# The diffusion of a learning intensive technology into organisations: The case of personal computing

**Jukka Heikkilä**
Jyväskylän yliopisto, informaatioteknologian maisteriohjelmat

Suomenkielinen tiivistelmä Helsingin kauppakorkeakoulussa
tarkastetusta väitöskirjasta (toukokuu 1995, A104, 233 sivua)

28. huhtikuuta 1997

## 1 Johdanto

Tietotekniikan kustannus- ja tuottavuusvaikutuksista alettiin käydä vilkasta keskustelua vuosikymmenen vaihteessa, jolloin esim. Strassmanin [Str90] ja Brynjolfssonin [Bry93] tutkimuksissa ei havaittu tietotekniikkainvestointien lisäävään yritysten kannattavuutta sen enempää kuin tuottavuuttakaan. Kuitenkin yritykset ovat jatkaneet investointejaan tietotekniikkaan, esim. Yhdysvalloissa 90-luvulla kolmannes kaikista investoinneista on kohdistunut tietotekniikkaan. Mikäli tietotekniikkainvestoinnit eivät todellakaan ole tuottavia, on em. investointivauhdista odotettavissa kansantalouden laajuisia ongelmia. Mutta mitä yrityksissä tapahtuu, kun uusi tekniikka alkaa tunkeutua työprosesseihin? Tässä tutkimuksessa pyritään yhdistämään yksilötason tarkastelu laajempiin yritystason taloudellisuusvaikutuksiin, sillä muodostaahan jälkimmäinen puitteet yksilöiden toiminnalle pitkällä aikavälillä.

## 2 Työn tavoitteet ja toteutus

Väitöskirjani käsittelee mikrotietokoneiden käyttöönoton pitkän aikavälin taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia, toisaalta tulosyksikön ja toisaalta yksilön näkökulmasta. Keskeisenä tavoitteena on tutkia seuraavia kysymyksiä:

1. Millaisia tuottavuus- ja kannattavuusvaikutuksia mikrotietokoneinvestoinneilla on pitkällä aikavälillä? Osatavoitteina ovat erityisesti:
   - pitkän aikavälin kustannusrakenteen ja siinä tapahtuneiden muutosten tarkastelu ja
   - saavutettujen hyötyjen analysointi.
2. Miten mikrotietokoneteknologian diffuusio on edennyt tutkituissa yrityksissä, ja kuinka hyvin diffuusiota voidaan selittää olemassaolevilla teoreettisilla malleilla?

3. Miten diffuusionopeuteen voidaan vaikuttaa?

Lähinnä vastaavia tutkimuksia aiheeltaan ja menetelmällisesti ovat tehneet Flensburg [Fle86] sekä Morell [Mor88], Pentland [Pen89] ja vastaväittäjäni J.C.Brancheau [Bra87, BrW90, BrB93]. Esimerkkinä käytän kansainvälisillä markkinoilla toimivan suomalaisen teollisuusyrityksen kahdessa tulosyksikössä kerättyjä tulosyksikkö- ja yksilötason kokemuksia sekä kustannuksia ja hyötyjä mikrotietokoneiden käytöstä vuosina 1985-1993. Tulosyksikkötason aineisto koostuu budjeteista ja toteutuneista kustannustiedoista, jotka on kerätty atk- päälliköiden kanssa yhteistyössä. Yksilöiden kokemukset kerättiin teemahaastatteluin, joissa stratoittain satunnaisesti valitut käyttäjät kuvasivat retrospektiivisesti käyttöhistoriansa, jonka aikaisiin merkittäviin tapahtumiin tiedot sidottiin. Tällä pyrittiin varmistamaan toisaalta tapausten ajallinen oikeellisuus ja toisaalta suhteuttamaan tapahtumien merkityksellisyys kunkin käyttäjän kannalta.

Poikkitieteellisessä tutkimuksessani sovelletaan siten sekä sosiologian että taloustieteen lähestymistapoja. Työssä käytetään menetelminä mm. tulkitsevaa työntutkimusta, objektiivisia kustannuslaskelmia, peliteoreettista analyysiä ja diffuusioteoreettisia malleja. Keskeisessä asemassa kautta työn ovat Beckerin esittämän *ajan allokaatioteorian* ajatukset, joissa yksittäistä ihmistä tarkastellaan pikemminkin hyvinvointia luovana tuotantoyksikkönä kuin kuluttajana perinteisessä mielessä [Bec65]. Tällöin keskeiseksi tehtäväksi nousee niukan ajan allokointi tuottavasti hyvinvoinnin maksimoimiseksi. Ajattelun myötä mm. kotona tehtävä työ on siis otettu tutkimuksen piiriin.

Vastaavasti ei-kooperativisen peliteorian avulla saadaan perinteisesti yksilöstä lähtevää tietokoneen käytön analyysiä tarkennettua relevantimmaksi, sillä normaalistihan investoinnista päättävä investoija ja tietotekniikkaa hyödyntävä käyttäjä ovat eri henkilöitä, joilla on usein *ristiriitaiset tavoitteet* ja *yksityistä informaatiota* (esim. [MiR92]) investoinnin todellisista vaikutuksista.

Viimeisenä keskeisenä teoreettisena käsitteenä mainittakoon *ulkoisvaikutus*, eli hyötyjen ja kustannusten riippuminen muiden taloudellisten toimijoiden tekemisistä [Coa60]. Työssäni tämä tarkoittaa analyysin ulottamista yksittäisen käyttäjän lähipiiriin ja organisaation sidosryhmiin.

Koska PC-teknologia vaatii käyttäjältään huomattavissa määrin *soveltavaa opettelemista* [CuP82], tulevat kustannus-hyötyanalyysissä keskeiseen asemaan menetetyn työajan vaihtoehtoiskustannukset, jotka syntyvät tietokoneen käyttöön liittyvien ongelmien selvittelyyn ja opetteluun tuhraantuvasta ajasta. Kontekstin luomiseksi väitöskirjassa tarkastellaan ensin yksiköiden tietojärjestelmäpolitiikkaa sekä niiden vaikutusta käyttökustannuksiin ja hyötyihin. Tätä täydennetään edelleen käyttäjähaastatteluin, joita käytetään vaihtoehtoiskustannusten määrittelyn lähteenä: satunnaisotannan ansiosta yksilötason kustannukset voidaan aggregoida yksikkötasolle, joten näin saadaan lasketuksi PC-tekniikan erilliskustannukset. Täten muodostetun kustannusaineiston avulla saadaan arvioitua myös investointien kannattavuus pitkällä aikavälillä suhteutettuna käyttäjien kuvaamiin hyötyihin. Lisäksi työssä verrataan havaintoja mikrotietokoneiden käytön yleistymisestä, eli diffuusiosta, teoreettisiin malleihin sekä kehitetään ehdotus käyttöönoton ja käytön tukitoimintojen tehostamiseksi.

## 3 Tulokset

Tutkimuksen esimerkkiyrityksissä havaittiin käyttäjillä kuluneen alussa jopa yli puolet PC:n käyttöajasta opetteluun, omien ja työtovereiden ongelmien selvittelyyn sekä osallistumiseen hankintoihin ja muihin toiminnan järjestelyihin. Kokemuksen myötä näiden osuus käyttöajasta näyttää asettuvan parinkolmenkymmenen prosentin tienoille, mikä tarkoittaa noin 10%:a viikottaisesta työajasta. Tämä tulos on saanut sittemmin vahvistusta ulkomaisissa tutkimuksissa [Tec93].

Ohjelmien ja tekniikan kehittymisestä huolimatta viime aikoina aloittaneiden käyttäjien oppiminen näyttää vaativan yhtä suuren ponnistuksen kuin aiemmin aloittaneillakin, sillä opeteltavaa on jatkuvasti enemmän tietotekniikan tunkeutuessa kaikille liiketoiminnan alueille. Kokemusten karttuminen käyttäjäkunnassa näyttää kuitenkin lyhentäneen yksittäiseen käyttöönottoon kuluvaa aikajännettä. Organisaatioiden tasolla havaittiin vaihtoehtoiskustannusten muodostavan peräti kaksi kolmannesta henkilökohtaisen tietojenkäsittelyn kustannuksista – tämä vastaa amerikkalaisten, myös muissa kuin mikrotietokoneympäristössä, saavutettuja tietojärjestelmätutkimusten tuloksia (esim. [Gar93, Gar95]) Näin ollen vaihtoehtoiskustannukset näyttävät olevan jopa kaksinkertaiset yleensä budjetoituihin kustannuseriin nähden. Käyttäjän kannalta ne voivat olla vieläkin suuremmat, sillä lähes puolet tutkituista käyttäjistä on opiskellut mikrotietokoneiden käyttöä kotonaan. Vaihtoehtoiskustannusten merkitys korostunee tulevaisuudessa edelleen mikrotietokoneiden hintojen laskiessa, käyttäjäkunnan kasvaessa sekä tietojärjestelmien monimutkaistuessa ja kytkeytyessä toisiinsa yhä tiukemmin.

Tutkimuksessa osoitetaan, että huomattavan suurista piilokustannuksistaan huolimatta mahdollisuus kasvattaa tietojenkäsittelykapasiteettia pienissä erissä tekee mikrotietokoneista taloudellisesti kilpailukykyisen vaihtoehdon muihin yrityksen toiminnan tehostamistapoihin, kuten lisähenkilöston palkkaukseen tai ulkoistamiseen verrattuna. Vähittäinen kapasiteetin kasvattaminen tarjoaa myös mahdollisuuksia investointiriskin hajauttamiseen ja lisätiedon hankkimiseen todellisesta kannattavuudesta sitomatta kaikkia investointivaroja kerralla. Lisäksi mikrotietokoneiden standardiohjelmistojen käytön hyötyvaikutukset näyttävät ulottuvan edeltäkäsin arvioitua enemmän käyttäjän työtehtävien ja työryhmän lisäksi myös monille ennalta-arvaamattomille ryhmille monimutkaisten hyötyverkkojen muodossa. Näiden organisaatiorajoja ylittävien ulkoisvaikutusten sisällyttäminen kannattavuusarviointeihin tulleekin olemaan yhä keskeisempää niin laajempien kokonaisuuksien arvioinnissa kuin yksittäisten laitehankintojenkin tasolla.

Tukeutuen yleisiin käyttöönottoa kuvaaviin malleihin (esim. [Rog83, FaS85, Iiv86, LiM91, Ban92]) väitöskirjassa esitetään, että toisiaan seuraavat käyttöönottopäätökset perustuvat erilaiseen informaatioon mikrotietokoneiden ominaisuuksista, hyödyllisyydestä ja edellämainittujen ulkoisvaikutuksien merkityksestä diffuusion eri vaiheissa. Näitä mikrotietokoneiden käyttöönottoprosesseja havaittiin esimerkkiyrityksissä olevan meneillään yhtäaikaisesti useita, tyypillisesti osastoittain sekä työ- ja ammattiryhmittäin. Näin ollen käyttöönoton ja käytön tukitoimenpiteiden (kuten koulutuksen, neuvonnan ja standardoinnin) ajoittamiseen on tuskin löydettävissä yksituumaista ratkaisua, vaan ne on arvioitava käyttäjittäin tai liiketoimintakokonaisuuksittain. Väitöskirjassa kehitetäänkin malli, jonka avulla tietoteknisten apuvälineiden ominaisuuksien soveltuvuutta sekä käyttäjän henkilökohtaisiin ominaisuuksiin että työtehtävän vaatimuksiin voidaan arvioida etukäteen. Tällä tavoin voidaan valita käyttäjille sopivimmat tukitoimet, sovittaa ne käyttäjän työtehtävien ja kiireiden lomaan sekä estää tukitoimenpiteiden tukahtuminen kasvavan käyttäjäkunnan ja monimutkaistuvan tietojärjestelmäarkkitehtuurin paineessa.

Vaikka mikrotietokone onkin ymmärretty käyttäjän henkilökohtaisena työkaluna, on sen rooli selvästi täydentymässä paikasta riippumattomaksi yhteiseksi kommunikaation ja tehtävien jaon välineeksi tietoverkkojen yleistyessä. Tällöin korostuvat erityisesti omien työtehtävien ymmärtäminen yhteydessä muihin liiketoiminnan osiin ja tietoteknisten apuvälineiden rooli tässä kokonaisuudessa. Näillä edellytyksillä kuka tahansa yrityksessä saattaa kyetä liiketoimintaa tehostaviin kauaskantoisiin ja monesti ennalta-aavistamattomiin innovaatioihin. Kuitenkaan investoinnit työvälineisiin eivät itsessään ole tae kannattavuuden tai tuottavuuden paranemiselle, vaan kyse on pohjimmiltaan toimintatapojen ja teknologian yhteensovittamisesta. Tällöin muutoksen hallinta, koulutus ja jatkuva oppiminen ovat avainasemassa menestyksekkäille mukautuvaa oppimista vaativille teknologiainvestoinneille, jollaisista tämän tutkimuksen mikrotietokoneteknologia on eräs esimerkki.

## Viitteet


[Ban92] Banerjee A.V.: A Simple Model of Herd Behavior. *The Quarterly Journal of Economics* 107, 3 (Aug. 1992), pp. 797–817.

[Bec65] Becker G.S.: A Theory of the Allocation of Time. *Economic Journal* 75, 299 (Sept. 1965), pp. 493–517.

[Bra87] Brancheau J.C.: The Diffusion of Information Technology: Testing and Extending Innovation Diffusion Theory in the Context of End-User Computing. Unpublished Ph.D. Thesis, Graduate School of University of Minnesota, 1987, 261 pages.

[BrB93] Brancheau J.C. and Brown C.V.: The Management of End-User Computing: Status and Directions. *ACM Computing Surveys* 25, 4 (Dec. 1993), pp. 437–482.

[BrW90] Brancheau J.C. and Wetherbe J.C.: The Adoption of Spreadsheet Software: Testing Innovation Diffusion Theory in the Context of End-User Computing. *Information Systems Research* 1, 2 (June 1990), pp. 115–143.

[Bry93] Brynjolfsson E.: The Productivity Paradox of Information Technology. *Communications of the ACM* 36, 12 (Dec. 1993), pp. 67–77.

[Coa60] Coase R.H.: The Problem of Social Cost. *The Journal of Law and Economics* 3, October 1960, pp. 1–44.

[CuP82] Curley K.F. and Pyburn P.J.: 'Intellectual' Technologies: The Key to Improving White-Collar Productivity. *Sloan Management Review*, Fall 1982, pp. 31–39.

[FaS85] Farrell J. and Saloner G.: Standardization, Compatibility, and Innovation. *Rand Journal of Economics* 16, 1 (Spring 1985), pp. 70–83.

[Fle86] Flensburg P.: *Personlig databehandling: Introduktion, konsekvenser, möjligheter*. Studentlitteratur, Lund, Sweden, 1986, 215 pages (in Swedish).

[Gar93] Gartner Group: *Management Strategies: PC Cost/Benefit Payback Analysis*, 1993.

[Gar95] Gartner Group: *Desktop Computing: Management Strategies to Control the Rapidly Escalating Cost of Ownership*, 1995.

[Iiv86] Iivari J.: An Innovation Research Perspective on Information System Implementation. *International Journal of Information Management* 6, 1986, pp. 123–144.

[LiM91] Lippman S.A. and McCardle K.F.: Uncertain Search: A Model of Search Among Technologies of Uncertain Values. *Management Science* 37, 11 (Nov. 1991), pp. 1474–1490.

[MiR92] Milgrom P. and Roberts J.: *Economics, Organization and Management*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992, 621 pages.

[Mor88] Morell J.A.: The Organizational Consequences of Office Automation: Refining Measurement Techniques. *DATA BASE*, Fall/Winter 1988, pp. 16–23.

[Pen89] Pentland B.T.: Use and Productivity in Personal Computing: An Empirical Test. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Information Systems*, 1989, Boston, Massachusetts, pp. 211–222.

[Rog83] Rogers E.M.: *Diffusion of Innovations*, 3rd ed. The Free Press, New York, 1983, 453 pages.

[Str90] Strassman P.: *The Business Value of Computers*. Information Economics Press, New Canaan, Connecticut, 1990, 522 pages.

[Tec93] *Technology Review* 96, 2, 1993, p.72: The Futz Factor.