toimivan aineistossa tarkemmin NMT:lle kuin GSM:lle.

Taulukko 2 Diffuusio parametrien estimaatit, mallin selitysaste ja MAPE

teknologia	havaintojen ajanjakso	havaintojen määrä	p	q	m	r^2	MAPE
NMT	1982–1996	29	0,004 (0,000)	0,153 (0,008)	0,204 (0,009)	0,998	0,048
GSM	1993–2006	27	0,008 (0,000)	0,248 (0,007)	1,031 (0,009)	0,999	0,307

() keskiarvo

Saatujen parametrien q ja p avulla laskettiin molemmille matkapuhelin sukupolville ajankohdat, jolloin niiden ei-kumulatiivinen käyttäjämäärä on korkeimmillaan (t^*). Lisäksi laskettiin ajat, jolloin käyttöönoton nopeudet ovat suurimmillaan (t^{**}). Saadut tulokset olivat seuraavat:

$$t_{NMT}^* = 23,21; t_{GSM}^* = 13,41; t_{NMT}^{**} = 14,82; t_{GSM}^{**} = 8,27$$

4.4 Tulosten tarkastelu

Epälineaarisen regressioanalyysin tuottamia estimaatteja voidaan pitää niiden pienien keskivirheiden perusteella luotettavina. Suhteellinen absoluuttinen keskivirhe osoitti GSM:n parametrien estimaattien olevan NMT:n vastaavia tarkempia. Mallin toimivuutta aineistolle osoitti havaittujen ja ennustettujen käyttäjämäärien vähäinen ero.

Analyysin tuottamien tulosten perusteella voidaan todeta ennakko-oletusten pitäneen paikkansa eli NMT- ja GSM -matkapuhelinsukupolvien diffuusiossa on havaittavissa selkeä ero.

Ensimmäisenä kahdesta teknologiasta kaupalliseen käyttöön tulleen NMT:n diffusio on ollut hitaampaa kuin GSM:n. Tämän osoittaa NMT:n saama alhaisempi p-arvo (0,004) GSM:n vastaavaan (0,008) verrattuna. Alhaisempaa arvoa voi selittää se, että NMT on ollut ensimmäinen matkapuhelinteknologia, joka on tullut laajan yleisön saataville ja käyttöön. Ihmisten tietoisuuden matkapuhelimista, niiden käytettävyydestä ja hyödystä voidaan olettaa olleen matkapuhelinviestinnän alkuvuosina melko vähäistä. GSM:n tullessa markkinoille matkapuhelimiin liittyvä teknologia oli jo tunnettua ja sen käyttöönottoon ei liittynyt enää niin merkittävää riskiä kuin NMT:n.

NMT:n alhaisemman p-arvon vaikutus näkyy loogisesti myös sen suuremmissa t^* ja t^{**} arvoissa. Mallin mukaan NMT saavuttaisi suurimman käyttöönottajamäärän hetken lähes puolet hitaammin kuin GSM. Lähes samansuuruinen ero on havaittavissa verrattaessa kriittisen massan saavuttamiseen kulunutta aikaa. NMT:n saama t^* arvo vaikuttaa kuitenkin todellisuuteen verrattuna liian suurelta; eniten käyttöönottajia olisi sen mukaan siinä vaiheessa, kun teknologia on jo seuraavan sukupolven laitteen lähes kokonaan syrjäyttämä.

Diffuusiokäyrän jyrkkyyteen vaikuttava q arvo on GSM:llä huomattavasti suurempi kuin NMT:llä. Tämä kuvastaa suurempaa sisäisten tekijöiden vaikutusta. GSM:n hankintapäätökseen ovat vaikuttaneet voimakkaammin aiempien käyttäjien muille välittämä tieto sekä sosiaalisen järjestelmän aiheuttama hankintapaine. GSM on kaupalliseen käyttöön tullessaan hyötynyt siitä, että NMT toiminut tienraivaajana ja luonut markkinat. Tämä kuvastaa teknologia sukupolvien välistä vaikutusta; laaja ensimmäisen sukupolven käyttäjäkunta tarkoittaa valistuneempia kuluttajia ja suurempaa kysyntää seuraavalle sukupolvelle.

5 Yhteenveto

Tämän tutkielman tarkoituksena oli tarkastella NMT- ja GSM -matkapuhelinsukupolvien diffuusionopeuden eroavaisuuksia Skandinaviassa. Lisäksi selvitettiin Bassin malliin kuuluvien parametrien avulla ulkoisten ja sisäisten tekijöiden vaikutusta diffuusioon.

Tutkimuksen tulokset eivät olleet yllätyksellisiä. Oli odotettavissa, että ensimmäisenä markkinoille tulleen NMT:n diffuusio on ollut sitä seuraavaa GSM sukupolvea hitaampaa. Analyysin tuottamat estimaatit diffuusioon vaikuttaneista tekijöistä antoivat selityksen diffuusion eroille numeerisessa muodossa.

Ensimmäisenä markkinoille tuleva innovaatio joutuu toimimaan kuluttajien kouluttajana ja uskottavuuden kartuttajana. Täysin uuden tuotteen leviäminen on yleensä alkuvaiheessa hidasta ja kriittisen massan ajankohdan saavuttaminen kestää pidempään kuin seuraavan sukupolven tuotteilla. Syy tähän, etenkin interaktiivisille kommunikaatioinnovaatioille ominaiseen ilmiöön johtuu verkostovaikutuksista ja omaksujien erilaisista piirteistä.

Innovaation käyttöönoton todellinen leviäminen ja diffuusion kiihtyminen tapahtuvat sen jälkeen, kun käyttäjäkuntaan ovat liittyneet alkuvaiheen uskaliaiden innovaattori-henkisten lisäksi myös hieman varautuneemmat omaksujat. GSM pystyi hyödyntämään NMT:n synnyttämää käyttäjäpohjaa ja kuluttajien tietoutta matkapuhelinviestinnästä sekä laitteiden käytettävyydestä.

Verkostovaikutuksen ansiosta matkapuhelimen arvo käyttäjälle kasvaa, kun verkkoon liittyy lisää ominaisuuksiltaan yhteensopivia laitteita. Matkapuhelimelle on myös ominaista taaksepäin vaikuttava verkostovaikutus. Uusi laitteen käyttöönottaja lisää tulevaisuuden käyttäjien laitteiden arvoa, mutta myös aiemmin hankkineiden. Tämä ominaisuus vahvistaa verkostovaikutusta ja nopeuttaa diffuusiota. Koska GSM saapui valmiille markkinoille, oli sen mahdollisuus saada etua myös NMT:n käyttäjien luomasta verkostovaikutuksesta.

Tutkielma tarjosi hyvän mahdollisuuden syventyä innovaatioiden diffuusioon ja perehtyä yhteen käytetyimmistä diffuusiomalleista. Työssä ei tuotettu uutta tietoa vaan sen tuoma hyöty kohdistuu ainoastaan kirjoittajan oman osaamispääoman kasvattamiseen.

Tutkielman suhteen tehty rajausta käyttää Bassin yksinkertaista perusmallia osoittautui oikeaksi. Siihen liittyvät puutteet osoittivat tarpeen perehtyä monipuolisempiin ja paremmin telekommunikaatioalan innovaatioiden tutkimiseen soveltuviin diffuusiomalleihin, joita voisi mahdollisuuksien mukaan käyttää pro gradu -tutkielmassa. Kiinnostavaksi jatkotutkimusaiheeksi nousi tutkielman aikana erityisesti peräkkäisiin teknologiasukupolviin liittyvien tekijöiden ja vaikutusten syvällisempi tarkastelu.

Lähteet

- Apilo, P. & Taskinen, T. (2006). Innovaatioiden johtaminen. VTT Tiedotteita 2330. Espoo: Otamedia.
- Bass, F.M. (1969). A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, vol. 15 (5), 215–227.
- Bayus, B.L. (1993). High-definition television: assessing demand forecasts for a next generation consumer durable. *Management Science*, vol. 39, 319–33.
- Carayannis, E.G., Gonzalez, E. & Wetter, J. (2003). The Nature and Dynamics of Discontinuous and Disruptive Innovations. Teoksessa Shavivina, L.V. (toim.) *The International Handbook of Innovation*. Oxford: Pergamon Press, 115-138.
- Frank, L. (2001). European Union Member Countries Clustered by their Diffusion of Mobile Communications. 13th International ISPIM Conference: Challenges of Innovation and Technology Management for the New Millenium. June 18-20. Lappeenranta, Finland.
- Hölttä, R. (1985). Innovaatioiden tutkiminen 1980 – luvulla. Helsingin kauppakorkeakoulun julkaisu D-68.
- Hölttä, R. (1989). Multidimensional Diffusion of Innovation. The Helsinki School of Economics and Business Administration. Acta Academiae Oeconomicae Helsingiensis Series A:66.
- Ikävalko, J. (2004). Innovaatiot tuotekehitysprosessissa – Case Zernike -menetelmän arviointi. Teknillinen korkeakoulu Lahden keskus [verkkojulkaisu]. Viitattu 20.12.2007. http://julkaisut.ltk.hut.fi/uploads/250/file_library/2004.ikavalko.pdf
- Katz, M.L. & Shapiro, C. (1985). Network externalities, competition, and compatibility. *American Economic Review*, vol. 75 (3), 424–440.
- Kim, M-S. & Kim, H. (2007). Is there early take-off phenomenon in diffusion of IP-based telecommunications services? *The International Journal of Management*, vol. 35 (6), 727–739.
- Klosterman, R.R. (1990). *Community Analysis and Planning Techniques*. Savage, MD: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Koski, H. (2000). Telemarkkinat taloustieteen näkökulmasta. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, vol. 96 (1), 48–60.
- Liebowitz, S.J. & Margolis, S.E. (1994). Network externality: An uncommon tragedy. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8 (2), 133–150.
- Liikanen, J., Stoneman, P. & Toivanen, O. (2004). Intergenerational effects in the diffusion of new technology: the case of mobile phones. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 22, 1137–1154.

- Lim, B.L., Choi, M.K. & Park, M.C. (2003). The late take-off phenomenon in the diffusion of telecommunication services: network effect and the critical mass. *Information Economics and Policy*, vol. 15 (4), 537–557.
- Mahajan, V. & Muller, E. (1979). Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing. *Journal of Marketing*, vol. 43 (4), 55–68.
- Mahajan, V., Muller, E. & Bass, F.M. (1990). New product diffusion models in marketing: a review and directions for research. *Journal of Marketing*, vol. 54 (1), 1–26.
- Mahler, A. & Rogers, E.M. (1999). The diffusion of interactive communication innovations and the critical mass: the adoption of telecommunications services by German banks. *Telecommunication Policy*, vol. 23, 719–740.
- Manninen, A.T. (2002). Elaboration of NMT and GSM Standards. From Idea to Market. Jyväskylän yliopisto. *Studia Historica Jyväskyläläensia* 60.
- Markus, M.L. (1987). Toward a "critical mass" theory of interactive media: universal access, interdependence and diffusion. *Communication Research*, vol. 14, 491–511.
- Meade, N. & Islam, T. (1998) Technological Forecasting – Model Selection, Model Stability and Combining Models. *Management Science*, vol. 44 (8), 1115–1130.
- Parker, P.M. (1993). Aggregate diffusion forecasting models in marketing: a critical review. Marketing Working Paper Series; MKTG 94.003 [online]. Tulostettu 3.1.2008 <http://hdl.handle.net/1783.1/831>.
- Putsis, W.P. & Srinivasan, V. (2000). Estimation Techniques for Macro Diffusion Models. Teoksessa Mahajan, V., Muller, E. & Wind, T. (toim.) *New Product Diffusion Models*. Boston & Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 261–292.
- Puumalainen, K. (2002). Global diffusion of innovations in telecommunications: Effects of Data Aggregation and Market Environment. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. *Acta Universitatis* 143.
- Robertson, T.S. (1967). The Process of Innovation and the Diffusion of Innovation. *Journal of Marketing*, vol. 31 (1), 14-19.
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of Innovations*, 5th edition. New York, NY: The Free Press.
- Schoder, D. (2000). Forecasting the success of telecommunication services in the presence of network effects. *Information Economics and Policy*, vol. 12, 181–200.
- Shapiro, C. & Varian H.R. (1999). *Information rules*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Tanny, S.M & Derzko, N.A. (1988). Innovators and imitators in innovation diffusion modeling. *Journal of Forecasting*, vol. 7, 225–34.

Teng, J.T.C., Grover, V. & Güttler, W. (2002). Information Technology Innovations: General Diffusion Patterns and Its Relationships to Innovation Characteristics. *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 49(1), 13–27.