

TEKNOLOGIAN TUTKIMUS JA TEKNOLOGIAN HISTORIA SUOMESSA

Hannes Toivanen

Tekniikan Historian Seura ry:n kevätkokouksessa 18. huhtikuuta 2000 pidetty esitelmä.

Tämän kirjoituksen tarkoitus on tarkastella pinnallisesti 1990-suomalaista teknologian tutkimusta sekä teknologian historian osuutta ja suhdetta siihen. Teknologian historian kannalta kysymys on sen identiteettistä suhteessa monitieteiseen teknologian tutkimukseen ja toisaalta kotimaiseen historiayhteisöön. Keskeinen ajatukseni on, että koska hyvä teknologian tutkimus on tänä päivänä useimmin monitieteistä kuin yksitieteistä, on tällä ollut seurauksensa teknologian historialle. Käytännössä tämä muutos on kaksisuuntaista: teknologian historia keskustelee nykyisin vaivattomasti muiden tieteiden kanssa, toisaalta historiallinen lähestymistapa on yleistynyt historioitsijoiden piirin ulkopuolella.

Yksi huomautus tämän esitelmän luonteesta on tehtävä: tämä esitys kärsii suuresta ongelmasta, nimittäin vaikeasta rajanvedosta tieteen ja teknologian tutkimuksen välillä. Esityksestä olen kar sinut sellaiset tutkijat ja teokset, joiden olen arvioinut kontribuoivan enemmän tieteen kuin teknologian ymmärtämi-

seen. Ongelma kaikuu myös itse 'teknologian tutkimuksen' määrittelyssä.¹ Itse näen teknologian tutkimuksen tulevan parhaiten määritellyksi laajasti ja toiminnallisesti teknologian kehittämistä ja vaikutuksia koskevaksi talous- ja yhteiskuntatieteelliseksi tutkimukseksi. Täydentäväksi määritelmäksi on myös

esitetty, että puhdas humanistinen ja teknis-tieteellinen tutkimus jäävät sen ulkopuolelle.²

Teknologian tutkimus 1990-luvulla

Viimeistään 1990-luvulla kansainvälinen teknologian tutkimus on saavuttanut kypsän tutkimusalueen tunnusmerkit. Ensinnäkin, monitieteisyys on vakiinnuttanut asemansa. Sosiologian, taloustieteiden, historian, antropologian tai insinöritieteiden piiristä lähteneet tutkijat löytävät yhteisen kielen teknologian tutkimuksen keskeisten kysymysten ja tutkimusmenetelmien avulla. Toiseksi, teknologian tutkimus on etabloinut itsensä lähtemättömästi tiedeyhteisöön. Teknologian tutkimuksen omat tutkimusinstituutit, yliopistojen laitokset, julkaisut, konferenssit, järjestöt sekä näiden toiminta ovat vakuuttava osoitus alan dynaamisesta ja itsenäisestä tutkimustoiminnasta, jota ei haluta suorittaa muiden tieteiden varjossa. Kolmanneksi, teknologian tutkimuksen sisäinen erikoistumiskehitys on voimistunut. Tästä esimerkkinä sellaiset tutkimusalueet kuin teknologia ja arvot, teknologia ja työ, sukupuoleen ja rotuun liittyvät aspektit ja taloudelliset näkökulmat ovat korostetummin omia alueitaan teknologian tutkimuksen sisällä

Suomalainen teknologian tutkimus

Suomalainen teknologian tutkimus on paradoksi: sille on suuri tarve, mutta te-

kijöitä on vähän. Suomessa teknologian tutkimusta lähdettiin kehittämään muutamien ihmisten toimesta voimakkaasti 1990-luvun alussa, ja vakavasti otettavan muotonsa se sai viime vuosikymmenellä.³ Sen vähäisyys Suomen yliopistoissa on itsessään todistus historian merkityksestä tieteen ja teknologian tutkimuksessa, sillä monitieteilinen ala ei ole kyennyt institutionalisoitumaan lokerotieteiden tarpeisiin luodussa yliopistojärjestelmässä. Suomessa teknologian tutkimus onkin institutionaalisoitunut yliopistojen ulkopuolella. Tämä on ohjannut luonnollisesti myös tutkimuksen rakennetta, suosien presentististä tutkimusta, joka korostaa taloudellisia näkökulmia ja suoraan teknologiapolitiikkaan liittyviä kysymyksiä.

Teknologian tutkimuksen sijainnille on monta syytä ja rinnakkaisilmiötä, kuten tutkimuskysyntä ja rahoitusrakenne. 1990-luvun lopulla toteutettu kauppa- ja teollisuusministeriön ja Tekesin Teknologian tutkimuksen ohjelma,⁴ jonka budjetin koko oli useampi miljoona, on rakentanut kuitenkin tietoisesti leveää pohjaa suomalaiselle teknologian tutkimukselle. Tällä hetkellä on valmisteilla uusi teknologian tutkimuksen ohjelma. Päävastuun ohjelman toteuttamisesta on kantanut Tekes, mutta myös kauppa- ja teollisuusministeriö on rahoittanut monipuolisesti teknologian tutkimusta. Perinteisistä akateemisen tutkimuksen rahoitusmuodoista tärkein on ollut Suomen Akatemian Tieteen ja tiedepolitiikan tutkimusohjelma, joka toteutettiin vuosina 1996–1999. Se sivusi monien projektien osalta teknologian tutkimusta. Tutkimusohjelman päättyessä tärkeä sateenvarjo monille

tutkijoille, erityisesti jatko-opiskelijoille, kuitenkin lakkasi. Eräs tehokkaimista keinoista tutkimusalan kehittämiseksi ovat Suomessa tällä hetkellä tohtorikoulut. Yrityksestä huolimatta teknologian tutkimuksen tohtorikoulu jäi viime hakukierroksella ilman rahoitusta.

Kun katsoo itse teknologian tutkimusta, niin taloudellisia näkökohtia arvioiva tutkimus on ollut parhaiten edustettu, mutta ei todellakaan ainoa. Tutkimuksen merkittävimpiä suorittajia Suomessa ovat olleet ETLA, Tilastokeskus ja VTT Teknologian tutkimuksen ryhmä. ETLA:n tutkimusintressi on jo lähtökohtaisesti ollut taloustieteellinen, mutta monet sen tutkimuksista ovat lähestyneet teknologiaa ja tuottamista varsin laajasti, kuten *Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus*,⁵ jossa mm. historiallisin esimerkein pohdittiin teknologian merkitystä. Toinen hyvä esimerkki on ollut Timo Myllyntauksen *Technology transfer and the contextual filter in the Finnish setting*,⁶ joka oli puhdas historiallinen tutkimus teknologian siirron ehdoista. Tilastokeskus on perustehtäväänsä liittyen tuottanut teknologiaan liittyviä tilastoja ja tutkimuksia, joiden lähtökohta on ollut selvittävä tai taloudellisia aspekteja puntaroiva. Merkittävimpiä ovat olleet *Community Innovation Survey* sekä patenttitilastot.

VTT Teknologian tutkimuksen ryhmä on perustamisensa jälkeen 1992 kasvanut ehkä merkittävimmäksi teknologian tutkimuksen suorittajaksi Suomessa, jos ei muuten, niin kooltaan: ryhmässä on nykyisin yli 20 tutkijaa. TTR:n tutkimusintressi ei edellä mainittujen tutkimuslaitosten tapaan ole taustaorganisaation antama, vaan en-

nemminkin teknologialähtöinen. TTR:n päätutkimusalueet ovat innovaatiot ja teollisuuden uudistuminen, teknologiapolitiikka sekä teknologian ennakointi ja arvointi. Ryhmän, ja ennen sen perustamista VTT:n, tutkimus on sivunnut teknologian historiaa monessa yhteydessä. Innovaatiotutkimuksessa lähestymistavalla on ollut merkittävä osa. Tästä ensimmäisiä esimerkkejä oli 1990-luvun kynnyksellä, ennen ryhmän olemassoloa, ilmestynyt Raimo Lovion *Suomalainen menestystarina? tietoteollisen verkostotalouden läpimurto*,⁷ jossa elektroniikkateollisuuden analyysi ja tulevaisuudenvisio kumpusi osittain historiallisista innovaatioiden tapaustutkimuksista. Vastaavasti Christopher Palmbergin *Industrial transformation through public technology procurement*⁸ rakensi johtopäätöksensä julkisten hankintojen merkityksestä teknologiapolitiikan instrumenttina Nokian DX 200 -puhelinvaihteen historialliselle tapaustutkimukselle. Kumpikin tutkimus hyödynsi historiaa korostavaa evolutionääristä taloustiedettä, antaen runsaasti tilaa 1960- ja 1970-luvun tapahtumille. Varsinaista teknologian historiaa mainitut teokset eivät ole. Vaikka ne integroivatkin historiallisen kehityksen luotuun, lähinnä taloustieteelliseen, selitysmalliin, ne eivät palauta tutkimuskohdettaan historialliseen yhteyteensä ja todenna tutkimuskysymystään näin rakennettua argumenttia vasten. Historiallista lähestymistapaa hyödyntää myös Mikko Raskin ja Riikka Eelan alkava projekti, joka käsittelee suomalaisen teknologiapolitiikan arvopohjaa 1960-luvulta lähtien. Itse tutkimustehtävä heijastalee muilla politiikan sektoreilla tehtyä arvo-

kartoitusta. Panu Nykäsen ja Kenneth Lönnqvistin *Teknologiapolitiikan alkuvaiheet Suomessa 1940–1970 luvuilla*⁹ oli puhtaasti historiallinen teos, joka kartoitti teknologiapolitiikan varhaisia toimijoita ja lähteistöä. VTT:een liittyy myös Karl-Erik Michelsenin väitöskirja *Valtio, tiede ja tutkimus*,¹⁰ joka uudisti käsityksiämme 1900-luvun tiede- ja teknologiapolitiikasta sekä kommentoi kansainvälistä teknologian tutkimusta.

Kun vilkaisee ympärilleen Euroopassa, niin huomaa, että teknologian tutkimuksen sijainti Suomessa ei ole poikkeus. Miltei kaikkialla Euroopassa teknologian tutkimus on institutionaalisoitunut paremmin joko kokonaan yliopistojen ulkopuolisiin tai niihin ainoastaan löyhästi sidottuihin instituutteihin. Jos katsomme Amerikkaa, tilanne on miltei päinvastainen: siellä teknologian tutkimuksen painopiste on yliopistoissa. Edelleen, suomalaisen teknologian tutkimuksen ongelmista on mainittava traditioiden puute ja teoreettinen hajanaisuus. Siinä missä esimerkiksi Ruotsissa on perustettu kokonaisia koulukuntia, kuten 1950-luvun Erik Dahménin kehitysblokki-teoria, 1980-luvun Bo Carlssonin, Staffan Jacobssonin ja Rikard Stankiewiczin teknologisen järjestelmän malli tai 1990-luvulla Bengt-Åke Lundvallin kehitystyö kansallisen innovaatiojärjestelmän ja tuottaja-käyttäjä -käsitteen parissa, ei Suomesta löydy mitään vastaavaa. Lundvall on myös mainio esimerkki teknologian tutkimuksen monitieteisyydestä, sillä hänen käsitteensä ja muun tuoreen evolutionäärisen taloustieteen avulla Thomas J. Misa hahmotteli dynaamisen mallin teknologisesta muutoksesta teoksessaan *A Nation of Steel*,¹¹ jolle So-

ciety for History of Technology myönsi Dexter palkinnon.

Yliopistot ja teknologian tutkimus

Teknologian tutkimuksen ja myös teknologian historian tilanne Suomen yliopistoissa on valitettava. Meillä on muutama hieno yksikkö, sitäkin enemmän loistavia tutkijoita ja hyvää tutkimusta, mutta meillä ei ole VTT Teknologian tutkimuksen ryhmän kaltaista tutkimusryhmää, joka lähestyisi tiedettä ja teknologiaa vastavalla vapaamielisellä monitieteisyydellä. Itsestäänselvää on, että tällaisen perus- ja jatkokoulutuksen tilanne heijastuu suomalaisen teknologian tutkimuksen kehitykseen.

Kuten Yhdysvalloissa, Suomen yliopistoissa taloustieteellinen teknologian tutkimus voi parhaiten. Monissa kaupakorkeakouluissa on teknologiajohtamisen professuuri sekä vastaavia. Teknillisissä korkeakouluissa on usein tuotantotalouden yhteydessä alaa sivuavia professuureja ja tutkimusta. Mielenkiintoinen esimerkki uusista muodoista on Oulun yliopiston tietojenkäsittelylaitoksen ohjelmistojen liiketoimintojen professuuri, jonka haltijan Veikko Seppäsen tutkimus käsittelee projektityön luonnetta ja innovaatioprosessia ohjelmistojen tuottamisessa. Seppäsen tutkimuksen aikarajaus on 1980-luvulta nykypäivään. Alalla on myös useita tutkimusryhmiä.

Tulevaisuusorientoitunut teknologian tutkimus, kuten teknologian ennakointi ja arvionti, on myös ollut edustettuna korkeakoululaitoksessa. Esimerkiksi Teknillisen korkeakoulun professori Ahti Salo on opettanut ja tutkinut ai-

hetta monipuolisesti. Vastaavasti muuttaman henkilön harteilla, mutta kuitenkin mielenkiintoisena alueena, on ollut teknologian tutkimus filosofiasta käsin. Professori Ilkka Niiniluoto kirjoitti ja luennoi aiheesta jo 1980-luvulla, ja filosofian laitoksilta löytyy usein alan tutkimusta.

Mikäli keskiöön asetetaan humanistis-yhteiskuntatieteellinen Science, Technology & Society (STS) -tutkimuksen valtavirta, historia ja sosiologia, tilanne on toinen. Esiin nousee kaksi keskittymää yli muiden.

Yksi niistä on Teknisten innovaatioiden ja työn organisaation tutkimusryhmä, jota johtaa aikaisemmin VTT Teknologian tutkimuksen ryhmässä työskennellyt Professori Reijo Miettinen. Ryhmä on osa kasvatustieteellisessä tiedekunnassa toimivaa professori Yrjö Engeströmin johtamaa Toiminnan teorian ja kehittävän työn tutkimuksen yksikköä, joka on myös Suomen Akatemian tutkimuksen huippuyksikkö.

Miettisen ryhmän tutkimustoiminnan päämielenkiinto kohdistuu innovaation varhaisvaiheen parempaan ymmärtämiseen, ja tutkimuksissa hyödynnetään monipuolisesti historiaa, psykologiaa, sosiologiaa, antropologiaa ja kasvatustiedettä. Monitieteisyyden vastapainona ryhmän tutkimustoiminta kytkeytyy aina myös toiminnan teoriaan. Ryhmässä on valmisteilla monta väitöskirjaa, ja sen jäsenten julkaisu-toiminta on aktiivista ja kansainvälistä. Ryhmän viimevuotinen teos, *Osaaminen ja uuden luominen innovaatioverkoissa*,¹² oli 1990-luvun merkittävimpiä suomalaisia innovaatiotutkimuksia, ja sen kirjoittajat tulivat mm. sosiologiasta,

kasvatustieteestä ja historiasta. Teoksessa tarkasteltiin kuuden innovaatio-prosessin kautta verkostoitumisen merkitystä innovaatioiden myöhemmälle kehitykselle. Osa tapaustutkimuksista oli hyvin puhdasta teknologian historiaa, kuten Janne Lehenkarin ja Reijo Miettisen osuus GSM-verkon synnystä. Kirjoittajat lähestyivät aiheitaan historiallisesti, ja 1970-luvun suomalaisen tieteen murros valottuukin teoksessa mielenkiintoisesti. Ryhmän tutkimusotetta hallitsee mikrososiologinen jäsennostapa, joka kuitenkin integroi oivaltavasti STS-kentän perustieteiden metodeja. Tuloksena syntyy mainiolla tavalla monitieteistä tieteen ja teknologian tutkimusta.

Toiseksi on Tampereella yhteiskuntatieteiden laitoksella alan tutkimusta sekä pari tieteen ja teknologian yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen tutkijan virkaa. Tamperelaiset ovat Erkki Kaukosen johdolla tutkineet viime aikoina mm. yliopistotutkimuksen uusia muotoja. Tämä tutkimussuuntaus on jo tehtäväannoltaan historiallinen, sillä se nojaa ajatukseen vanhasta ja uudesta yliopistosta. Lisäksi Tampereella on Työelämän tutkimuskeskuksessa määrääkaisen tutkimusprofessorin Gerd Schienstockin johtama työryhmä, jonka työ on painottunut innovaatio- ja organisaatiotutkimuksen suuntaan. Schienstock on julkaissut erityisesti teoreettista tutkimusta, jonka argumentointi usein hyödyntää osin historiallista tutkimusta.

Näiden lisäksi on hajanainen joukko tutkijoita eri yliopistoissa. Mika Pantzar, jonka mainio teos *Kuinka teknologia ke-sytetään*¹³ oli 1990-luvun tärkeimpiä historiallisia tutkimuksia modernin tekno-

logian ja yhteiskunnan mikrotason vuorovaikutusmekanismeista, toimii tutkijana Helsingin kauppakorkeakoulussa.

Jos teknologian tutkimus vaikuttaa teistä pistemäiseltä, voi vain kuvitella, miltä se vaikuttaa vasta alalle suuntautuvaan. Oppikirjoissa ja muissa esityksissä teknologian tutkimus on yleensä esitelty vaatimattomana sivujuonteena, ja esimerkiksi yliopistoissa paljon teknologian historian oppikirjana käytetty Hannu Salmen *Atomipommilla Kuuhun. Tekniikan mentaalihistoriaa* -teos¹⁴ ei kattavasti jäsennä kerrontansa kohdetta teknologian historian avulla.

Yksinkertaisesti sanottuna, ajankohtaisesta suomenkielistä esitystä kansainvälisestä teknologian tutkimuksesta tai teknologian historiasta ei ole ollut saatavilla. Toivottavasti VTT Teknologian tutkimuksen ryhmän Tarmo Lemolan toimittama *Johdatus teknologian tutkimukseen*¹⁵ tulee muodostamaan pääavauksen tämän tyyppisessä kirjallisuudessa Suomessa, avaten teknologian tutkimukseen näkökulmia monesta eri suunnasta.

Mitä teknologian historiassa sitten?

Edellä esitetyn tarkoitus ei ole ollut väittää, että historia tulisi rajata vain historian tutkijoiden omistukseen. Päinvastoin, historiallisen lähestymistavan soisi leviävän ja voivan hyvin muuallakin kuin historioitsijoiden parissa. Lähinnä pyrin osoittamaan, kuinka monella tavalla Suomessa lähestytään teknologista menneisyyttämme, ja miten se tapahtuu

historioitsijoiden totutun piirin ulkopuolella. Toisaalta, suomalaisilla historioitsijoilla on kuitenkin vastassaan yksi ongelma: me emme ole kovin hyvin jaksaneet kiinnostua tekniikasta.

Jos suomalaista teknologian historiaa tarkastelee vaikka viime vuoden julkaisujen muodossa, niin meillä menee aika mukavasti. Tuomo Särkikosken *Tiedon liekki*¹⁶ käsittelee liekkisulatuksen innovaatioprosessia sekä miten se muokkasi Outokumpu Oyj:n yhtiökulttuuria. Diplomi-insinööri, sosiologian lisensiaatti Särkikosken teos lienee ensimmäinen suomalainen yhdelle innovaatiolle omistettu kokonainen historiantutkimus. Timo Myllyntauksen viime vuonna ilmestyneistä teoksista kauppa- ja teollisuusministeriön rahoittama *Energian hinta*¹⁷ on tilastollinen esitys energian hinnasta 1800-luvulta nykypäivään Panu Nykäsen *Bensiinihiilivetyjen valtiat*¹⁸ oli ensimmäinen teknologian historian väitöskirja vähään aikaan. Nykäsen teos selvittää mainiosti tutkimustehtävänsä mukaisesti suomalaisen hiilivetytutkimuksen alkuvaiheita, keskittyen erityisesti Gustaf Kompan tieteellisen työhön. Toisaalta tutkimustehtävän muotoilu myötävaikuttanut laajemman yhteiskuntatieteellisen ja kansainvälisen keskustelun poisputoamiseen teoksesta, sijoittaen sen metodisesti lähemmäs perinteistä kansallista historiaa kuin teknologian historiaa. Karl-Erik Michelsenin *Viides Säätty. Insinöörit suomalaisessa yhteiskunnassa 1500–1960*¹⁹ oli Tekniikan akateemisten juhlateos, mutta sen päähuomio oli insinööriprofession muotoutumisessa Suomessa sekä teknologiprofession suhde kotimaiseen yhteiskuntakeskusteluun. Teoksessa Michelsen ana-

lysoi teknologian historian ja Suomen historian vaikeaa suhdetta. Kansallisen historiankirjoituksen perustivat Suomessa henkilöt, joille tekniikka merkitsi siveellistä vaaraa ja välttämätön teknologian tuonti alemmuudentuntoa. Hauskalla tavalla Michelsen osoittaa, kuinka tämä on jäänyt paradoksaalisesti kaikumaan ylpeytenä suomalaisissa teollistumisselityksissä sekä toisaalta historioitsijoiden yleenkatseena tekniikkaa kohtaan.

Mutta, pysyäkseen perusajatuksessani, mainitsemistani neljästä teoksesta kolme syntyi pääsääntöisesti yliopiston ulkopuolisella rahoituksella.

Lisäksi Suomessa on ilmestynyt valtava määrä yhtiöhistoriikkeja ja taloushistorian tutkimuksia sekä muutama tieteen historiaan kuuluva tutkimus, jotka sivuavat teknologian historiaa. Mutta näitäkin teoksia teknologian tutkimuksen kansainvälisestä ja monitieteisestä perspektiivistä katsova joutuu pettymään. Kansallisen historian selvittävä paradigma hallitsee niiden tutkimusasetelmaa.

Ilmestyneiden tutkimusten ohella teknologian historiaa harrastetaan useilla historian laitoksilla, useimmin innostuneiden opiskelijoiden toimesta. Turun kulttuurihistorian laitoksella kokoontuu Hannu Salmen johdolla Teknologian historian työryhmä, jossa on valmisteilla muutama väitöskirja ja useita graduja. Oulun yliopiston aate- ja oppihistorian laitoksella tunnetaan suurta harrastusta teknologian tutkimusta kohtaan. Tämän jälkeen tarjonta on jo paljon vähäisempää. Vilkaissu useimpien laitosten opintovaatimuksiin kertoo, että tarjolla on usein vain aineopintojen standardipaketti muiden

erikoismodulien seassa, noin viiden opintoviikon edestä luettavaa. Valitettavinta on, että historian laitoksilla luetutetaan opiskelijoilla usein valmiiksi vanhentunutta tai marginaalista tutkimusta, josta käsin STS-kentän tutkimuskysymysten ja -menetelmien ymmärtäminen ei sanottavasti lisääny.

Mistä huomaa, että teknologian historialla on ongelma, ja miksi se olisi ongelma?

Kerrattuani suomalaista teknologian tutkimuksen kenttää, on syytä pysähtyä pohtimaan, onko tässä ongelmaa teknologian historian kannalta vai ei. Väitän, että on.

Suomessa on toistumassa teknologian kohdalla sama ilmiö kuin 1990-luvulla huomattiin maailmalla tieteen historiassa. Tuolloin mm. tanskalainen Thomas Söderquist huomautti, että mikäli tieteen historia ei pysty uudistumaan, tutkimaan monitieteisemmin ja paremmin tiedettä, se menettää legitimaationsa tärkeän tiedon tuottajana. Muut tieteet, sosiologia etunenässä, olivat omaksuneet pitkälti historiallisen lähestymistavan tietentutkimuksessa. Vaikka ne vastasivat erilaisiin kysymyksiin kuin perinteinen tieteenhistoria, ne tekivät/tekisivät tieteenhistorian tarpeettomaksi, Söderquist pelkäsi. Vaihtoehtona hän näki tieteenhistorian suuntautumisen osaksi modernia STS-kenttää.²⁰

Jotain vastaavaa on tapahtumassa teknologian historialle Suomessa. Historialliset lähestymistavat ovat yleistyneet monissa ilmestyneissä teknologian tutkimuksissa. Kotimainen historiayhteisö

on hylkinyt monitieteistä teknologian tutkimusta, ja viimeisenä kehitysilmiönä kotimaiset teknologian historioitsijat ovat etsittyneet – tietenkin meillä on poikkeukset jotka vahvistavat säännön – pikemminkin yksittäisten historia-suuntausten metodien suojaan, kuin hyödyntäneet kansainvälisessä STS-keskustelussa voimistunutta teoria- ja menetelmäoppia.

Tutkimuksen suuri kysyntä, tutkimuksen painottuminen itsenäisiin tutkimusinstituutteihin sekä heikko tai olematon perus- ja jatkokoulutus ovat pitkään jatkuessaan mahdoton yhtälö. Vaikeimmassa tilanteessa ovat väitöskirjasta haaveilevat nuoret tutkijat, jotka joutuvat kirjoittamaan monitieteistä, kansainväliselle tiedeyhteisölle suunnattua väitöskirjaa lokerolaitoksen esitarkastajille tai luopumaan kansainvälisyydestä ja alistumaan kotimaiselle yksisilmäisyydelle.

Lopputuloksena on, että Suomessa on monta hyvää tekijää auttamaan teknologian historiaa eteenpäin ja jopa osallistumaan samalla tavalla kansainväliseen keskusteluun kuin teknologian ja luonnontieteiden aloilla tapahtuu. Hyvät sidosryhmät, muiden tieteenalojen kiinnostus historialliseen tutkimusmenetelmään ja jonkinasteinen kysyntä ovat näitä tekijöitä. Mutta vastassa ovat myös suuret, ennen kaikkea historia-tieteen ja teknologian historian sisäiset ongelmat.

¹ Englanninkielinen alkusana *technology studies* kokee samanlaisen kuprun tullessaan käännettyksi suomeen kuin käsite *science*, sillä lähinnä tutkimista, siis tekemistä, tarkoittava *studies* kääntyy yksipuolistavasti substantiiviksi 'tutkimus'.

² Teknologian tutkimuksen yhteistyöohjelma. VTT Teknologian tutkimuksen ryhmä ja ETLA. Helsinki 1994.

³ Esim. Tarmo Lemola: *Teknologiatutkimuksen kehittäminen Suomessa*. TEKES, 1990.

⁴ Teknologian tutkimuksen ohjelma. KTM:n ja Tekesin rahoittaman teknologian tutkimuksen puitteet vuoteen 2001. Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 10/1997.

⁵ Hernesniemi, Hannu; Lammi, Markku; Ylä-Anttila, Pekka: *Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus*. ETLA, 1995.

⁶ Timo Myllyntaus: *Technology transfer and the contextual filter in the Finnish setting. Transfer channels and mechanisms in an historical perspective*. ETLA keskusteluaiheita - Discussion papers 416, 1992.

⁷ Raimo Lovio: *Suomalainen menestystarina? Tietoteollisen verkostotalouden läpimurto*. Hanki ja Jää, 1989

⁸ Christopher Palmberg: *Industrialtransformation through public technology procurement? The case of the Finnish telecommunications industry*. Meddelanden från ekonomisk-statvetenskapliga fakulteten vid Åbo Akademi. Nationalekonomiska Institutionen. Ser. A:494, 1998.

⁹ Panu Nykänen & Kenneth Lönnqvist: *Teknologiapolitiikan alkuvaiheet Suomessa 1940–1970 luvuilla*. VTT Teknologian tutkimuksen ryhmä, työpapereita 40, 1999.

¹⁰ Karl-Erik Michelsen: *Valtio, teknologia, tutkimus: VTT ja kansallinen tutkimusjärjestelmän kehitys*. VTT 1993.

¹¹ Thomas J. Misa: *A Nation of Steel. The Making of Modern America 1865–1925*. The Johns Hopkins University Press, 1995.

¹² Reijo Miettinen, Janne Lehenkari, Mervi Hasu & Jukka Hyvönen: *Osaaminen ja uuden luominen innovaatioverkkoissa. Tutkimus kuudesta suomalaisesta innovaatiosta*. Sitra 226, Vantaa 1999.

¹³ Mika Pantzar: *Kuinka teknologia kesytetään. Kulutuksen tieteestä ja kulutuksen taiteeseen*. Hanki ja Jää, 1996.

¹⁴ Hannu Salmi: *"Atoomipommilla Kuuhun": Tekniikan mentaalihistoriaa*. Edita 1996.

¹⁵ Tarmo Lemola (toim): *Johdatus teknologian tutkimukseen*. Gaudeamus, 2000.

¹⁶ Tuomo Särkikoski: *Tiedon liekki. Kuinka Outokumpu loi keksinnön ja teki siitä kulttuurin*. Outokumpu Oyj ja STH 1, 1999.

¹⁷ Timo Myllyntaus (toim): *Energian hinta 1800–1999. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja*, 1999, 12

¹⁸ Panu Nykänen: *Bensiinihiilivetyjen valtiat. Voitelu- ja moottoripolttoaineiden tutkimus Suomessa vuoteen 1948*. STH 2, 1999.

¹⁹ Karl-Erik Michelsen: *Viides Säätty. Insinöörit suomalaisessa yhteiskunnassa 1500–1960*. THS ja SHKS 1999.

²⁰ Thomas Söderqvist: *Who will sort out the Hundred or More Paul Ehrlichs. Remarks on the Historiography of Recent and Contemporary Science*. Teoksessa: Thomas Söderqvist (Ed). *The Historiography of contemporary science and technology*. Harwood academic publishers, Amsterdam. 1997, 1-18.