

# ETLA

**ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS**

THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY  
Lönnrotinkatu 4 B 00120 Helsinki Finland Tel. 358-9-609 900  
Telefax 358-9-601 753 World Wide Web: <http://www.etla.fi/>

## **Keskusteluaiheita - Discussion papers**

No. 648

Heli Koski

**VERKOSTOEKSTERNALITEETTIN  
TALOUSTIETEELLINEN ANALYYSI  
JA VAIKUTUKSET HARJOITETTAVAAN  
TEKNOLOGIAPOLITIIKKAAN**



**Koski, Heli, VERKOSTOEKSTERNALITEETTIEN TALOUSTIETEELLINEN ANALYYSI JA VAIKUTUKSET HARJOITETTAVAAN TEKNOLOGIA-POLITIikkaAN**, ETLA, The Research Institute of the Finnish Economy, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, 1998, 21 s. (Discussion Papers, Keskusteluaiheita, ISSN 0781-6847; No 648)

**ABSTRACT:** This report sheds light on the specific features of the markets in the presence of network externalities and, in particular, on the role of network externalities in the adoption and diffusion of network technologies. It also discusses suitability of various means of technology policy when the markets are characterised by network externalities. Our discussion regarding the specific markets features and technology policy in the presence of network externalities concentrates on the demand side of the market, particularly on the firms' decision-making in regard to the adoption of network technologies.

**KEY WORDS:** Network externalities, adoption of network technologies, technology policy

**TIIVISTELMÄ:** Tämän raportin päämääränä on selventää markkinoiden toiminnan erityispiirteitä verkostoeksternaliteettien vallitessa ja erityisesti verkostoeksternaliteettien roolia verkostoteknologioiden käyttöönotossa ja leviämässä. Raportissa pohditaan myös erilaisten teknologiapoliittisten keinojen soveltuvuutta, kun markkinoita luonnehtivat verkostoeksternaliteetit. Sekä markkinoiden toimintaa että teknologiapoliittisia keinoja käsiteltäessä pääpaino on kysyntäpuolella ja erityisesti yritysten verkostoteknologioiden käyttöönottopäätöksissä.

**AVAINSANAT:** Verkostoeksternaliteetit, verkostoteknologioiden käyttöönotto, teknologiapoliittikka



**Heli Koski**

**Verkostoeksternaliteettien taloustieteellinen analyysi ja vaikutukset harjoitettavaan teknologiapoliittikkaan**

**YHTEENVETO**

Tämän raportin päämääränä on selventää markkinoiden toiminnan erityispiirteitä verkostoeksternaliteettien vallitessa ja erityisesti verkostoeksternaliteettien roolia verkostoteknologioiden käyttöönotossa ja leviämisessä ja tätä kautta yhteiskunnan informaatioinfrastruktuurin rakentamisessa. Raportissa pohditaan myös erilaisten teknologiapoliittisten keinojen soveltuvuutta, kun markkinoita luonnehtivat verkostoeksternaliteetit. Sekä markkinoiden toimintaa että teknologiapoliittisia keinoja käsiteltäessä pääpaino on kysyntäpuolella ja erityisesti yritysten verkostoteknologioiden käyttöönottopäätöksissä.

Verkostoeksternaliteettien olemassaolo, teknologian käyttäjien välisten hyötyjen keskinäinen riippuvuus, on keskeinen verkostoteknologioiden markkinat muista markkinoista erottava tekijä. Myös teknologioiden ja teknologisten komponenttien täydentävyydellä ja keskinäisellä yhteensopivuudella on tärkeä rooli sekä verkostoteknologioiden valmistajien tuotantopäätöksissä että teknologioiden käyttäjien käyttöönottopäätöksissä. Teknologian tarjoajien tuotantopäätöksillä liittyen tarjottavien teknologioiden yhteensopivuuteen ja teknologioiden käyttöönottajien aiemmilla teknologiavalinnoilla ja täten markkinoiden historialla on merkitystä. Myös odotuksilla on merkittävä rooli verkostoteknologioiden käyttöönotossa ja leviämisessä sekä myös verkostoteknologioiden tarjonnassa. Tästä seuraa se verkostomarkkinoiden erityispiirre, että menestyvällä teknologialla ja sen komplementeilla on tapana kasvattaa markkinaosuuksiaan entisestään.

Koska markkinoilla voi esiintyä tehottomuutta verkostoeksternaliteettien vallitessa voidaan teknologiapoliittikkaa tarvita korjaamaan verkostoteknologioiden markkinoiden toiminnan puuttellisuuksia. Standardointi mahdollistaa verkostoeksternaliteettien täysimittaisen hyödyntämisen kaikkien käytössä olevien teknologioiden ollessa yhteensopivia, mutta standardointiin voi liittyä myös

huomattavia kustannuksia. Standardointiprosessi on usein aikaavievä ja kallis ja lisäksi standardointi saattaa hidastaa innovaatioita ja vähentää tuotevalikoimaa markkinoilla vähentäen näin kuluttajien hyötyä. Verkostoteknologia-investointien suoraan rahalliseen tukemiseen liittyy lukuisia ongelmia. Suoraa rahallista tukea parempi vaihtoehto lienee verkostoteknologioiden käyttöönoton tukeminen yrityksissä niin, että yrityksissä ymmärretään uusien teknologioiden strategiset hyödyntämismahdollisuudet ja näiden mahdollisuuksien käyttämisen edellyttämät henkilökunnan koulutustarpeet. Hyviä tuloksia voidaan saavuttaa esimerkiksi toimialakohtaisilla ohjelmilla, jotka tukevat toimialan yritysten strategista verkostoteknologioiden hyödyntämistä.

Verkostoteknologioiden leviämistä tukevan käytännön teknologiapolitiikan harjoittamisessa voidaan myös hyödyntää teknologioiden komplementaarisuutta: tietyn teknologian laajamittaiseen hyödyntämiseen tähtäävillä toimenpiteillä voidaan vaikuttaa myös muiden muiden tätä teknologiaa täydentävien teknologioiden käyttöönottoon.

## 1. Johdanto

Tieto- ja tietoliikenneteknologinen kehitys viimeisten vuosikymmenien aikana on ollut erittäin voimakasta. Tietotekniikan maailmanmarkkinat kasvoivat vuosien 1987 ja 1994 välillä kaksi kertaa nopeammin, keskimäärin, kuin talouksien bruttokansantuote. Tietotekniikan maailmanmarkkinoiden arvo oli noin 27.9 miljardia USD vuonna 1995. Erityisen voimakasta kasvu on ollut Internetin ja siihen liittyvien tuotteiden ja palveluiden osalta: Internetiin liittyneiden isäntäkoneiden määrä enemmän kuin viisinkertaistui vuoden 1995 heinäkuusta vuoden 1997 alkuun mennessä. Nämä kasvuluvut kuvastavat kuitenkin vasta alkua laajamittaiselle tieto- ja tietoliikenneteknologian hyödyntämiselle maailmantalouksissa. Tästä kertoo myös se, että julkisvaroin rahoitetut massiiviset tieto- ja tietoliikenneteknologian käyttöönottoa ja leviämistä tukevat ohjelmat jatkuvat voimakkaina. Esimerkiksi USA julkisti vuoden 1996 lopussa 1.05 miljardin USD suuruisen tieto- ja tietoliikenneteknologian käyttöönottoa ja leviämistä tukevan ohjelman, johon on budjetoitu 100 miljoonaa USD käytettäväksi Internet yhteyksien levittämiseen kautta Yhdysvaltojen.

Tieto- ja tietoliikennesektorin kasvava merkitys talouksissa ja yleinen tekninen kehitys kohti teknisiä systeemejä, joiden komponentit ja käyttö ovat toisistaan riippuvaisia ovat saaneet lukuisat taloustieteilijät kiinnostumaan *verkostoeksternaliteeteista* ja niiden taloudellisista seuraamuksista (kts esim. Farrell ja Saloner, 1985, 1986; Katz ja Shapiro, 1985, 1986; Choi, 1994; Shy, 1996). Verkostoeksternaliteetti eli verkostoulokoisvaikutus tarkoittaa sitä, että teknologian käyttäjän hyöty teknologiasta riippuu keskeisesti toisten taloudellisten toimijoiden teknologioiden käyttöönottopäätöksistä. Yritysten tieto- ja tietoliikenneinvestoinnit ovat erityisen tärkeitä, koska ne voivat lisätä yritysten tuottavuutta ja vähentää kustannuksia ja tätä kautta osaltaan myötävaikuttaa taloudellisen kasvuun. Tämän takia sekä taloudellisen tutkimuksen että teknologiapolitiikan olisi syytä kiinnittää huomiota paitsi innovaatioiden ja uusien teknologioiden kehittämiseen yrityksissä myös niiden teknologiainvestointeihin; yrityksille tulisi antaa myös insentiivejä ottaa käyttöön uusia teknologioita.

Tämän raportin päämääränä on selventää markkinoiden toiminnan erityispiirteitä verkostoeksternaliteettien vallitessa ja erityisesti verkostoeksternaliteettien roolia verkostoteknologioiden käyttöönotossa ja leviämisessä ja tätä kautta yhteiskunnan informaatioinfrastruktuurin rakentamisessa. Raportissa pohditaan myös erilaisten teknologiapoliittisen

keinojen soveltuvuutta, kun markkinoita luonnehtivat verkostoeksternaliteetit. Sekä markkinoiden toimintaa että teknologiapoliittisia keinoja käsiteltäessä pääpaino on kysyntäpuolella ja erityisesti yritysten verkostoteknologioiden käyttöönottopäätöksissä.

Raportin rakenne on seuraava. Kappale 2 sisältää verkostoeksternaliteettien määrittelyn ja verkostoeksternaliteettien luokittelun niiden staattisen/dynaamisen luonteen perusteella. Kappale 3 perehtyy verkostoeksternaliteettien taloudellisiin vaikutuksiin. Kappale 3.1 käsittelee markkinoiden toimintaa verkostoeksternaliteettien vallitessa ja kappale 3.2 esittelee taloustieteellisen tutkimuksen tarjoamaa empiiristä evidenssiä verkostoeksternaliteettien olemassaolosta ja vaikutuksista markkinoilla. Kappaleessa 4 käsitellään erilaisia teknologiapoliittisia keinoja ja niiden soveltuvuutta verkostoeksternaliteettien vallitessa. Kappaleessa 5 esitetään lyhyt yhteenveto.

## **2. Verkostoeksternaliteetit**

Eksternaliteetit eli ulkoisvaikutukset, niiden olemassaolo ja taloudelliset vaikutukset, ovat kiinnostaneet taloustieteilijöitä vuosikymmenien ajan (ks. esim. Pigou, 1912; Ellis ja Fellner, 1943; Buchanan ja Stubblebine, 1962; Dybvig and Spatt; 1983; Cornes and Sandler, 1986; Liebowitz and Margolis, 1994). Eksternaliteetti tarkoittaa tilannetta, jossa yhden talouden toimijan toiminta vaikuttaa suoraan jonkin toisen tai joidenkin toisten taloudellisten toimijoiden hyötyyn (kuluttajat) tai tuottavuuteen/voittoihin (yritykset). Esimerkiksi tupakointi voi vaikuttaa negatiivisesti tupakoimattomien henkilöiden hyötyyn tai tehtaasta tuleva saaste voi vaikuttaa haitallisesti viljelijän tuotantoon. Tällöin markkinatasapaino on tehoton eli markkinoiden toiminta ei allokoisi resursseja tehokkaalla; markkinahintoihin ei sisälly markkinoiden toiminnasta seuraten kaikkia kustannuksia. Markkinoiden toimiessa tehottomasti eksternaliteettien takia on julkisen vallan politiikkatoimien tarkoituksena sisäyttää (internalize) eksternaliteetit eli varmistaa, että markkinahinnat vastaavat todellisia kustannuksia ja johtavat siten tehokkaaseen resurssien allokointiin. Eksternaliteeteista johtuvaan markkinoiden tehottomuuteen on esitetty useita korjauskeinoja kuten verot ja tuet sekä eksternaliteettien sisäyttäminen omistusoikeuksien avulla.



Tieto- ja tietoliikennetekniikan nopea kehitys ja uusien teknologioiden laaja sovellettavuus talouden eri sektoreiden toiminnoissa on johtanut siihen, että yhteiskunnan toiminnot yhä enemmän perustuvat verkostoteknologioiden käyttöön eli sellaisten teknisten systeemien käyttöön, joiden komponentit ja käyttö ovat toisistaan riippuvia ja joiden käyttöönottoa ja leviämistä luonnehtivat verkostoeksternaliteetit. Tällaisia systeemejä ovat esimerkiksi videonauhurit, joiden käyttö edellyttää standardinmukaisia videokasetteja - USAssa ja Euroopassa on käytössä eri standardi – ja yrityksissä käytettävät informaatiojärjestelmät, jotka koostuvat yhteensopivista tieto- ja tietoliikenneteknologisista komponenteista, kuten kovalevyt, käyttöjärjestelmät, ohjelmistot, yrityksen sisäinen ja ulkoinen tietoverkko. Tämä on ollut eräs keskeinen syy siihen, että taloustieteilijöiden kiinnostus eksternaliteetteja kohtaan on virinnyt uudelleen (ks. esim. Farrell and Saloner, 1985; Katz and Shapiro, 1985; Antonelli, 1992 (toim.); Choi, 1994; Economides, 1996).

Verkostoeksternaliteetti eli verkostoulkovaikutus tarkoittaa sitä, että teknologian käyttäjän hyöty teknologiasta riippuu keskeisesti toisten taloudellisten toimijoiden teknologioiden käyttöönottopäätöksistä. Teknologian käyttäjien määrä muodostaa osan teknologian arvoa sen käyttäjälle. Positiivinen (suora) verkostoeksternaliteetti tarkoittaa sitä, että teknologian tai verkoston käyttäjän hyöty kasvaa teknologian lisäkäyttäjien myötä ja koska yksittäisen lisäkäyttäjän rajahyöty teknologian käyttöönotosta on tällöin pienempi kuin sen yhteiskunnallinen rajahyöty, tästä seuraa markkinahäiriö (market failure). Markkinoiden toimiessa vapaasti verkoston koko, tai verkostoteknologian käyttäjien määrä, on pienempi kuin olisi optimaalista yhteiskunnallisen hyvinvoinnin kannalta. Yleensä positiivinen verkostoeksternaliteetti on dominoiva niin kauan kuin verkoston (esim. viestintäverkoston) kapasiteetti on riittävä käsittelemään välitetyn informaation viivästyksettä. Negatiivinen verkostoeksternaliteetti syntyy lisäkäyttäjien ylikuormittaessa verkostoa ja aiheuttaessa viivästyksiä tiedonsiirrossa. Esimerkiksi Internetin suosion kasvettua valtaisesti viimeisten vuosien aikana, on Internet-verkon käyttöä jo usein moitittu hitaaksi verkon ylikuormittumisen takia.

### ***Verkostoeksternaliteettien luokittelu***

Verkostoeksternaliteetit voidaan luokitella niiden staattisen/dynaamisen luonteen mukaan kahteen eri kategoriaan: (i) *staattiset verkostoeksternaliteetit* (static/cross-sectional externalities) ja (ii) *dynaamiset verkostoeksternaliteetit*

(dynamic/sequential/ adoption externalities). Staattisilla verkostoeksternaliteeteilla tarkoitetaan teknologian käyttäjien välistä keskinäistä riippuvuutta, joka ilmenee tietyn ajanjakson sisällä. Tällaisia ovat *kulutuseksternaliteetit* (consumption externalities) ja *tuotantoon liittyvät verkostoeksternaliteetit* (production network externalities). Kulutuseksternaliteetti kuvaa kuluttajien välistä suoraa riippuvuutta tietyssä ajanjaksona; muiden kuluttajien verkostoteknologian käyttöönotto- ja käyttöpäätökset vaikuttavat yksittäisen kuluttajan hyötyfunktioon. Esimerkiksi suurempi määrä sähköpostin käyttäjiä voi lisätä yksittäisen käyttäjän saamaa hyötyä sähköpostijärjestelmästä.

Tuotantoon liittyviä verkostoeksternaliteetteja on kahden tyyppisiä. Ensinnäkin, yrityksen tulos tai voitto saattaa riippua toisten yritysten verkostoteknologioiden käytöstä sen tuotantopanostusten kautta. Tällaista eksternaliteettia nimitetään *rahamääräiseksi verkostoeksternaliteetiksi* (pecuniary network externality). Positiivinen rahamääräinen verkostoeksternaliteetti tarkoittaa sitä, että yrityksen voitto kasvaa uusien yritysten liittyessä sen käyttämään verkostoon tai siirtyessä käyttämään yrityksen kanssa yhteensopivaa verkostoteknologiaa. Näin voi tapahtua esimerkiksi, kun suurempi osa yrityksen liikekumppaneista siirtyy käyttämään yhteensopivaa viestintäteknologiaa yrityksen käyttämän teknologian kanssa ja yrityksen transaktio- ja viestintäkustannukset alenevat toisten yritysten toimien seurauksena.

Toinen yrityksen tuotantoon liittyvä verkostoeksternaliteettityyppi on *tekninen verkostoeksternaliteetti* (technical network externality), joka vaikuttaa yrityksen tuotannontekijöiden tuottavuuteen. Esimerkiksi työn tuottavuus yrityksissä – erityisesti informaatiointensiivillä toimialoilla - voi riippua siitä kuinka suuri osa yrityksen liikekumppaneista ja asiakkaista käyttää yrityksen kanssa yhteensopivaa viestintäteknologiaa. Työn tuottavuuden kasvu voi seurata aikasäästöistä, jotka saavutetaan käytettäessä tieto- ja tietoliikenneteknologiaa informaation käsittelyyn, välittämiseen ja vastaanottamiseen.

Dynaamiset verkostoeksternaliteetit kuvastavat taloudellisten toimijoiden välistä riippuvuutta yli ajan. Edellä kuvatuista staattisista verkostoeksternaliteeteista johtuen verkostoteknologioiden käyttöönottopäätöksiin vaikuttavat sekä aiempien ja nykyisten käyttäjien teknologiavalinnat että teknologioiden odotettu leviäminen tulevaisuudessa. Dynaamisiin verkostoeksternaliteetteihin kuuluvat *epäsuorat verkostoeksternaliteetit* sekä yksittäisen talouden toimijan teknologian käyttöönotto, joka on epäoptimaalinen yhteiskunnan kannalta sen aiemmille tai

myöhemmille teknologian käyttäjille aiheuttaman eksternaliteeteista saatavan hyödyn menetyksen takia (backward/forward externalities).

Epäsuora verkostoeksternaliteetti on tulosta siitä, että verkostomarkkinoilla verkoston komponentit tai teknologiat ovat toisiaan täydentäviä ja siten yksittäisen teknologian tai verkostopalvelun kysynnän kasvusta seuraa myös sitä täydentävien, yhteensopivien teknologioiden ja palvelujen tarjonnan kasvu. Teknologioiden ollessa yhteensopimattomia substituutteja keskenään käyttäjät saattavat preferoida teknologiaa, jonka käyttäjämäärä on suurempi tai jolle on tarjolla suurempi määrä täydentäviä teknologisia komponentteja vaikkei verkostoteknologian käyttöön liittyisikään suoria verkostoeksternaliteetteja. Tällöin käyttäjät eivät välitä siitä mitä muut verkostoteknologian käyttäjät ovat – toisin kuin suorien verkostoeksternaliteettien vallitessa - vaan ainoastaan verkoston koko tai kyseessäolevan teknologian käyttäjämäärä on tärkeää. Verkostoteknologioita, joiden käyttöönottoon ja käyttöön liittyy epäsuoria verkostoeksternaliteetteja on lukuisia. Tällaisia teknologioita ovat esimerkiksi videolaitteistot (nauhurit ja kasetit), tietokoneet (kovalevyt, käyttöjärjestelmät ja ohjelmistot) sekä pankkiautomaattiverkostot (päätelaitteet ja pankkiautomaattikortit).

Dynaamisiin verkostoeksternaliteetteihin luetaan myös ulkoisvaikutukset, jotka yksittäinen käyttäjä aiheuttaa ottamalla käyttöön yhteensopimattoman teknologian aiempien käyttäjäsukupolvien kanssa (backward externality). Yksittäisen käyttäjän kannalta teknologia valinta on tällöin optimaalinen, mutta yhteiskunta kokonaisuudessaan menettää aiempien käyttäjien saavuttaman hyödyn mikäli teknologian käyttöönottaja olisi valinnut heidän kanssaan yhteensopivan teknologian. Toisaalta, teknologian käyttöönottaja saattaa kiiruhtaa käyttöönottamaan uuden teknologian liian aikaisin yhteiskunnan näkökulmasta; markkinoiden tarjotessa useita yhteensopimattomia teknologioita voi huonommasta teknologiasta tulla markkinastandardi uusien käyttäjien ottaessa käyttöön yhteensopivan teknologian aiempien käyttäjien kanssa siitä saatavien suurempien yhteensopivuushyötyjen vuoksi.

Seuraava kappale käsittelee lyhyesti markkinoiden toimintaa verkostoeksternaliteettien vallitessa ja sitä millaisia markkinahäiriöitä tai tehottomuuksia markkinoiden toiminnassa voi aiheutua verkostoeksternaliteettien vaikutuksesta.

### 3. Verkostoeksternaliteettien taloudelliset vaikutukset

#### 3.1 Markkinoiden toiminta verkostoeksternaliteettien vallitessa

Merkittävin ero verkostoteknologioiden markkinoiden ja ei-verkostomarkkinoiden välillä syntyy teknologioiden käyttäjien välisestä keskinäisestä riippuvuudesta, merkittävästä potentiaalisesta markkinahäiriön aiheuttajasta verkostoteknologioiden markkinoilla. Luonteenomaista verkostoteknologioiden markkinoille on myös substituuttien lisäksi täydentävien teknologioiden tai teknologisten komponenttien sekä verkostoeksternaliteettien keskeinen rooli markkinoilla. Lisäksi markkinoilla on tyypillisesti lukuisia epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä, joiden vaikutusta verkostoeksternaliteettien olemassaolo korostaa. Tässä kappaleessa selvitetään näiden verkostoteknologioiden markkinoiden erityispiirteiden vaikutusta markkinoiden toimintaan verkostoeksternaliteettien vallitessa.

Markkinoilla tarjolla olevat verkostoteknologiat koostuvat usein useista toisiaan täydentävistä eri valmistajien tarjoamista teknologisista komponenteista (kts esim. Matutes ja Regibeau, 1988; Economides ja White, 1996).<sup>1</sup> Tällöin verkostoteknologioita koskevia käyttöönottopäätöksiä ei tehdä pelkästään substituuttiteknologioiden välillä vaan teknologiainvestointeihin vaikuttavat myös täydentävien teknologisten komponenttien saatavuus ja yhteensopivuus teknologian kanssa. Yksittäisten teknologisten komponenttien täydentävyys ja keskinäinen yhteensopivuus, yhteiset tekniset standardit, ovat tärkeitä verkostoteknologioiden markkinoilla. Teknologiapolitiikan päätöksentekijät voivat määrätä markkinoille tietyn standardin tai jättää valinnan markkinoilla toimivien yritysten tehtäväksi, jolloin markkinoilla tarjottavien teknologioiden yhteensopivuus määräytyy yritysten kilpailustrategisten päätösten mukaan.<sup>2</sup>

Lisäksi verkostoeksternaliteettien olemassaolo markkinoilla merkitsee sitä, että aiempien teknologian käyttöönottajien teknologiavalinnoilla, tai olemassaolevalla teknologian käyttäjämäärällä – ja tästä seuraten teknologiamarkkinoiden historialla – on merkitystä (kts. esim. David, 1985; Arthur, 1989). Teknologian käyttöönottajat arvottavat yhteensopivuutta toisten käyttäjien kanssa ja tästä seuraten saattavat vaatia tietyn kriittisen massan

<sup>1</sup> Esimerkiksi tietokoneet koostuvat lukuisista täydentävistä komponenteista (esim. keskusyksikkö, käyttöjärjestelmä, levyasemat, monitori).

<sup>2</sup> Teknologian tarjoajien päätöksentekoa liittyen yrityksen tarjoamien teknologioiden yhteensopivuuteen kilpailijoiden tarjoamien teknologioiden kanssa pohtivat esimerkiksi Saloner (1990), Besen ja Farrell (1994) ja Economides ja White (1996).

käyttävän tiettyä teknologiaa ennenkuin he ovat itse valmiita ottamaan teknologian käyttöönsä. Teknologioiden ollessa yhteensopimattomia suuremman käyttäjämäärän omaavalla teknologialla on taipumus kasvattaa markkinaosuuttaan entisestään, tämän teknologian tarjotessa suuremman hyödyn verkostoeksternaliteeteista eli yhteensopivuudesta muiden käyttäjien kanssa. Lisäksi, verkostoteknologian suurempi käyttäjämäärä houkuttelee markkinoille suuremman joukon täydentävien teknologioiden tarjoajia ja täten entisestään kasvattaa teknologian arvoa sen käyttäjille. Toisin sanoen, verkostoteknologioiden markkinoilla on taipumus suosia teknologiaa, joka menestyy alunperin ja suosittuun teknologiaan liittyvien verkostoeksternaliteettien seurauksena kehittyä kohti tilannetta, jossa yksi teknologia hallitsee markkinoita (kts. esim. Arthur, 1989, 1996).

Verkostoteknologioiden nopea ja jatkuva kehitys saattaa aiheuttaa monenlaista epävarmuutta verkostoteknologioiden markkinoilla. Uusien innovaatioiden markkinoilletulonopeus voi olla epävarmaa; teknologioissa tapahtuvien parannusten merkittävyys ja ajoitus ovat epävarmuuden lähteitä verkostoteknologioiden markkinoilla (kts. esim. Rosenberg, 1976; Ireland ja Stoneman, 1986; Weiss, 1994). Lisäksi nykyisin markkinoilla olevalle verkostoteknologialle tulevaisuudessa saatavilla olevien yhteensopivien komplementtien tai substituuttien suhteen on epävarmuus varsin todennäköistä (Choi, 1994). Epävarmuutta saattaa liittyä myös teknologioiden tulevaan hintakehitykseen (Ireland ja Stoneman, 1986), niiden hyödyllisyyteen (esim. Jensen, 1982, 1992; Stenbacka ja Tombak, 1994) ja muiden teknologian käyttöönottajien preferenssien suhteen koskien verkostoteknologiaa (Farrell ja Saloner, 1985).

Verkostoeksternaliteettien olemassaolosta ja lukuisista epävarmuutta aiheuttavista tekijöistä verkostoteknologioiden markkinoilla seuraa epävarmuus teknologioiden käyttäjämääristä tulevaisuudessa. Tällöin teknologian potentiaalisten ostajien odotuksilla on merkittävä rooli verkostoteknologioiden käyttöönotossa ja yleisemmin niiden leviämisessä sekä myös verkostoteknologioiden tarjonnassa yllä kuvatun verkstomarkkinoita luonnehtivan dynamiikan mukaisesti, jossa menestyvällä teknologialla ja sen komplementeilla on tapana kasvattaa markkinaosuuksiaan entisestään. Epävarmuudesta eli siitä, etteivät talouden toimijat pysty ennustamaan varmuudella tietyn teknologian tulevaa käyttäjämäärää seuraa - jopa odotusten ollessa rationaalisia - moninaisen tasapainon (multiple equilibrium) mahdollisuus: joko yksi teknologia voi säilyä markkinoilla tai yritykset voivat

tarjota erilaisia (yhteensopimattomia) verkostoteknologioita markkinoilla (kts. esim. Katz ja Shapiro, 1985).

Kuten myös ylläolevasta verkostoeksternaliteetteja käsittelevästä kappaleesta kävi ilmi, verkostoeksternaliteettien eräs tärkeä vaikutus teknologiamarkkinoilla liittyy verkostoteknologioiden kysyntään ja erityisesti niiden käyttöönoton ajoitukseen. Aihepiirin teoreettinen taloustieteellinen tutkimus on todennut, että eksternaliteetit voivat aiheuttaa kysyntäpuolella yhteiskunnan kannalta tehottoman aikaista tai myöhäistä teknologioiden käyttöönottoa (kts. esim. Farrell ja Saloner, 1985; Choi, 1994; Shy, 1996). Myös tarjontapuolella eksternaliteetit voivat olla markkinoiden tehottomuuden lähde ja aiheuttaa uusien teknologioiden liian aikaisen tai liian myöhäisen markkinoilletulon yhteiskunnan näkökulmasta katsottuna (kts. esim. Katz ja Shapiro, 1985, 1992) tai johtaa tilanteeseen, jossa markkinoille tulevan uuden teknologian tuottajan insentiivi tuottaa yhteensopiva teknologia jo markkinoilla olevan kanssa on yhteiskunnan kannalta liian pieni (kts. esim. Katz and Shapiro, 1992; Church and Gandal, 1992, 1993).

### 3.2 Empiirinen tutkimus

Tähän astinen taloustieteellinen tutkimus on tarjonnut lukuisia teoreettisia tutkimuksia taloudellisten toimijoiden teknologioiden käytön hyötyjen keskinäisen riippuvuuden vaikutuksesta verkstomarkkinoilla. Kirjallisuus on kuitenkin esittänyt vain hyvin vähän tilastolliseen aineistoanalyysiin perustuvaa todistusaineistoa verkostoeksternaliteettien olemassaolosta ja vaikutuksista. Tästä syystä monet taloustieteilijät ovat kyseenalaistaneet verkostoeksternaliteettien olemassolon tai epäilleet, ettei ilmiöllä ole taloudellista merkitystä. Tässä kappaleessa käsitellään olemassaolevaa empiiristä evidenssiä verkostoeksternaliteettien vaikutuksista verkstoteknologioiden käyttöönottoon ja leviämiseen.

Epäsuorien verkostoeksternaliteettien roolista verkstomarkkinoilla on olemassa jonkin verran empiiriseen taloustieteelliseen tutkimukseen perustuvaa evidenssiä. Antonellin (1993) tutkimus perustuen aggregaattitason aineistoon 30 maasta osoittaa, että telepalveluiden kysyntä liittyy positiivisesti tietokoneiden leviämiseen; tietokoneiden määrän kasvu lisää telepalveluiden kysyntää. Vastaavasti Salonerin ja Shepardin (1995) empiirinen tutkimus USA:n pankkisektorilta viittaa siihen, että pankit, joiden haarakonttorien määrä on suurempi – ja täten odotettu pankkiautomaattien käyttäjämäärä ja

pankkiautomaattien käytöstä saatava hyöty ovat suuremmat - ottavat käyttöön pankkiautomaatteja aiemmin kuin pankit, joilla on vähemmän haarakonttoreja. Majumdarin ja Venkataramanin (1997) tutkimustulos USA:n telekommunikaatiomarkkinoilta osoittaa vastaavasti, että paikalliset puhelinyhtiöt, joilla on suurempi fyysinen verkosto ja suurempi käyttäjätiheys ottavat käyttöönsä uutta teknologiaa puhelinverkoissaan aiemmin kuin muut yritykset.

Taloustieteellinen kirjallisuus tarjoaa myös jonkin verran empiiristä evidenssiä kuluttajien preferenssien heterogeenisyydestä ja sen vaikutuksesta verkostoteknologioiden kysyntään, esim. Shurmer (1993): tietokoneohjelmistot; Gandal ym. (1995): mikrotietokoneet; Shurmer ja Swann (1995): taulukkolaskentaohjelmat. Brynjolfssonin ja Kemererin (1995) empiirinen tutkimus löytävät positiivisen riippuvuussuhteen taulukkolaskentaohjelmien käyttäjämäärän ja niiden hinnan väliltä. Tämä tutkimustulos viittaa siihen, että taulukkolaskentaohjelmien käyttäjämäärä vaikuttaa vahvasti niiden markkina-arvoon ja täten verkostoeksternaliteettien olemassaoloon näillä markkinoilla.

Vähäinen tieto (erityisesti suorien) verkostoeksternaliteettien todellisista markkinavaikutuksista on ollut yksi keskeisistä tekijöistä, jotka ovat motivoineet kirjoittajan väitöskirjatutkimusta aiheesta; väitöskirjatyön tavoitteena on ollut valottaa soveltavan taloustieteellisen analyysin avulla verkostoeksternaliteettien roolia verkostoteknologioiden leviämisessä. Tutkimuksen päämääränä on ollut erityisesti analysoida kolmea taloudellisesti merkittävää kysymystä: (i) verkostoeksternaliteettien vaikutusta yritysten tuottavuuteen eli yritysten tuottavuuden riippuvuutta muiden yritysten verkostoteknologioiden käytöstä, (ii) verkostoteknologioiden käyttäjien hyötyjen keskinäisen riippuvuuden vaikutusta verkostoteknologioiden leviämisenopeuteen aggregaattitasolla markkinoilla tarjolla olevien teknologioiden ollessa yhteensopimattomia, ja (iii) uusien verkostoteknologioiden käyttöönoton ajoituksen riippuvuutta yritystasolla toisten yritysten verkostoteknologioiden käyttöönotosta ja yrityksen aiemmin käyttöönottamista verkostoteknologioista. Tämän kappaleen loppuosa pohjautuu kirjoittajan väitöskirjatyön empiirisiin tutkimustuloksiin (Koski, 1998).

Väitöskirjan empiiriset tutkimukset perustuvat kolmeen eri tietokantaan. Ensimmäinen empiirinen analyysi tutkii verkostoeksternaliteettien vaikutusta tuotantoon ja tuottavuuteen suomalaisissa sähkö- ja elektroniikkateollisuuden yrityksissä, jotka hyödyntävät toiminnassaan tietoliikenneteknologiaa. Empiirisiin estimointeihin perustuvat tulokset osoittavat verkostoeksternaliteettien todellakin olevan olemassa ja huomattavia yritysten tuotantofunktiossa ja viittavaat täten

siihen, että verkostoeksternaliteetit saattavat vaikuttaa huomattavasti yritysten uusien verkostoteknologioiden käyttöönottopäätöksiin. Oletetulle positiiviselle riippuvuussuhteelle yrityksen tietoliikenneteknologian käytön ja sen tuotoksen ja tuottavuuden välille ei löydy tukea tutkimustuloksista. Sen sijaan SETELI:n (Sähkö- ja elektroniikkateollisuuden liiton) toimeenpanemaan verkottumisohjelmaan osallistuneiden yritysten tuottavuus oli tutkittuna ajanjaksona korkeampi kuin toimialan yritysten tuottavuus keskimäärin; yritys näyttäisi saavan strategista hyötyä korkeamman tuottavuuden muodossa osallistumisestaan toimialakohtaiseen verkottumisohjelmaan.

Teoreettinen analyysi viittaa siihen, että absoluuttisten käyttäjämäärien lisäksi teknologioiden suhteellisilla käyttäjämäärillä on keskeinen rooli teknologioiden leviämässä verkostoeksternaliteettien vallitessa: tasaisemmin jakautuneet markkinaosuudet teknologioiden käyttäjämäärillä mitattuna saattavat hidastaa verkostoteknologioiden leviämistä aggregaattitasolla. Aineisto Euroopan mikrotietokone markkinoilta vuosina 1985-1994 tukee tätä teoreettista tulosta. Tutkimuksen mukaan kahden yhteensopimattoman käyttöjärjestelmän, Applen ja MS-DOSin (sekä MS-DOSin kanssa yhteensopivien kloonien), leviämisenopeus Euroopan talouksissa on riippunut selkeästi käyttöjärjestelmien suhteellisista käyttäjämääristä. Tutkimustulokset viittaavat kuitenkin siihen, että mikrotietokoneiden käyttäjät ovat heterogeenisiä sekä verkostoeksternaliteettien että tietokonekohtaisten teknologisten ominaisuuksien arvottamisen suhteen: Applen käyttäjämäärän kasvu suhteessa MS-DOSin käyttäjämäärään näyttää hidastaneen MS-DOSien leviämistä, mutta suhteellisilla käyttäjämäärillä ei näytä olleen vaikutusta Apple käyttöjärjestelmien leviämiseen. Tämä tutkimustulos viittaa lisäksi siihen, että standardoinnilla ja verkostomarkkinoilla tarjottavalla tuotevariaatiolla on merkittävä vaikutus verkostoteknologioiden leviämiseen. Tutkimustulosten perusteella vaikuttaa siltä, että mikrotietokoneiden standardointi olisi johtanut niiden nopeampaan leviämiseen Euroopan tietokone markkinoilla. Toisaalta tuotevariaation yhteiskunnalliset hyödyt ovat huomattavia mikrotietokone markkinoilla. Standardointi olisi johtanut näiden hyötyjen menettämiseen ja saattanut olla virhe, koska variaation yhteiskunnalliset hyödyt kokonaisuudessaan saattavat ylittää standardoinnin yhteiskunnalliset hyödyt, jotka olisivat syntyneet tietokoneiden yhteensopivuudesta kaikkien tietokoneiden käyttäjien kesken.

Väitöskirjatyön kolmas empiirinen osio käsittelee uusien verkostoteknologioiden käyttöönottoa yrityksissä. Se mallintaa ekonometrisesti ja testaa empiirisesti kolmen toisistaan riippuvan viestintäteknologian käyttöönoton



ajoitusta yrityksessä: yrityksen sisäisen sähköpostin, ulkoisen sähköpostin ja OVT:n eli organisaatioiden välisen tiedonsiirron. Empiirinen tutkimus identifioi merkittävän keskinäisen riippuvuuden yrityksen eri viestintäteknologioiden käyttöönoton ajoitusten välillä. Yrityksen teknologioiden käyttöönottopäätökset ovat voimakkaasti korreloituneita keskenään viitaten viestintäteknologioiden merkittävään keskinäiseen komplementaarisuuteen.

Väitöskirjatyön viimeisen empiirisen osion tarkoituksena ei ole pelkästään mallintaa ja estimoida yrityksen usean verkostoteknologian käyttöönottoon liittyvää päätöksentekoa vaan myös empiirisesti testata yrityksen omistusrakenteen merkitystä sen uuden teknologian käyttöönottopäätöksessä. Peruste tämän aiheen käsittelyyn nousee uudesta talousteoriasta, jonka mukaan yrityksen omistuksen ja johtamisen eriyttäminen, intressiristiriidat yrityksen eri tahojen välillä, epätäydellinen ja epäsymmetrinen informaatio ja sopimuskustannukset saattavat aiheuttaa agenttiongelmia organisaatioissa ja täten merkittävästi vaikuttaa yritysten investointikäyttäytymiseen. Tutkimuksen empiiriset tulokset osoittavat, että ammattijohtajat ottavat käyttöön uusia viestintäteknologioita - erityisesti yksityisiä viestintätarpeita palvelevia teknologioita - aiemmin kuin omistajajohtajat. Nämä tulokset viittaavat siihen, että yrityksen omistusrakenteella on huomattava vaikutus yrityksen uusien verkostoteknologioiden käyttöönoton ajoitukseen ja lisäksi siihen, että selkeitä agenttiongelmia ilmenee yrityksen omistuksen ja johdon ollessa eri tahojen käsissä.

Lisäksi empiirinen tutkimus testaa useiden yrityksen sisäisten ja ulkoisten tekijöiden merkitystä sen uusien viestintäteknologioiden käyttöönotossa. Tutkimustulokset tukevat verkostoeksternaliteetti -kirjallisuutta, joka painottaa käyttäjien keskinäisen riippuvuuden merkitystä teknologioiden leviämässä: yritykset, jotka vaativat suuremman osan liikekumppaneistaan käyttämään uusia viestintäteknologioita ennenkuin ne itse ottavat teknologian käyttöön tapaavat ottaa näitä teknologioita käyttöön myöhemmin kuin muut yritykset. Empiiriset tutkimustulokset tukevat myös peliteoreettisia tutkimuksia yritysten uusien teknologioiden käyttöönotosta. Ne tarjoavat todistusaineistoa yrityksen kilpailuympäristön merkityksestä sen uusien teknologioiden käyttöönottopäätöksessä; markkinoiden keskittyminen näyttää nopeuttavan yrityksen viestintäteknologioiden käyttöönottoa.

Lyhyesti, kirjoittajan väitöskirjatyö viittaa verkostoeksternaliteettien olemassaoloon ja siihen, että ne vaikuttavat sekä yrityksen tulokseen sen tuottavuudella mitattuna että yrityksen uusien verkostoteknologioiden

käyttöönottopäätöksiin. Väitöskirjatyössä raportoitu tutkimus osoittaa, että verkostoeksternaliteetit vaikuttavat selkeästi taloudellisten toimijoiden uusien teknologioiden käyttöönottoa koskevaan päätöksentekoon sekä mikro- että aggregaattitasolla. Tämä tarkoittaa sitä, että verkostomarkkinat voivat toimia tehottomasti ja että julkispolitiikkaa saatetaan tarvita näillä markkinoilla markkinahäiriöiden korjaamiseksi.

#### **4. Teknologiapolitiikka verkostoeksternaliteettien vallitessa**

Julkisella sektorilla on ollut keskeinen rooli informaatioyhteiskunnan infrastruktuurin rakentamisessa ja ylläpidossa ja myös infrastruktuuripalvelusten tarjoamisessa. Viimeisten vuosien aikana julkisen sektorin rooli on useiden maiden viestintäsektoreilla on huomattavasti pienentynyt teleoperaattoreiden yksityistämisen ja kilpailun vapauttamisen seurauksena. Julkisen sektorin rooliksi on yhä enevissä määrin tullut markkinoiden toiminnan edistäminen tarjoamalla suotuisat puitteet ja toimintaympäristön yritystoiminnalle sekä korjaamalla mahdollisia markkinoiden toimimattomuuksia ja sisäyttämällä ulkoisvaikutuksia eli eksternaliteetteja (ks. Hernesniemi ym. 1995). Yhtä tärkeää kuin verkostomarkkinoiden tarjontapuolen sääntely on myös verkostoteknologioiden käyttöönottoon kohdentuva teknologiapolitiikka (kts. esim. Arrow, 1992; Stoneman ja Diederer, 1994). Tässä kappaleessa käsitellään erilaisia teknologiapoliittisia keinoja ja niiden soveltuvuutta erityisesti teknologioiden käyttöönoton ja leviämisen tukemisessa, kun markkinoita luonnehtivat verkostoeksternaliteetit.

Markkinoilla tarjottavien teknologioiden yhteensopimattomuus on eräs keskeinen syy tehottomuuksien esiintymiseen verkostoteknologioiden markkinoilla. Verkostoeksternaliteettien olemassaolo markkinoilla korostaa teknologioiden yhteensopivuuden ja standardien merkitystä markkinoilla. Intuitiivisesti tarjolla näyttäisi olevan kaksi järkevää vaihtoehtoa ratkaista teknologioiden yhteensopimattomuuteen liittyvä ongelma: ex ante standardointi sääntelyn avulla tai ex post standardointi valmistamalla muuntajia. Standardointi ei kuitenkaan ole ilmaista. Standardointiprosessiin itsessään voi liittyä huomattavia kustannuksia ja lisäksi standardointi voi hidastaa innovaatioita ja vähentää tuotevalikoimaa markkinoilla vähentäen näin kuluttajien hyötyä. Muuntajat eivät vähennä tuotevalikoimaa, mutta useat taloustieteelliset

tutkimukset viittavat muuntajien tarjontaan liittyviin tehottomuuksiin ja epäilevät, etteivät muuntajat ole välttämättä paras keino ratkaista eksternaliteeteista johtuvaa tehottomuutta markkinoilla (kts. esim. Farrell ja Saloner, 1992; Choi, 1996, 1997).<sup>3</sup>

Standardointipäätöksien tekeminen on myös äärimmäisen vaikeaa käyttäjien mieltymysten vaihdellessa niin, että käyttäjät suosivat erilaisia, yhteensopimattomia tekniikoita ja kysyntää on kahdelle tai useammalle yhteensopimattomalle teknologialle (esimerkiksi MS-DOS ja Apple mikrotietokoneet 1980-luvun alkupuolelta lähes 1990-luvun puoliväliin saakka). Toisaalta standardointi mahdollistaa verkostoeksternaliteettien maksimihyödyntämisen, mutta toisaalta teknologioiden käyttäjät voivat kokea menettävänsä enemmän kuin hyötyvänsä täydellisestä yhteensopivuudesta kaikkien muiden teknologioiden käyttäjien kanssa standardoinnista seuraavan markkinoilla tarjolla olevien erilaisten teknologioiden valikoiman supistuessa. Tästä syystä standardointi ei ole aina parempi vaihtoehto verkostoeksternaliteettien vallitessa kuin teknologiapolitiikka, joka antaa markkinoiden vapaasti määrittellä markkinoilla tarjottavien teknologioiden yhteensopivuusasteen.

Markkinoilla ilmenee myös useita muita ongelmia, jotka monimutkaistavat standardointia verkstomarkkinoilla. Esimerkiksi kilpailun vapauttaminen voi aiheuttaa markkinoiden toimintaa tehostavien positiivisten vaikutusten lisäksi negatiivisia sivuvaikutuksia, jotka vaikeuttavat standardointia verkstoteknologioiden markkinoilla. Tämä on nähtävissä esimerkiksi kansainvälisillä telekommunikaatiomarkkinoilla, jotka ovat aiemmin perustuneet pääasiassa kansallisiin telepalveluiden monopoliyrittäjiin. Yritysten lukumäärän vähäisyys ja teknisen kehityksen asteittaisuus ovat helpottaneet multilateraalisia teknisten ja telemarkkinoiden sääntelyyn liittyvien standardien sopimista (kts. Pogorel, 1994). Telekommunikaatiomarkkinoiden vapauttaminen on tuonut markkinoille lukuisia uusia kilpailijoita ja tästä seuraten yhteisistä standardeista sopimisesta on tullut vaikeampaa kuin se oli kansallisten telemonopolioiden toimiessa markkinoilla.

Eräs standardoinnin ongelmista ja ylipäätään markkinoiden sääntelyyn liittyvistä ongelmista on se, että joskus poliittisten päätöksentekijöiden preferenssit ja

---

<sup>3</sup> Esimerkiksi Farrell ja Saloner (1992) osoittavat, että muuntajat voivat itseasiassa aiheuttaa vähemmän yhteensopivuutta - silloin kun muuntajat otetaan käyttöön vaikka standardointi olisi yhteiskunnan kannalta optimaalinen ratkaisu - verkstomarkkinoilla kuin niillä olisi mikäli muuntajia ei olisi tarjolla.

heidän henkilökohtaiset päämääränsä eroavat yhteiskunnallista hyvinvointia maksimoivista päämääristä. Tällöin markkinoiden sääntelyä harjoittavat henkilöt voivat maksimoida esimerkiksi omaa valtaansa tai budjettiaan yhteiskunnallisen hyvinvoinnin sijasta ja poliittisesta päätöksenteosta voi seurata koko talouden tai yhteiskunnan kannalta epäsuotuisa tulos. Esimerkiksi Blankart ja Knieps (1995) ovat painottaneet standardinasettajien kontrolloimisen tarvetta ja tärkeyttä verkostomarkkinoilla. Faulhaberin (1995) mukaan sääntelystä vastaavat henkilöt ovat usein haluttomia muutoksiin, koska ne voivat vähentää heidän omaa valtaansa ja tästä syystä esimerkiksi kilpailun vapauttaminen USA:n telekommunikaatiomarkkinoilla on huomattavasti hidastunut ja kuluttajat ovat menettäneet hyödyn, jonka he olisivat saaneet markkinoilla tarjotusta laajemmasta viestintätuotteiden valikoimasta, jos telemarkkinat olisi vapautettu kilpailulle aiemmin.

Verkostoeksternaliteettien olemassaolon sekä lukuisien verkostoteknologioiden käyttöönottoon liittyvien epävarmuustekijöiden takia tukien käyttö on eräs mahdollinen sopiva politiikkakeino, jolla voidaan saada aikaiset potentiaaliset teknologian käyttäjät investoimaan ja käyttämään verkostoteknologioita (kts esim. Mowery, 1995). Verkostoteknologioiden leviämisen ja täysimittaisen hyödyntämisen edellytyksenä on tietyn kriittisen käyttäjämäärän saavuttaminen, joka vaaditaan ennen kuin taloudellinen toimija on valmis ottamaan verkostoteknologian käyttöön. Jollei tätä tiettyä kriittistä käyttäjämäärää saavuteta jollain keinoin on mahdollista, että verkostoteknologian leviäminen pysähtyy tai hidastuu tilanteessa, jossa sen laajamittainen käyttö olisi optimaalista. Tästä syystä teknologian leviämisen tukeminen julkisin varoin kunnes kriittinen käyttäjämäärä on saavutettu ja teknologia leviäminen jatkuu markkinoilla ilman tukitoimia vaikuttaisi sopivalta teknologiapolitiiselta keinolta.

Käytännössä tietyn teknologian kriittisen käyttäjämäärän määrittäminen on teknologiapolitiikasta päättävälle henkilölle kuitenkin äärimmäisen vaikea jollei mahdoton tehtävä. Tätä tehtävää vaikeuttaa se, että päätöksentekijöiden on vaikea arvioida verkostoeksternaliteeteista odotettavissa olevien hyötyjen kokonaismäärää näiden hyötyjen ollessa usein epäselviä potentiaalisille käyttäjille itselleenkin ja tekniikoiden käytön arvon ja teknologisesta yhteesopivuudesta saatavan hyödyn eli verkostoeksternaliteettien arvon vaihdellessa käyttäjäkohtaisesti. Tarvittavan tuen kokonaismäärän ja tuen optimaalisen lopettamisajankohdan arvioiminen on täten hyvin vaikeaa.

Yritysten verkostoteknologiainvestointien suora rahallinen tukeminen ei ole välttämättä parhaaseen tulokseen johtava teknologiapolitiikka - etenkin toimialoilla tai alueilla, joissa yritykset investoivat uusiin teknologioihin joka tapauksessa (kts. esim. Metcalfe, 1995) - uusien tieto- ja tietoliikenneteknologioista saatavien hyötyjen riippuessa keskeisesti ei pelkästään yritysten investoinneista näihin teknologioihin vaan myös teknologiainvestointien jälkeisistä toimenpiteistä yrityksissä. Epäsymmetrinen informaatio tukien määrästä päättävien toimielimien ja tuettavien yritysten välillä voi johtaa moral hazard -ongelmaan: yritys voi käyttää teknologiainvestointeihin saamiaan rahoja muihin tarkoituksiin kuin niitä on tarkoitettu. Tukien väärinkäyttö voi olla tahallista, mutta se voi johtua myös epäsymmetrisen informaation seurauksena väärin suunnatusta tai rakennetusta yritysten teknologiainvestointeja rahallisin tuin tai verohelpotuksin kannustavasta politiikasta. Esimerkiksi pelkkä rahallinen tuki teknologiainvestointeihin voi saada yritykset investoimaan uuteen viestintäteknologiaan, mutta se ei välttämättä johda näiden teknologioiden strategiseen tai laajamittaiseen hyödyntämiseen yrityksissä.

Tieto- ja tietoliikenneteknologioiden täysimääräinen strateginen hyödyntäminen yrityksissä vaatii tyypillisesti pitkähkön opettelijakson eivätkä suorat rahalliset tuet välttämättä saa aikaan uusien teknologioiden strategisen käytön suunnittelua ja henkilöstön vastaavaa koulutusta verkostoteknologioiden hyödyntämiseen yrityksissä. Yksittäisten yritysten investoinneilla verkostoteknologiaan voi olla huomattavia kokonaistaloudellisia seuraamuksia, sillä yksittäinen yritys verkossa vaikuttaa paitsi omaan tulokseensa myös muiden verkostoon kuuluvien yritysten toimintaan ja suoritukseen. Verkostoteknologioiden käyttöönoton tukemisessa hyviä tuloksia on mahdollista saavuttaa esimerkiksi toimialakohtaisilla ohjelmilla, jotka tukevat toimialan yritysten strategista verkostoteknologioiden hyödyntämistä (kts. Koski, 1998).

Teknologiapolitiisessa päätöksenteossa tulisi huomioida myös se verkostomarkkinoiden erityispiirre, että yritysten uusien tietoliikennejärjestelmien käytön ajoitus riippuu sekä muista yrityksen käyttöönottamista teknologioista että muiden yritysten verkostoteknologioiden käyttöönotosta. Verkostoteknologioiden käyttöönottoa tukevien teknologiapolitiikoiden suunnittelussa olisi syytä ottaa huomioon se, että tietyn teknologian leviämistä tukeva ohjelma voi vaikuttaa paitsi valitun kohdeteknologian leviämiseen myös muiden tätä teknologiaa täydentävien teknologioiden käyttöönottoon. Tätä teknologioiden leviämisen välistä riippuvuussuhdetta olisi syytä strategisesti hyödyntää suunniteltaessa ja

toimeenpantaessa käytännön teknologiapoliittisia keinoja, joiden tarkoituksena on tukea verkostoteknologioiden laajamittaista hyödyntämistä yhteiskunnassa.

Julkisilla investoinneilla erityisesti telekommunikaatioinfrastruktuuriin on ollut huomattava merkitys verkostoteknologioiden leviämässä. Julkisella sektorilla on yhä merkittävä rooli informaatioinfrastruktuurin kehittämisessä, mutta laajalti hyväksytyn mielipiteen mukaisesti julkisen sektorin tulisi puuttua markkinoiden toimintaan lähinnä vain tukemalla ja rohkaisemalla yksityisiä investointeja (kts. esim. OECD, 1996). Uusien verkostoteknologioiden käytön ollessa vielä vähäistä julkisen sektorin teknologiahankinnoilla voidaan kuitenkin nopeuttaa yksityisiä investointeja ja teknologioiden leviämistä taloudessa.

Koska verkostoteknologioiden markkinoita luonnehtivat lukuisat epävarmuustekijät voi julkisvalta vaikuttaa harjoittamansa teknologiapolitiikan kautta luomillaan odotuksilla merkittävästi uusien verkostoteknologioiden käyttöönottoon ja käyttöön. Tämän vuoksi on tärkeää, riippumatta siitä minkälaisia teknologiapoliittisia keinoja käytetään, että julkisvalta pystyy sitoutumaan harjoittamaansa käytännön teknologiapolitiikkaan ja luomaan riittävän luotettavat puitteet yritysten tieto- ja tietoliikenneteknologisille investoinneille.

## 5. Yhteenveto

Verkostoeksternaliteettien olemassaolo, teknologian käyttäjien välisten hyötyjen keskinäinen riippuvuus, on keskeinen verkostoteknologioiden markkinat muista markkinoista erottava tekijä. Myös teknologioiden ja teknologisten komponenttien täydentävyydellä ja keskinäisellä yhteensopivuudella on tärkeä rooli sekä verkostoteknologioiden valmistajien tuotantopäätöksissä että teknologioiden käyttäjien käyttöönottopäätöksissä. Teknologian tarjoajien tuotantopäätöksillä liittyen tarjottavien teknologioiden yhteensopivuuteen ja teknologioiden käyttöönottajien aiemmilla teknologiavalinnoilla ja täten markkinoiden historialla on merkitystä. Myös odotuksilla on merkittävä rooli verkostoteknologioiden käyttöönotossa ja leviämässä sekä myös verkostoteknologioiden tarjonnassa. Tästä seuraa se verkstomarkkinoiden erityispiirre, että menestyvällä teknologialla ja sen komplementeilla on tapana kasvattaa markkinaosuuksiaan entisestään.

Verkostoeksternaliteettien olemassaolosta ja vaikutuksista verkostoteknologioiden markkinoilla on olemassa empiiristä evidenssiä. Koska markkinoilla voi esiintyä tehottomuutta verkostoeksternaliteettien vallitessa voidaan teknologiapolitiikkaa tarvita korjaamaan verkostoteknologioiden markkinoiden toiminnan puuttellisuuksia. Tässä raportissa on käsitelty lähinnä teknologioiden käyttöönottoon kohdentuvia teknologiapoliittisia keinoja, kuten standardointia ja tukien käyttämistä, verkostoeksternaliteettien vallitessa.

Standardointi mahdollistaa verkostoeksternaliteettien täysimittaisen hyödyntämisen kaikkien käytössä olevien teknologioiden ollessa yhteensopivia, mutta standardointiin voi liittyä myös huomattavia kustannuksia. Standardointiprosessi voi olla aikaavievä ja kallis ja lisäksi standardointi saattaa hidastaa innovaatioita ja vähentää tuotevalikoimaa markkinoilla vähentäen näin kuluttajien hyötyä. Verkostoteknologiainvestointien suoraan rahalliseen tukemiseen liittyy lukuisia ongelmia. Suoraa rahallista tukea parempi vaihtoehto lienee verkostoteknologioiden käyttöönoton tukeminen yrityksissä niin, että yrityksissä ymmärretään uusien teknologioiden strategiset hyödyntämismahdollisuudet ja näiden mahdollisuuksien käyttämisen edellyttämät henkilökunnan koulutustarpeet. Hyviä tuloksia voidaan saavuttaa esimerkiksi toimialakohtaisilla ohjelmilla, jotka tukevat toimialan yritysten strategista verkostoteknologioiden hyödyntämistä.

Verkostoteknologioiden leviämistä tukevan käytännön teknologiapolitiikan harjoittamisessa voidaan myös hyödyntää teknologioiden komplementaarisuutta: tietyn teknologian laajamittaiseen hyödyntämiseen tähtäävillä toimenpiteillä voidaan vaikuttaa myös muiden muiden tätä teknologiaa täydentävien teknologioiden käyttöönottoon.

## Lähteet

- Antonelli, C. (1992) (toim.) *The Economic Theory of Information Networks*. Elsevier Science Publishers.
- Antonelli, C. (1993). Externalities and complementarities in telecommunication dynamics. *International Journal of Industrial Organization* 11, 437-447.
- Arrow, K.J. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for inventions. Teoksessa *The rate of direction of inventive activity*. Toim. Nelson, R.R. Princeton University Press.
- Arthur, W.B. (1989). Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events. *Economic Journal* 99, 116-131.
- Arthur, W.B. (1996). Increasing returns and the new world of business. *Harvard Business Review* July-August, 100-109.
- Besen, S.M. ja Farrell, J. (1994). Choosing how to compete: Strategies and tactics in standardization. *Journal of Economic Perspectives* 8, 117-131.
- Blankart, C.B. ja Knieps, G. (1995). Market-oriented open network provision. *Information Economics and Policy* 7, 283-296.
- Buchanan, J.M. ja Stubblebine, W.C. (1962). Externality. *Economica* 29, 371-384.
- Brynjolfsson, E. ja Kemerer, C.F. (1995). Network externalities in microcomputer software: An econometric analysis of the spreadsheet market. Mimeo, MIT.
- Choi, J.P. (1994). Irreversible choice of uncertain technologies with network externalities. *Rand Journal of Economics* 1994, 25, 382-400.
- Choi, J.P. (1996). Do converters facilitate the transition to a new incompatible technology? A dynamic analysis of converters. *International Journal of Industrial Organization* 16, 825-835.
- Choi, J.P. (1997). The provision of (two-way) converters in the transition process to a new incompatible technology. *Journal of Industrial Economics* XLV, 139-152.
- Church, J. ja Gandal, N. (1992). Network effects, software provision, and standardization. *Journal of Industrial Economics* XL, 85-103.



- Church, J. ja Gandal, N. (1993). Complementary network externalities and technological adoption. *International Journal of Industrial Organization* 11, 239-260.
- Cornes, R. ja Sandler, T. (1986). *The theory of externalities, public goods, and club goods*. Cambridge University Press.
- David, P (1985). Clio and the economics of QWERTY. *American Economic Review* 75, 332-337.
- Dybvig, P.H. ja Spatt, C.S. (1983). Adoption externalities as public goods. *Journal of Public Economics* 20, 231-247.
- Economides, N. (1996). The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization* 16, 673-699.
- Economides, N. ja White, L.J. (1996). One-way networks, two-way networks, compatibility, and public policy. Teoksessa *Opening Networks to Competition: The Regulation and Pricing of Access*, toim. David Gabel and David Weiman. Kluwer Academic Press.
- Ellis, H.S. ja Fellner, W. (1943). External economies and diseconomies. *American Economic Review* 33, 493-511.
- Farrell, J. ja Saloner, G. (1985). Standardization, compatibility and innovation. *Rand Journal of Economics*, 16, 70-83.
- Farrell, J. ja Saloner, G. (1986). Installed base and compatibility: Innovation, product preannouncements, and predation. *American Economic Review* 76, 940-955.
- Farrell, J. ja Saloner, G. (1992). Converters, compatibility, and the control of interfaces. *Journal of Industrial Economics* XL, 9-33.
- Faulhaber, G.R. (1995). Public policy in telecommunications: The third revolution. *Information Economics and Policy* 7, 251-282.
- Gandal, N., Greenstein, S. ja Salant, D. (1995). Adoptions and orphans in the early microcomputer market. Working Paper No.2-95, Tel-Aviv University, Israel.
- Geroski, P. (1995). Markets for technology: knowledge, innovation and appropriability. Teoksessa *Handbook of the economics of innovation and technological change*, 513-557, toim. Stoneman, P., Blackwell Publishers Ltd.
- Hernesniemi, H., Lammi, M. ja Ylä-Anttila, P. (1995). Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus. 1995 . ETLA B 105.

Ireland, N. ja Stoneman, P. (1986). Technological diffusion, expectations and welfare. *Oxford Economic Papers* 38, 283-304.

Jensen, R. (1982). Adoption and diffusion of an innovation of uncertain profitability. *Journal of Economic Theory* 27, 182-193.

Jensen, R. (1992). Innovation adoption and welfare under uncertainty. *Journal of Industrial Economics* XL, 173-180.

Katz, M. ja Shapiro, C. (1985). Network externalities, competition and compatibility. *American Economic Review* 75, 424-440.

Katz, M. ja Shapiro, C. (1986). Technology adoption in the presence of network externalities. *Journal of Political Economy* 94, 822-841.

Liebowitz, S.J. ja Margolis, S.E. (1994). Network externality: An uncommon tragedy. *Journal of Economic Perspectives* 8, 133-150.

Majumdar, S.K. ja Venkataraman S. (1997). Network effects and the adoption of new technology: Evidence from the U.S. telecommunications industry. Forthcoming in *Strategic Management Journal*.

Matutes, C. ja Rebigeau, P. (1988). "Mix and match": product compatibility without network externalities. *Rand Journal of Economics* 19, 221-234.

Metcalf, S. (1995). The economic foundations of technology policy: Equilibrium and evolutionary perspectives. Teoksessa *Handbook of the economics of innovation and technological change*, 513-557, toim. Stoneman, P., Blackwell Publishers Ltd.

Mowery, D. (1995). The practice of technology policy. Teoksessa *Handbook of the economics of innovation and technological change*, 513-557, toim. Stoneman, P., Blackwell Publishers Ltd.

OECD (1996). *Information Technology Outlook 1995*. OECD 1996, Paris.

Pigou, A.C. (1912). *Wealth and Welfare*. Macmillan Company.

Pogorel, G. (1994). Telecommunications networks in transition: A 21st century perspective. Teoksessa *Global telecommunications strategies and technological changes*, toim. Pogorel, G. Elsevier Science B.V.

Saloner, G. (1990). Economic issues in computer interface standardization. *Economics of Innovation and New Technology* 1, 135-156.

Saloner, G. ja Shepard, A. (1995). Adoption of technologies with network effects: An empirical examination of the adoption of automated teller machines. *Rand Journal of Economics* 26, 479-501.

Shurmer, M. (1993). An investigation into sources of network externalities in the packaged PC software market. *Information Economics and Policy* 5, 231-251.

Shurmer, M. ja Swann, P. (1995). An analysis of the process generating de facto standards in the PC spreadsheet software market. *Journal of Evolutionary Economics* 5, 119-132.

Shy, O. (1996). Technology revolutions in the presence of network externalities. *International Journal of Industrial Organization* 14, 785-800.

Stenbacka, R. ja Tombak, M.M. (1994). Strategic timing of adoption of new technologies under uncertainty. *International Journal of Industrial Organization* 12, 387-411.

Stoneman, P. ja Diederer, P. (1994). Technology diffusion and public policy. *Economic Journal* 104, 918-930.



**ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)**  
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY  
LÖNNROTINKATU 4 B, FIN-00120 HELSINKI

---

Puh./Tel. (09) 609 900  
Int. 358-9-609 900  
<http://www.etla.fi>

Telefax (09) 601753  
Int. 358-9-601 753

**KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847**

- No 622 BIRGITTA BERG-ANDERSSON, Comparative Evaluation of Science & Technology Policies in Lithuania, Latvia and Estonia. 08.12.1997. 76 p.
- No 623 MARKKU KOTILAINEN, Etelä-Suomen talousnäkymät vuosina 1997-2001. 12.12.1997. 10 s.
- No 624 JOHANNA POHJOLA, CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämisen kansantaloudelliset vaikutukset: Tuloksia polttoainerakenteen muutokset huomioonottavasta CGE-mallista. 18.12.1997. 52 s.
- No 625 JANNE HAKALA, Osakeomistuksen jakautuminen suomalaisissa pörssiyhtiöissä. 31.12.1997. 84 s.
- No 626 ANNE ERONEN, Yrityksen henkisen pääoman arviointi - malleja ja tunnuslukuja. 12.01.1998. 40 s.
- No 627 MARKKU KOTILAINEN, Economic Policy in EMU. 12.01.1998. 12 p.
- No 628 COLIN HAZLEY- INKERI HIRVENSALO, Barriers to Foreign Direct Investment in the Baltic Sea Region. 02.02.1998. 92 p.
- No 629 OLAVI RANTALA, Asuntokysyntään vaikuttavat tekijät ja sen kehitys talouden pitkän ajan kasvu-uralla. 29.01.1998. 60 s.
- No 630 PEKKA VALKONEN, Mitä suomalaisten yritysten patentointi kertoo kemian teknologian tasosta? 06.02.1998. 33 s.
- No 631 SOILI LEHTONEN - EERO LAESTERÄ, Kannattaako kotityö? Kotityön ja vapaa-ajan hinnoittelu ja tulonsiirtojärjestelmien yhteisvaikutus eri tulotasoilla. 26.02.1998. 33 s.
- No 632 DAINIUS BERNOTAS - ARVYDAS GUOGIS - ROMAS LAZUTKA, Social Security in Lithuania: A Review. 27.02.1998. 27 p.
- No 633 AUDRONE MORKUNIENE, The Lithuanian Pension System and Alternatives for the Future. 27.02.1998. 25 p.
- No 634 MIKA MALIRANTA, Factors of Productivity Performance by Plant Generation: Some findings from Finnish manufacturing. 05.03.1998. 25 p.
- No 635 RITA ASPLUND, Palkkaliikkuvuus Suomessa. 12.03.1998. 20 s.

- No 636 JUKKA LASSILA, Wage Formation by Majority Voting and The Incentive Effects of Pensions and Taxation. 19.03.1998. 26 p.
- No 637 KIMMO LAHTI-NUUTTI, Yrityksen ympäristökilpailukyvyn teoreettinen tarkastelu. 27.04.1998. 35 s.
- No 638 OLAVI RANTALA, Kotitalouksien varallisuus 1980-1996. 04.05.1998. 22 s.
- No 639 MARKKU PULLI, Ulkomaalaisomistuksen lisääntyminen Suomessa. 12.05.1998. 15 s.
- No 640 JOHANNA ALATALO - KARI ALHO, Kaupan tuottavuuskehityksen kokonaistaloudelliset vaikutukset. 20.05.1998. 51 s.
- No 641 JUHA HONKATUKIA, Arvioita ilmastotavoitteen kokonaistaloudellisista vaikutuksista Suomessa. 26.05.1998. 17 s.
- No 642 MARIANNE PAASI, Exporting, Learning Investment and Competitiveness of Firms - Business Survey Results in Estonia. 06.07.1998. 28 p.
- No 643 MIKKO MÄKINEN, Suomen viennin rakennemuutos ja klustereiden vientimenestys 1990-luvulla. 10.08.1998. 57 s.
- No 644 RAITA KARNITE, Latvia on the Path to Transformation. 28.08.1998. 16 p.
- No 645 ANSSI PARTANEN, Trade Potential around The Baltic Rim: A Two-model Experiment. 21.09.1998. 24 p.
- No 646 KIMMO LAHTI-NUUTTI, Suomalaisen paperi- ja selluteollisuuden ympäristöstrategiaan vaikuttavia tekijöitä. 08.10.1998. 67 s.
- No 647 OLLI RÄMÄ, Yritysten kannattavuus osakkeenomistajien näkökulmasta - vertailu suomalais- ja ulkomaalaisomisteisten yritysten välillä. 19.10.1998. 64 s.
- No 648 HELI KOSKI, Verkostoeksternaliteettien taloustieteellinen analyysi ja vaikutukset harjoitettavaan teknologiapolitiikkaan. 21.10.1998. 21 s.
- No 649 HELI KOSKI, The Impacts of Regulatory Reform on the Global Telecommunications Sector. 21.10.1998. 46 p.
- No 650 HELI KOSKI, Liberalisation, Regulation and Universal Service Provision in the European Telecommunications Markets. 21.10.1998. 33 p.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on mahdollista ostaa Taloustieto Oy:stä kopiointi- ja toimituskuluja vastaavaan hintaan.

Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress. They are sold by Taloustieto Oy for a nominal fee covering copying and postage costs.

d:\ratapalo\DP-julk.sam\21.10.1998