

Matti Parikka

# Teknologiakompetenssi

Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita  
peruskoulussa ja lukiossa



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

JYVÄSKYLÄ 1998

Matti Parikka

## Teknologiakompetenssi

Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita  
peruskoulussa ja lukiossa

Esitetään Jyväskylän yliopiston kasvatustieteellisen tiedekunnan suostumuksella  
julkisesti tarkastettavaksi yliopiston vanhassa juhlasalissa (S212)  
heinäkuun 3. päivänä 1998 kello 12.



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

JYVÄSKYLÄ 1998

# Teknologiakompetenssi

Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita  
peruskoulussa ja lukiossa

Matti Parikka

## Teknologiakompetenssi

Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita  
peruskoulussa ja lukiossa



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

JYVÄSKYLÄ 1998

Editors

Leena Laurinen

Department of Education, University of Jyväskylä

Kaarina Nieminen

Publishing Unit, University Library of Jyväskylä

Cover picture

"Brainmachine" by Hillamaria Pirhonen

Seven year old girl's vision of future technology

ISBN 951-39-0265-X (nid.), 978-951-39-4625-8 (PDF)

ISSN 0075-4625

Copyright © 1998, by University of Jyväskylä

Jyväskylä University Printing House, Jyväskylä  
and ER-Paino Ky, Lievestuore 1998

## ABSTRACT

Parikka, Matti

Technological competence; Challenges of reforming technology education in the Finnish comprehensive and upper secondary school.

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 1998, 207 p.

(Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research, ISSN 0075-4625;141)

ISBN 951-39-0265-X (nid.), 978-951-39-4625-8 (PDF)

Summary

Diss.

For the first time in the history of the Finnish school system, two documents - the 1994 Foundations of the Comprehensive School Curriculum and the 1994 Foundations of the Upper Secondary Curriculum - introduced technological literacy as an educational objective alongside other educational objectives. This aroused considerable discussion, especially since the documents contain only very few indications as to how the teaching of technology can be meaningfully organised at different levels.

The aim of the study was to clarify the meaning of technology, of technological literacy and of technology education as an educational objective in comprehensive and upper secondary schools. The concepts to do with the substance of technology were analysed as part of general education from the point of view of 1) culture, society and environmental effects, 2) technological systems, and 3) innovation processes. On the basis of the results of the analysis a hypothetical cube model was created. This can be regarded as the conceptual level of the nature of technology and can be used as a general structure unifying different views in compiling the foundations of the technology curriculum. The technological competence of the citizen was studied by means of a structured and partly structured questionnaire. 32 experts in the fields of technology, education, philosophy, mathematics, science, handicrafts, economics and entrepreneurship, and arts and industrial arts participated in the inquiry. With regard to school education, the questionnaires were analysed from three different perspectives: learning objectives, methods and contents. The result was the creation of a functional teaching description of technological competence. By means of a partly structured questionnaire the experts were also asked about the alternatives for development in the near future. The summary of their answers established a dimension that ties the conceptional structure to the functional structure in a single entity: technological competence.

A partly structured questionnaire was used to find out the experts' views on the alternative forms of implementing technology education. The experts were of the opinion that technology must be taught to both boys and girls at all levels of schooling. Teaching can be organised either as a stand-alone subject or in the form of integrated cross-curricular and multidisciplinary projects. If teaching is project-based, one of the school subjects should be designated as the core subject for technology education. The experts proposed craft education and maths/science as core subjects. By grouping the views of the experts, three alternative forms of implementation were developed, each with a common conceptual part and, in addition, a functional part which would be determined by local industry and business, or would reflect a particular emphasis of the school. The alternative school subjects or subject groups would be: maths and science, craft education, enterprise education, environmental education, art and design, history, culture and languages.

Keywords: general education, technology, technological competence, future-oriented education, technology education in the comprehensive school, upper secondary school and teacher education

## TIIVISTELMÄ

Parikka, Matti

Teknologiakompetenssi; Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita peruskoulussa ja lukiossa

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 1998, 207 s.

(Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research,

ISSN 0075-4625;141)

ISBN 951-39-0265-X

Summary

Diss.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 ja Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994 -asiakirjoissa tuodaan ensimmäisen kerran maamme koululaitoksen historiassa yleissivistävä teknologia kasvatusavoitteeksi muiden kasvatusalueiden rinnalle. Se on herättänyt runsaasti keskustelua etenkin siitä syystä, että mainitut asiakirjat sisältävät vain hyvin vähän viitteitä siitä, miten teknologian opetus eri kouluasteilla on mielekästä järjestää.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mitä teknologia, yleissivistävä teknologiakompetenssi sekä teknologiakasvatus peruskoulun ja lukion kasvatuspäämääränä tarkoittaa. Teknologian substanssiin liittyviä käsitteitä analysoitiin yleissivistyksen osana 1) kulttuurin, yhteiskunnan ja ympäristövaikutusten, 2) teknologisten järjestelmien sekä 3) innovaatioprosessien kannalta. Analyysin tulosten pohjalta luotiin teknologian määrittelyn hypoteettinen kuutiomalli, jota voidaan pitää teknologian olemuksen näkemyksellisenä tasona ja käyttää opetussuunnitelmien perusteiden laadinnassa teknologian eri tarkastelukulmia yhdistävänä yleisrakenteena. Kansalaisen teknologiakompetenssia tutkittiin strukturoidulla ja osittain strukturoidulla kyselyllä, johon osallistui 32 humanististen ja matemaattis-luonnontieteellisten alojen sekä tuotantoelämän erityisasiantuntijaa. Vastaukset analysoitiin koulukasvatuksen näkökannalta erikseen opiskelutavoitteiden, -menetelmien ja -sisältöjen osalta. Tuloksena syntyi teknologiakompetenssin kouluopetuksen toiminnallinen kuvaus. Asiantuntijoilta tiedusteltiin lisäksi osittain strukturoidulla kyselyllä teknologian lähitulevaisuuden kehitysvaihtoehtoja. Niistä tehty yhteenvedo muodosti ulottuvuuden, joka sitoo näkemyksellisen ja toiminnallisen rakenteen yhdeksi kokonaisuudeksi, teknologiakompetenssiksi.

Asiantuntijoilta tiedusteltiin myös teknologiakasvatuksen opetussuunnitelman toteuttamisvaihtoehtoja osittain strukturoidulla kyselylomakkeella. Asiantuntijat olivat sitä mieltä, että teknologiaa pitää opettaa sekä pojille että tytöille kaikilla kouluasteilla. Opetus voidaan järjestää joko omana aineena tai poikkitieteellisinä, eri aineiden yhteisprojekteina. Jos opetus järjestetään projekteina, pitäisi jokin koulun aine valita teknologiakasvatuksen ydinaineeksi. Ydinaineeksi asiantuntijat ehdottivat käsityötä ja matemaattis-luonnontieteellisiä aineita. Asiantuntijoiden näkemysten sovelluksena laadittiin kolme teknologiakasvatuksen toteutusvaihtoehtoa, joissa kaikissa on yhteinen näkemyksellinen osa ja sen lisäksi koulun sijaintipaikan elinkeinorakenteen tai koulun valitseman painotuksen mukainen toiminnallinen osa. Teknologiakasvatuksen painotuksen vaihtoehtoiset oppiaineryhmät tai aihekokonaisuudet olisivat matemaattis-luonnontieteellinen kasvatus, käsityökasvatus, yrittäjäyyskasvatus, ympäristökasvatus, taide- ja muotoilukasvatus sekä historia, kielet ja kulttuuri.

Avainsanat: yleissivistävä opetus, teknologia, teknologiakompetenssi, tulevaisuuteen suuntautuva kasvatus, teknologiakasvatus peruskoulussa, lukiossa ja opettajankoulutuksessa



## ESIPUHE

Teknologia ja teknologiakasvatus on herättänyt viime aikoina kaikissa teknologisen elämänmuodon valinneissa maissa sekä tutkimuksellista että kasvatuksellista mielenkiintoa. Monissa maissa, kuten Alankomaissa, Australiassa, Englannissa ja Walesissa, Etelä-Afrikassa, Ranskassa, Ruotsissa, Saksassa ja Yhdysvalloissa, se on omana oppiaineenaan koulussa (Rasinen 1998). Suomessa teknologiakasvatus on opetussuunnitelmallisessa mielessä ottamassa vasta ensiaskeleitaan. Alalta on meillä vain vähän tutkimus- ja kokeilutietoa. Yliopistot ja opettajankoulutuslaitokset ovat kuitenkin heräämässä ja käynnistävät kilvan teknologiakasvatuksen kehittämishankkeita.

Jyväskylän yliopisto esittää vuosien 1997 - 2000 toiminta- ja taloussuunnitelmassaan (1996) teknologiakasvatusta yhdeksi uudeksi koulutuksen kehittämishankkeeksi. Hankkeen tutkimus- ja kehittämistoiminnan painopistealueiksi esitetään 1) teknologiakasvatuksen kehittämistä peruskoulussa, lukiossa ja opettajankoulutuksessa, 2) koulutusteknologian, erityisesti uusien oppimisympäristöjen kehittämistä sekä 3) teknologiavalmiuksien oppimisen kehittämistä. Teknologiakasvatushankkeeseen liittyvän tutkimus- ja opetustoiminnan koordinoimiseksi ja tehostamiseksi niistä on päätetty muodostaa seuraavia tehtäväalueita:

- 1 teknologiakasvatukseen liittyvä tutkimus ja sen koordinointi
- 2 teknologiakasvatuksen opiskelun ja opetuksen kehittäminen
- 3 teknologiakasvatuksen opetussuunnitelmien kehittäminen eri koulutasoille
- 4 kokeiluyhteistyö Jyväskylän kaupungin, maalaiskunnan ja lähialueen koulujen ja tuotantoelämän kanssa
- 5 materiaali tuotanto ja siihen liittyvät asiantuntijatehtävät
- 6 osallistuminen opettajien perus- ja täydennyskoulutukseen
- 7 teknologiakasvatuksen tietoverkkojen ja laitteistojen kehittäminen.

Käsillä oleva tutkimus liittyy kolmeen ensimmäiseen tehtäväalueeseen. Käynnistettiin normaalikoulun teknisen työn lehtorin Aki Rasisen kanssa vuonna 1991 kasvatustieteiden tiedekunnassa teknologian laaja-alaiseen näkemykseen perustuvan teknologiakasvatuksen kehittämiskokeilun. Sen tavoitteena on kehittää ja kokeilla erilaisia mahdollisuuksia lähentää koulua työ- ja tuotantoelämään, etsiä yhteyksiä teknologian ja matemaattis-luonnontieteellisen aineryhmän välille, löytää teknologiakasvatuksesta ratkaisuja tyttöjen ja poikien samantyyppisiin mahdollisuuksiin opiskella teknologiaa sekä tuottaa pohjamateriaalia teknologiakasvatuksen opetussuunnitelmaa varten peruskouluun, lukioon ja opettajankoulutukseen. Hanke on saanut Keski-Suomen lääninhallitukselta aloittamisrahaa vuonna 1992 sekä Keski-Suomen liitolta 1994 - 1995 jatkorahoitusta.

Kehittämishankkeen alalta on ilmestynyt tähän mennessä kaksi kokeiluraporttia sekä opettajankoulutuslaitoksen didaktiikan lehtorin Jouko Kantolan väitöskirjatutkimus *Cygnaeuksen jäljillä käsityöopetuksesta teknologiseen kasvatukseen*. Kantolan tutkimus antaa historiallisen perspektiivin teknologiakasvatuksesta nykyään käytävään keskusteluun. Tämä tutkimus siirtää tarkastelukulman tähän päivään ja tulevaisuuteen. Teknologiakasvatuksen toteutusmahdollisuuksissa ei

maamme ole ainakaan vielä jäänyt kehityksen kelkasta. Materiaaliset ja opetukselliset lähtökohtamme ovat tosiasiassa sangen hyvät. Nyt vain täytyy ymmärtää lähteä liikkeelle.

Tutkimuksen tekemisen mahdollisuuksista sekä sen loppuunsaattamista varten saamastani opetusvelvollisuuden huojennuksesta kiitän opettajankoulutuslaitosta ja kasvatustieteiden tiedekuntaa. Huojennus on mahdollistanut työni viimeistelyn virkahuolista vapaana. Esitän lämpimät kiitokseni ohjaajalleni, opettajankoulutuslaitoksen johtajalle Seppo Hämäläiselle. Ilman hänen asiantuntevia neuvojaan ja rohkaisevaa kannustustaan olisin varmaan edelleenkin siirtänyt työni loppuunsaattamista. Erittäin arvokkaana pidän myös professori Jouko Karilta saamaani ohjausta ja kannustusta. Työni esitarkastajia, dekaani Jorma Ekolaa ja teknologiaprofessoria Pertti Puumalaista kiitän syvällisestä paneutumisesta työhöni sekä tarkennus- ja korjausesityksistä. Niiden tuloksena työni täsmentyi entisestään sekä käsitteellisesti että didaktisesti. Lehtori Paula Sajavaaraa kiitän siitä, että hän on auttanut ja neuvonut minua väsymättä kielenhuoltoon liittyvissä asioissa.

Lopuksi haluan osoittaa lämpimän kiitoksen kaikille työtovereilleni, jotka ovat jaksaneet vuosien aikana käydä keskustelua tutkimukseni aiheesta. Nämä kiitokset kuuluvat lehtoreille Jorma Ojalalle, Pertti Kalinille, Vesa Koivistolle, Tarmo Parvelalle sekä Viitaniemen ammattioppilaitoksen lehtorille Rauno Korhoselle, Savonlinnan opettajankoulutuslaitoksen lehtorille Asko Heinoselle ja Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitoksen lehtorille Markku Luomalahdelle. Lähimmät työtoverini Jouko Kantola, Matti Piilovaara, Aki Rasinen ja Timo Rissanen ovat olleet avuksi monin tavoin tutkimukseni kaikissa vaiheissa. Myös tutkimukseeni osallistuneet erityisasiantuntijat ansaitsevat kiitoksen oman kiireisen työnsä lomassa antamastaan tärkeästä panoksesta.

Omistan työni vaimolleni Raunille sekä lapsilleni Susannalle ja Jarnolle.

Jyväskylässä toukokuussa 1998

Matti Parikka

# SISÄLLYS

## I TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

1	JOHDANTO .....	13
1.1	Maamme menestyy teknologian aloilla .....	13
1.2	Teknologia koskettaa meitä kaikkia .....	18
1.3	Teknologiakasvatuksen käsite on monimerkityksinen .....	19
1.4	Alustava tutkimustehtävien määrittely .....	20
2	LÄHTÖTILANNE JA TUTKIMUSTEHTÄVÄ .....	22
2.1	Käsityö teknologiakasvatuksen lähtökohtana .....	22
2.1.1	Teknisen työn opetuksen teknologisuus .....	23
2.1.2	Kohti teknologiakasvatuksen paradigmaa .....	24
2.1.3	Teknologiakasvatuskokeilun käynnistyminen .....	25
2.1.4	Käsitteiden orientaatioperustan ongelmallisuus .....	27
2.2	Tutkimuksen rajaus ja tutkimusongelmat .....	27

## II TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

3	TEKNOLOGIAN SUBSTANSSIIN LIITTYVIEN KÄSITTEIDEN ANALYYSI .....	33
3.1	Yleissivistys teknologisen sivistyksen jäsentäjänä .....	34
3.1.1	Yleissivistys historiallisen maailmankuvan luojaana .....	35
3.1.2	Yleissivistys ihmisen eettisenä ulottuvuutena .....	36
3.1.3	Yleissivistys uuden oppimisen tietoperustana .....	36
3.2	Etymologinen ja ensyklopedinen määrittely .....	37
3.3	Teknologian, kulttuurin ja yhteiskunnan sidoksisuus .....	41
3.3.1	Teknologian ja kulttuurin vuorovaikutus .....	41
3.3.1.1	Käsityöstä tekniikkaan ja teknologiaan .....	42
3.3.1.2	Kirjapainosta mikroprosessoriin .....	44
3.3.2	Teknologia, luonnontiede ja yhteiskunta .....	52
3.3.3	Teknologian ympäristövaikutukset .....	58
3.3.4	Teknologijärjestelmät teknologian käsitteen kontekstina .....	61
3.3.5	Teknologian innovaatioprosessit .....	66
3.4	Yleissivistävän teknologian määrittely .....	70
3.4.1	Verbaalinen määrittely .....	70
3.4.2	Teknologian määrittelyn kuutiomalli .....	71
3.5	Pohdinta .....	73

4	TEKNOLOGIAKOMPETENSSI JA TEKNOLOGINEN YLEISSIVISTYS .....	75
4.1	Teknologiakompetenssin tutkiminen .....	75
4.2	Teknologiakompetenssin määrittelyn lähtökohdat .....	75
4.3	Tutkimusaineiston hankinta .....	79
4.3.1	Mittarin laadinta .....	79
4.3.2	Tutkimusaineiston keruu .....	82
4.4	Tutkimusaineiston analysointi ja tulokset .....	83
4.4.1	Teknologiakompetenssin toiminnalliset tekijät .....	85
4.4.1.1	Keskiarvoihin ja yksittäisiin näkemyksiin perustuva analysointi .....	85
4.4.1.2	Faktorianalyysiin perustuva tulkinta .....	98
4.4.1.3	Teknologian kehittymisnäkökulmat .....	106
4.4.1.4	Toiminnallinen teknologiakompetenssi kokoavasti .....	109
4.5	Teknologiakompetenssin rakentuminen .....	109
5	KOHTI TEKNOLOGIAKASVATUKSEN TEORIAA .....	113
5.1	Haasteena opetuksen uudistaminen .....	113
5.2	Teknologiakasvatuksen teorian rakennusaineeksiä .....	114
5.3	Erlaisia käsityksiä teknologiakasvatuksesta .....	117
5.3.1	Alan tutkijoiden määritelmiä teknologiakasvatuksesta .....	118
5.3.2	Asiantuntijoiden näkemyksiä teknologiakasvatuksen järjestämisestä .....	121
5.3.3	Tiivistelmä ja johtopäätökset .....	124
5.3.4	Teknologiakasvatus peruskoulun ja lukion opetussuunnitelman perusteissa .....	128
6	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS .....	134
6.1	Tutkimuksen käsitteellinen luotettavuus .....	134
6.2	Mittauksen luotettavuus .....	136
6.3	Kokonaisarvio tutkimuksen luotettavuudesta .....	138
III LOPPUYHTEENVETO JA POHDINTA		
7	PÄÄTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	141
7.1	Tutkimuksen lähtökohdat .....	141
7.2	Yhteenveto tuloksista .....	142
7.3	Teknologiakasvatuksen käyttöteorian rakennusaineeksiä .....	144

8	TUTKIMUKSEN MERKITYKSEN ARVIOINTI .....	146
9	TEKNOLOGIAKASVATUKSEN KEHITTÄMISEHDOTUKSET .....	148
9.1	Jatkotutkimusmahdollisuudet .....	148
9.2	Teknologiakasvatuksen tulevaisuudennäkymiä .....	149
	ENGLISH SUMMARY .....	153
	LÄHTEET .....	166
	LIITTEET	
	Liite 1: Kuviot ja taulukot .....	177
	Liite 2: The Whole Curriculum in Wales .....	178
	Liite 3: Kyselylomake .....	179
	Liite 4: Opiskelutavoitteiden arviointien jakaumat ja keskihajonnat	185
	Liite 5: Opiskelumenetelmien arviointien jakaumat ja keskihajonnat	186
	Liite 6: Opiskelusisältöjen arviointien jakaumat ja keskihajonnat .....	187
	Liite 7: Opiskelutavoitteiden arviointien korrelaatiomatriisi .....	188
	Liite 8: Opiskelumenetelmien arviointien korrelaatiomatriisi .....	189
	Liite 9: Opiskelusisältöjen arviointien korrelaatiomatriisi .....	190
	Liite 10: Asiantuntijavastaukset kysymykseen 1 .....	191
	Liite 11: Asiantuntijavastaukset kysymykseen 2 .....	196
	Liite 12: Asiantuntijavastaukset kysymykseen 3 .....	200
	Liite 13: Asiantuntijavastaukset kysymykseen 4 .....	204
	Liite 14: The Universals and Dimensions of Technology .....	207

I  
TUTKIMUKSEN  
LÄHTÖKOHDAT

# 1 JOHDANTO

Esittelen aluksi maamme tuotantoelämässä erinomaisesti menestyneitä yrityksiä esimerkkeinä nykyisistä työpaikoista ja menestystuotteista. Esittelyssä teen yhteenvedon menestyvien yritysten teknologiasovellusten erityispiirteistä. Koska käytämme teknologiaa jossakin muodossa lähes kaikissa arkitoimissamme ja se on keskeinen tekijä myös kansantuotteemme kannalta, on yleissivistävänkin koulun yhdeksi kasvatustavoitteeksi otettu teknologinen yleissivistys. Sen toteutumiseksi teknologiaa pitäisi opiskella ja opettaa myös koulussa. Teknologian käsite ja olemus on kuitenkin toistaiseksi vielä epäselvä, eikä oikein tiedetä, minkälaista teknologista osaamista eli kompetenssia pitäisi kansalaisilta edellyttää. Tilanteen korjaamiseksi tarvitaan siis teknologian käsitteistön selkeyttämistä.

Pidän teknologiakompetenssia laaja-alaisena kansalaisvalmiutena ja prosessina, joka ilmenee 1) teknologian vaikutusten tiedostamisena, 2) toiminnallisena osaamisena ja tekemisenä sekä 3) aktiivisena ja kriittisenä suhtautumisena tulevaisuuden teknologian eri vaihtoehtoihin.

## 1.1 Maamme menestyy teknologian aloilla

Jos pysähdymme miettimään, millä teknologian aloilla Suomi menestyy maailmanlaajuisesti, tulevat mieleemme ehkä vain kännykät ja paperinvalmistusteknologia ja ehkä lisäksi jäänmurtaajat ja metsäkoneet. Tosiasia kuitenkin on, että maamme on monilla muillakin teknologisten innovaatioiden aloilla pystynyt nousemaan johtavaan asemaan maailmassa. Tekniikan Maailma -lehti julkaisi äskettäin (TM n:o 12, 1997) laajan katsauksen suomalaisista tuotteista, jotka ovat alallaan maailman parhaita. 43 sivua ja 29 artikkelia käsittävässä artikkelisarjassa

*Made in Finland: ylpeyden aiheita* esitellään 31 innovatiivista yritystä ja tuoteryhmää sekä niistä jokaisesta muutamia yleisesti kiinnostavia esimerkkituotteita.

Olen oheiseen taulukkoon (taulukko 1) laatinut tiivistelmän artikkeleissa käsiteltyjen yritysten huippuosaamisesta. Artikkelin laajuuden vuoksi olen ottanut mukaan satunnaisotannalla niistä noin puolet. Olen jättänyt pois esimerkiksi katsauksessa mukana olleet paperinvalmistusteknologian, suomalaisten menestymisen autourheilussa, suomalaisen saunan maailmanlaajuisen vientitoiminnan sekä maamme teknillisten korkeakoulujen esittelyn.

Karsittunakin siitä käy havainnollisesti selville, minkälaiseen teknisen alan innovaatiotoimintaan pienenkin maan ja yrityksen resursseilla on mahdollista päästä. Samalla se on alustava esittely siitä elämänalueesta, jonka perusteiden oppimisen ongelmiin tämä tutkimus kohdistuu.

TAULUKKO 1 Esimerkkejä maamme menestyvistä teknologia-alan yrityksistä

YRITYS / toimialan kuvaus	HUIPPUINNOVAATIOT
Nokia Mobile Phones Tietoliikennealan edelläkävijä (Kinnunen 1997a, 8 - 9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1982 Euroopan ensimmäinen täysin digitaalinen puhelinvaihte</li> <li>- 1984 maailman ensimmäinen kannettava autopuhelin</li> <li>- 1987 maailman ensimmäinen taskupuhelin</li> <li>- 1993 ensimmäisenä valmistajana matkapuhelimia kaikkiin digitaalisiin järjestelmiin</li> <li>- 1996 kaikki tietoliikennetoiminnot yhteen laitteeseen (Nokia 9000 Communicator)</li> <li>- 1997 matkapuhelin, jolla pääsee suoraan internettiin</li> </ul>
Kvaerner Masa-Yards Jäänmurtaajien, kaasutankkereiden ja huviristeilijöiden kehittäjä (Kinnunen 1997b, 9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 360 astetta kääntyvä, sähkömoottorin sisältävä Azipod-potkuri korvaa laivan potkuriakselit ja peräsinlaitteistot</li> <li>- alumiiniset, suuret pallosäiliöt kaasunkuljetustankkereihin</li> </ul>
Kone Oy Maailman johtava hissi- ja liukuporrasalan valmistaja (Kinnunen 1997c, 10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MonoSpace -hissi, jonka litteä koneisto ei tarvitse erillistä konehuonetta ja joka pudottaa energiakulut puoleen</li> </ul>
Vaisala Oy Markkinajohtaja erilaisten säähavaintolaitteiden alalla (Kinnunen 1997d, 12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- automaattinen säähavaintojen luotausjärjestelmä lähettää havaintopallon sovittuina aikoina ja valmis-telee sääsanoman sen lähettämistä tiedoista</li> <li>- suhteellisen kosteuden ja barometrisen paineen automaattiset mittalaitteet</li> <li>- hiilidioksidianturi esimerkiksi kodin tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ohjaukseen</li> </ul>
Neuromag Oy ja Tkk Aivojen sähkömagneettisten kenttien mittalaitteiden kehittäjä (Kinnunen 1997e, 13)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aivojen sähkömagneettisten tai sähkökemiallisten toimintojen mittaus- ja kartoituslaite (MEG)</li> </ul>

(jatkuu)



## TAULUKKO 1 (jatkuu)

<p>Tamrock-konserni Maanalaisen kaivostoiminnan poraus- ja louhintalaitteiden toimittaja (Kinnunen 1997f, 13)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maailman suurin maanalainen lastauslaitteisto (Tro 2500), jota voidaan valvoa ja ohjata maan päältä videon avulla</li> <li>- avolouhoksiin tarkoitettu sähköinen kiertoporauslaite</li> <li>- vesisuihkulla varustettu rumpujyrsin, joka vähentää olennaisesti kipinöintiä ja pölyä</li> </ul>
<p>Sisu Traktorit Oy Valmistaa traktoreita asiakkaan toiveiden mukaan varustettuna (Kinnunen 1997g, 14)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- traktorit valmistetaan asiakkaan tilauksen mukaisesti yksilöinä. Asiakas voi myös mennä tehtaalle seuraamaan traktorinsa valmistumista.</li> <li>- Valtra CareTel -järjestelmä, jossa elektroninen mittalaitteisto kerää jatkuvasti tietoja traktorin toiminnasta ja kunnosta sekä soittaa automaattisesti GSM-puhelinverkon kautta omistajalle ja huoltoon, jos sen toiminnassa ilmenee jotakin hälyttävää</li> </ul>
<p>Polar Electro Maailman johtava langattomien sykemittareiden valmistaja (Enbom 1997, 15)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1982, maailman ensimmäinen rannekokoinen langaton sykemittari</li> <li>- nykyisissä mittareissa voi olla lisäksi kellonaika, harjoituksen kesto, yksilöllisesti asetettavat harjoitus- sykerajat hälytyksineen ja harjoituksen tietokone-analysointia varten purettava muisti</li> </ul>
<p>NAPS / Neste Oy Aurinkoenergiaa hyödyntävien järjestelmien kehittäjä (Herttua ja Ylönen 1997, 17)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aurinkokennojen toimintaan perustuvien kesämökien sähköistysjärjestelmät</li> <li>- kehitysmaiden "kevyet" sähköistysjärjestelmät</li> <li>- aurinkoenergiajärjestelmien ammattisovellukset</li> </ul>
<p>Sisu Terminal Systems Maailman täydellisin satamien tavaransiirron laitejärjestelmä (Honkanen 1997a, 19)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- konttilukki kuljetuskonttien nostoon ja kuljetukseen</li> <li>- konttitrukki konttien nosteluun (jopa kahdeksan konttia päällekkäin)</li> <li>- terminaali- ja siirretään autojen perävaunuja satama-alueella</li> <li>- kehitteillä on em. laitteisiin satelliittipaikannus- ja ohjausjärjestelmiä</li> </ul>
<p>Genelec Yritys valmistaa tarkkailukaiuttimia studiokäyttöön (Weckström 1997a, 24)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lähes kaikkien radioyhtiöiden studioissa Euroopassa on tarkkailukaiuttimina Genelecit</li> <li>- 94 % tuotannosta menee vientiin. Suurin ostaja on USA, mutta vientiä on myös Japaniin ja Kaakkois-Aasiaan</li> <li>- halvin kaiutinpari maksaa yli 5 000 mk ja kallein yli 300 000 mk</li> </ul>
<p>Fiskars Oy Perinteisten kotitalousvälineiden innovatiivinen kehittäjä ja laatuvalmistaja (Weckström 1997b, 25)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1960-luvulla markkinoille tuotetut muovivartiset sakset tekivät Fiskarsista maailmankuulun. Niistä on tehty halpakopioita kaikkialla.</li> <li>- lasikuituvahvisteisella, irtoamattomalla muovivarrella varustettu Handy -kirvessarja on osoitus myös perinneyökalun kehittämismahdollisuuksista</li> <li>- alumiiniset Buster -veneet ovat Pohjoismaiden eniten myytyjä</li> </ul>

(jatkuu)

## TAULUKKO 1 (jatkuu)

Neste Oy Petrokemian alueen monialayritys (Merilinna 1997, 26 - 27)	- valmistaa maailman parhaimpiin kuuluvaa reaformuloitua (Futura) bensiiniä, joka on mahdollisimman vähäpäästöistä
Oras Oy Vesihanojen ja jakolaitteiden innovatiivinen valmistaja (Aarnio 1997, 28)	- 1970 -luvulla muovikomponentit hanatuotantoon - 1976 keraamisiin säätölevyihin varustettu vipuhanasarja - 1990 -luvulla Electra -hanat, joissa veden ohjaus perustuu optoelektroniikkaan (veden kulutus väheni 40 %) - CAD- ja CAM-tuotannon suunnittelu ja ohjaustekniikka hanojen valmistukseen - kehitteillä huonekohtainen, elektroninen vedenmittaus ja älyhanat
Valmet Oy Maailman johtava paperikoneiden valmistaja (Kinnunen 1997h, 41 - 45)	- maailmassa ainoa valmistaja, joka pystyy tarjoamaan kokonaisen paperin-, kartongin- ja massatuotantolinjan - myös sellu- ja paperikoneiden ohjausjärjestelmien tuottajana on Valmetilla hallitseva osuus maailmassa - valmistaa maailman nopeimmat paperikoneet (10 m:ä leveätä paperia yli 100 km:n tuntiopeudella)
Oy Nautor Ab Maailmankuulu purjevereiden valmistaja (Wilén 1997, 46 - 51)	- paljon käsityötä vaativia huippukorkeatasoisia purjevereitä vuodesta 1966 - suunnittelussa ja tuotannossa käytetään laajasti tietokoneita apuna - yrityksen vuosituotanto on noin 30 venettä. Ostaja voi valita ne 12 perusmallista. - kaikki veneet valmistetaan yksilöllisesti tilaajan toivomusten mukaisesti
Realsoft Oy Kotimainen mallinnus-, visualisointi- ja animointiohjelmiä kehittävä yritys (Honkanen 1997b, 20)	- esimerkiksi rakennettavien asuntojen toimivuuden kokeilu ja arviointi kolmiulotteisena suoraan tietokoneen ruudulla - tuotannosta menee vientiin yli 90 % eli tuote kilpailee voitokkaasti ulkomaisten vastaavien ohjelmien kanssa
Vertex Systems Oy Kotimaisen CAD -ohjelman valmistaja (Honkanen 1997c, 20)	- erikoistuote kolmiulotteiseen konesuunnitteluun, jossa erityisesti levyrakenteiden aukilevitysominaisuudet sekä tuotetietojen hallintaominaisuudet ovat vahvuutena

Tuotantolaitokset on esitetty taulukossa samassa järjestyksessä kuin artikkelisarjassakin. Siitä poikkeuksena on ainoastaan kolmen viimeisen yrityksen esittely. Nautorin tuotteet sisältävät erityisen paljon yksilöllistä käsityötä ja edellyttävät tekijöiltään korkeatasoista muotoavaa kätevyyttä. Kahden viimeisen yrityksen tuotteet puolestaan edustavat symbolianalyttistä tuotantoa. Artikkeleissa, jotka pääosin perustuvat yrityshaastatteluihin, pohditaan monessa yhteydessä yritysten menestymisen tekijöitä. Painokkaimmin siinä tuodaan esiin yritysten visionäärisyys ja kyky havaita uusia markkina-alueita, tuotekehitys usein yhteis-

työssä korkeakoulujen kanssa sekä asiakaslähtöisyys ja monipuoliset myyntiponnistelut. Yritysten työntekijöiltä edellytetään kaikilla tasoilla yhteistyökykyä ja tiiminä työskentelyn taitoja. Erityisesti korostetaan myös tuotteen omaperäisyyttä, kaupallis-teollista muotoilua sekä tinkimätöntä laatua. Tuotteiden ja valmistusprosessien ympäristöystävällisyyttä pidetään myös selvänä lisäarvona. Lähes jokaisessa artikkelissa tuodaan esiin yhtiön taitavuus tietokoneiden ja tietotekniikan monipuolisessa hyödyntämisessä. (Tekniikan Maailma 12/1997, 12 - 51.)

Katsauksen perusteella on mahdollista arvioida yleisesti myös teknologian tekijöiden sukupuolijakaumaa. Kaikki artikkelien kirjoittajat, joita on 16, ovat miehiä. Samoin kaikki haastatellut, joita on 30, ovat kahta lukuun ottamatta miehiä. Siis myytti miesten ja naisten töistä sekä tekniikasta erityisesti miesten alana elää edelleen vahvana.

Yleissivistävän koulutuksen tehtävänä on kehittää kansalaisten arkielämässä tarvitsemia valmiuksia ja selviämisen taitoja sekä antaa virikkeitä ammatinvalintaan (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 11 - 12). Yksilön selviäminen ja elämässä menestyminen on koko kansakunnan menestymisen perusta myös tulevaisuuden muuttuvassa yhteiskunnassa (Löppönen 1994, 150). Koululaitoksen tulisi kantaa osaltaan huolta siitä, minkälaista yleissivistävän opetuksen ja kasvatuksen tulisi olla, jotta jokainen - niin tyttö kuin poikakin - voisi hankkia elämässä selviämisen lähtökohdiksi riittävän teknologisen ymmäryksen ja osaamisen.

Edellä olevan teknologista työelämää ja työpaikkoja kuvaavan esittelyn varassa voi hahmottaa alustavasti tämän tutkimuksen sisältöjä ja ongelmia, vaikkakin kyse on ammatillisesta sivistyksestä. Jos oletetaan, että yleissivistys sisältää samoja tekijöitä kuin ammatillinen sivistys, mutta vain yleisemmällä tasolla, voi myös sen perusteella kuvailla esimerkinomaisesti käsiteltävän ongelmakentän ominaisuuksia sekä päätellä jotakin teknologisen yleissivistyksen luonteesta. Keskeisimmät päätelmät ovat seuraavat:

- 1 Teknologia liittyy luonnollisimmillaan tuotantoelämään.
- 2 Tuotanto(tekniologia) voi tapahtua millä inhimillisen elämän alueella tahansa.
- 3 Tuotteet voivat olla esineellisiä tai henkisiä taikka niiden yhdistelmiä.
- 4 Menestyvät teknologian alat ovat kehittyneet vain harvoin perinteisistä paikallisista tai kansallisista tuotteista. Teknologia on siis kansainvälistä.
- 5 Menestystuote voi olla kooltaan pieni tai suuri, pääasia on, että muut eivät ole sitä keksineet tai että keksintö on jollakin tavalla selvästi muita parempi. Hyvät keksinnöt pyritään suojaamaan patentilla.
- 6 Teknologiset innovaatiot ovat yllättävän monikasvoisia ja siten vaikeasti määriteltäviä tai tiettyihin ryhmiin jäseneltäviä.
- 7 Tuotteiden kehitys perustuu usein monien tieteenalojen ja yritysten yhteistyöhön.
- 8 Vaikka tietotekniikkaa ja tietokonetta (tietotyötä) käytetään yrityksessä monipuolisesti, ne ovat kuitenkin vain nykyajan kyniä ja helmitauluja.
- 9 Naisten osuus teknologian suunnittelussa on edelleen häviävän pieni.

## 1.2 Teknologia koskettaa meitä kaikkia

Teknologia on meille kaikille jokapäiväinen ja tuttu elämänalue. Teknologiaa on nykyään kaikkialla jokaisen ihmisen elinympäristössä. Teknologian kanssa joudutaan alinomaan tekemisiin. Tämän vuoksi teknologisen elinympäristön ymmärtäminen sekä kansalaisten kannanotot teknologian kehittämisen suuntaan kuuluvat jokaisen yleissivistykseen samoin kuin luku-, kirjoitus- ja laskutaitokin. Kyse on sen ymmärtämyksen hankkimisesta, jonka avulla on mahdollista jäsentää jälkiteollisen, tietointensiivisen vuorovaikutusyhteiskunnan maailmankuvaa (taulukko 2).

TAULUKKO 2 Lapsi ja nuori teollisuusyhteiskunnan jäsenenä (Parikka 1998, 27)

LAPSEN KEHITYKSEN ETENEMINEN	TOIMINTA	OPPIMISTAVOITTEET
<b>Esiopetus</b>  <i>Lapsen suotuisa kehitys</i> eli leikistä aikuisten töihin	Lapsi on luontaisesti * oppimishaluinen * kokeileva, utelias * ennakkoluuloton * luova * keksivä * toimiva	* Kätevyyden ja näppäryyden kehittyminen * Toiminnallisen ajattelun kehittyminen * Sosiaalis-emotionaalisen kanssakäymisen kehittyminen * Lähiympäristön teknologisten rakenteiden hahmottuminen
<b>Ala-aste</b>  <i>Kodin ja koulun teknologisen ympäristön toiminnan ymmärtäminen</i> eli valmius selvitä arkielämän vaatimuksista	Nuori (ja tuleva aikuinen) käyttää päivittäin kodin ja lähiympäristön teknologisia järjestelmiä	* Tekniset harrastukset ja hyvinvointiteknologia * Kodin informaatio- ja kommunikaatioteknologia * Kodin LVIS-järjestelmät * Kodin kulkuvälineiden toiminta ja huolto * Kodin koneiden ja laitteiden toiminta ja huolto
<b>Yläaste ja lukio</b>  <i>Yhteiskunnan teknologisten järjestelmien ymmärtäminen</i> eli valmius yhteiskunnan päätöksentekoon	Nuori (ja tuleva yhteiskunnan päätöksentekijä) käyttää yhteiskunnan teknologisia hallinto- ja tuotantojärjestelmiä	* Informaatio- ja hallintojärjestelmät * Koulutus- ja terveydenhuoltojärjestelmät * Valtion turva- ja puolustusjärjestelmät * Tuotanto ja kauppa * Liikenne * Energian tuottaminen jne.

Taulukossa esitän, mitä teknologisia valmiuksia elämä nykyisessä yhteiskunnassa lapsilta ja nuorilta vaatii. Myös koulun pitäisi pohtia ja jäsentää siinä mainittuja asiasisältöjä osana ihmisen normaalia elämismailmaa (ks. Dunn ja Larson 1990). Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 -asiakirjassa todetaan ensimmäisen kerran yksiselitteisesti, että "yhteiskunnan tekninen kehittyminen edellyttää kaikilta kansalaisilta uudenlaisia valmiuksia käyttää tekniikan sovelluksia sekä kykyä vaikuttaa teknologian kehityksen suuntaan". Ja edelleen, että "oppilaalla tulee olla sukupuolesta riippumatta mahdollisuus tutustua tekniikkaan sekä oppia ymmärtämään ja hyödyntämään teknologiaa. Erityisen tärkeää on arvioida teknologian vaikutuksia ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksessa, osata hyödyntää sen suomia mahdollisuuksia sekä ymmärtää niiden seuraukset" (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 11 - 12).

Lukion opetussuunnitelman perusteissa (1994) on teknologia otettu yhdeksi opetus- ja kasvatustyön päämääräksi. Siinä todetaan, että "nykyaikana yleissivistys on teknologista, matemaattista, luonnontieteellistä, humanistista ja yhteiskunnallista tietoa". Teknologista yleissivistystä luonnehditaan seuraavasti: "Teknologinen yleissivistys edellyttää sellaista taitotietoa, jota tarvitaan osallistuttaessa teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon, ja toisaalta kykyä ratkaista ongelmia käyttämällä hyväksi teknologian tarjoamia mahdollisuuksia. Yhteiskunnan kehitys elämän eri alueilla edellyttää kaikilta kansalaisilta uudenlaisia valmiuksia käyttää tekniikan sovelluksia ja kykyä vaikuttaa teknologisen kehityksen suuntaan." (Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994, 12 - 13.)

### 1.3 Teknologiakasvatuksen käsite on monimerkityksinen

Alalla käytävää keskustelua on häirinnyt käsitteiden epämääräisyys ja sekavuus. Esimerkiksi joutuessamme määrittelemään tai perustelemaan, mitä teknologia ja teknologiakasvatusta perimmältään tarkoittaa, huomaamme, ettei tehtävä olekaan yksiselitteinen. Kyseisten käsitteiden analysointi vaikkapa laadittaessa koululle opetussuunnitelmaa osoittaa, että niiden sisältö on eri opettajaryhmien näkökannalta hyvinkin erilainen.

Asiantilaa kuvaa hyvin se, että opetussuunnitelmien perusteiden laatimista edeltävässä Tuntijakotyöryhmän muistiossa (1992) on sekä teknologian käsitteestä että sen opetusjärjestelyistä selvästi toisistaan poikkeavia näkemyksiä. Nähtävästi juuri sen vuoksi peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteiden (1994) laatimisessa eivät myöskään yleisen osan ja eri oppiaineiden opetussuunnitelmien kirjoittajat ole päässeet asiasta lähellekään yksimielisyyttä. Jo pelkästään käsityön alueella teknisen työn ja tekstiilityön edustajat ymmärtävät teknologian eri tavoin (Kananoja 1994, 70).

Maassamme on jo pitkään järjestetty pienimuotoisia kehittämiskokeiluja erilaisista teknologian opetus- ja kasvatuseräjästä (Kananoja 1991). Lisäksi alalta on tehty tähän mennessä kolme väitöskirjatutkimusta, joissa tarkastellaan teknologiakasvatusta kehittämiskokeiluja erikseen työkasvatusta (Kananoja 1989), ympäristökasvatusta (Kantola 1997) sekä ammatillisen tasa-arvokas-

vatuksen (Autio 1997) näkökulmista. Kananojan ja Kantolan tutkimukset ovat historiallisesti painottuneita, joten nyt tiedetään jokseenkin tarkasti, miten nykytilanteeseen on tultu. Kyseisissä selvityksissä otetaan kuitenkin teknologisen yleissivistyksen ja teknologiakasvatuksen olemukseen tai edellytyksiin kantaa vain yleisellä tasolla, ei teknologisen osaamisen teoreettisen tai käytännön merkityksen analyysin avulla. Esimerkiksi Aution tutkimuksessa teknologiaopetus oli teknologisten ja matemaattis-luonnontieteellisten sisältöjen ottamista mukaan kaikille yhteiseen käsityön opetukseen perustelematta tehtyjä ratkaisuja tarkemmin (Autio 1997, 257 - 278).

Teknologiseen yleissivistykseen kohdistuvaa kriittistä tarkastelua ja arviointia on meillä toistaiseksi siis varsin vähän. Myöskään teknologian kehittymisen tulevaisuuden visioihin perustuvia analyysejä siitä, minkälaisia opetusjärjestelyvaihtoehtoja kouluilla on valittavanaan, ei toistaiseksi ole raportoitu.

#### 1.4 Alustava tutkimustehtävien raja

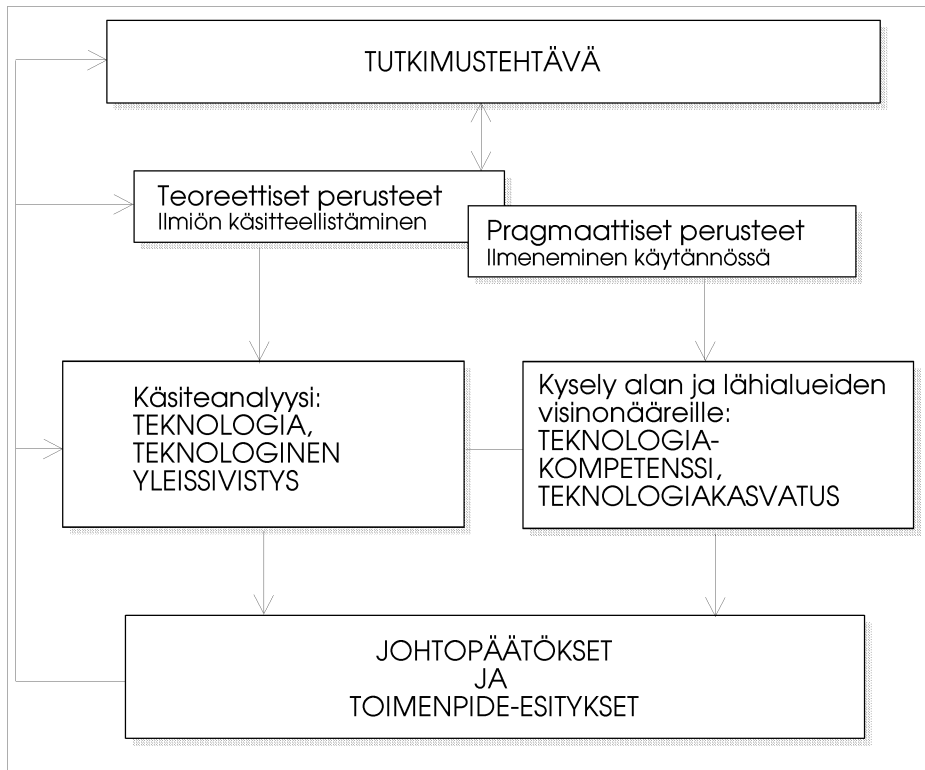
Tutkimukseni keskeisenä tehtävänä on jäsentää arkipäivän teknologisen elämän ympäristön ilmiötä sellaiseen muotoon, että sen varassa pystyttäisiin laatimaan yleissivistävän koulun teknologiakasvatuksen opetussuunnitelman perusteet. Silloin joudutaan pohtimaan esimerkiksi seuraavanlaisia kysymyksiä: Mitä tarkoittaa peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmissa esitetty teknologinen yleissivistys? Millaista teknologista osaamista eli teknologiakompetenssia se oppilailta edellyttää? Mitä eri vaihtoehtoja on sen toteuttamiseksi? Miten opetetaan opettajille peruskäsitteet teknologiasta? Tarvitaan siis mahdollisimman selkeä kuva teknologian, teknologisen yleissivistyksen ja teknologiakasvatuksen käsitteistä sekä kantavia visioita lähitulevaisuuden (työ)elämän kehitystrendeistä.

Tutkimus jakaantuu kolmeen osaan. Ensimmäisessä vaiheessa analysoidaan teoreettisesti tutkittavaa ilmiötä. Mitä teknologia ja teknologinen yleissivistys tarkoittavat ja mitä ne tarkoittavat erityisesti peruskoulussa, lukiossa ja opettajakoulutuksessa? Toisessa osassa selvitetään kyselyn avulla kansalaisten lähitulevaisuuden teknologiakompetenssia opiskeluympäristön tavoitteiden, työskentelytapojen ja sisältöjen näkökannalta. Miltä teknologia ja teknologiakompetenssi lähitulevaisuuden visioissa näyttävät? Mikä on sen merkitys tavallisen ihmisen toiminnassa ja työelämässä? Tutkimuksen kolmannessa osassa etsitään teknologiakasvatukselle käytännön sovelluksia ja kehitetään alan ongelmien tutkimusstrategiaa. Minkälaisia vaihtoehtoisia teknologiakasvatuksen perusratkaisuja kouluilla on valittavanaan? Minkä seikkojen selvittäminen on tällä hetkellä keskeisintä eli mihin tutkimusta pitäisi suunnata?

Kun laaditaan tutkimukselle kehystä, ei riitä, että pyritään määrittelemään senhetkisen tarpeen mukaiset käsitteet, vaan käsitteet on pyrittävä liittämään tutkittavaa ilmiötä kuvaavaan laajempaan kehikkoon. Tutkimus hyödyttäisi alan kehittämistä parhaiten, jos siinä käytettävät käsitteet olisivat mahdollisimman yhteismitallisia muiden alan tutkimusten kanssa tai olisi ainakin selvästi perustellen osoitettu, mistä asioista tutkijat ovat eri mieltä. Johtoajatuksenani on, että

teknologiakasvatuksen kehittämässä on kaikille osapuolille hyödyksi, jos pyritään (1) tarkastelemaan käsillä olevaa ilmiötä mahdollisimman monelta näkökannalta ja luomaan siten mahdollisimman kattava kokonaiskuva sekä (2) sijoittamaan erilaiset näkemykset jollakin järkevällä tavalla jäsenyviksi kokonaisuuksiksi. Tutkimukseni on siis monilta osin alan perustutkimusta.

Seuraavassa kuviossa (kuvio 1) esitän alustavan tutkimuksen toteuttamisen rakenteen.



KUVIO 1 Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimuksen teoreettisen osan muodostaa teknologian, teknologiakompetenssin, teknologisen yleissivistyksen sekä teknologiakasvatuksen käsitteisiin liittyvien tekijöiden etsintä, niiden kriittinen tarkastelu sekä eri määritelmävaihtoehtojen analysointi.

Teknisen alan ja lähialueiden visionääreille suunnattu kysely puolestaan muodostaa tutkimuksen pragmaattiset perusteet. Kyselyn avoimilla tehtäväosioilla kartoitan heidän näkemyksiään teknologian lähitulevaisuuden kehityssuunnista. Strukturoiduilla arviointitehtävillä selvitän heidän käsityksiään kansalaisen lähitulevaisuuden teknologiakompetenssista. Käsiteselvityksen ja teknologiakompetenssiselvityksen tulosten pohjalta on mahdollista esittää teknologiakasvatuksen opetussuunnitelman vaihtoehtoisia toteuttamismalleja.

## 2 LÄHTÖTILANNE JA TUTKIMUSTEHTÄVÄ

Tässä luvussa kuvaan tarkemmin sitä, miten itse olen tullut vähitellen tietoiseksi teknologian ja teknologiakasvatuksen käsitteiden moniselitteisyydestä, miten ryhdyin erittelemään ja selvittämään kyseistä ongelmakenttää sekä miten kasvatustieteiden tiedekunnassa kiinnostuttiin aihealueesta ja käynnistettiin teknologiakasvatuksen kehittämiskokeilu. Luvun lopussa esitän tutkimuksen tarkennetun rajauksen ja tutkimustehtävät.

### 2.1 Käsityö teknologiakasvatuksen lähtökohtana

Teknologiakasvatusta on kehitetty useimmissa korkean teknologian maissa käsityön, erityisesti teknisen työn (technical work, technical education) opetuksen muuttumisena teknologisempaan suuntaan joko vähitellen tai jonkin suunnitelmallisen reformin tuloksena. Esimerkiksi Yhdysvalloissa on teknologiakasvatusta (technology education) kehitetty vuodesta 1985 lähtien Industrial Arts -oppiaineesta pääasiassa sen sisältöjä ja opiskelumetodeja uudistamalla (Dyrenfurth, 1991b). Parhaillaan siellä on menneillään koko maata koskeva teknologiakasvatuksen uudistamisprojekti Technology for All Americans (TAA). Siinä kehitetään yhteiset valtakunnalliset teknologiakasvatuksen tavoitteet (standardit) päiväkotikasvatuksesta korkeakouluihin (Dugger 1997). Suunnitelmallisesta nopeasta muutoksesta voisi ottaa esimerkiksi Englannin ja Walesin koulureformin 1980-luvun alussa. Siinä muutettiin Craft-oppiaine kerralla CDT:ksi (Craft, Design and Technology, myöhemmin DT) (ks. liite 2; Layton 1993, 17 - 22). Meillä teknologiakasvatuksen kehittäminen on ollut yksityisten henkilöiden kiinnostuksen varassa ja "virallinen" kehittäminen on vasta käynnistymässä (Kari ja Nöjd 1998, 44; Kari 1994).



### 2.1.1 Teknisen työn opetuksen teknologisuus

Tämä selvitystyö on saanut alkunsa oman opetusalueeni, teknisen työn opetuksen, kehittämistarpeesta. Etenkin luokanopettajan koulutuksessa tekninen työ on painottunut näihin päiviin asti puu- ja metallityöhön. Kone- ja sähköopin sisällöt ovat puuttuneet lähes kokonaan. Lisäksi on todettava, että Cygnaeuksen aikainen käsityön jakautuminen ”naisten ja miesten töihin” toteutuu edelleenkin lähes sellaisenaan sekä kouluissa että opettajankoulutuslaitoksissa pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Se merkitsee käytännössä sitä, että koulu ylläpitää käsityönopetuksen yhteydessä agraarikulttuurille ominaista työtehtävien jakoa naisten ja miesten töihin (Eduskunnan sivistysvaliokunta 1993).

Koska tämä tutkimus perustuu pääosin tarkasteltavien ilmiöiden tulkinnalliseen analyysiin, on tutkija itse keskeinen tutkimuksen instrumentti. Tutkijan oma ajattelu vaikuttaa kaiken taustalla, aina aiheenvalinnasta, näkökulmasta ja rajauksesta alkaen. Silloin on tarpeellista kuvata aluksi oma koulutaustani ja ”teknologiasta tietoiseksi tulemiseni” keskeiset vaiheet.

Oma pohjakoulutukseni on ns. pitkän linjan koulutus. Se poikkeaa tavanomaisesta opettajankoulutuslaitoksen teknisen työn didaktiikan lehtorin pätevöitymisestä, joka yleensä perustuu puu- tai metallityöalan kotiteollisuusopettajan koulutukseen taikka nykyiseen teknisen työn aineenopettajan koulutukseen. Koulutukseni käsittää ammattikoulun metallialan tutkinnon, televisiohuoltajan ammattitutkinnon, kone- ja sähköopin (koneenkorjauksen) ammattiopettajan tutkinnon sekä oppikoulun poikain käsityön opettajan auskultoinnin. Monipuolinen teknisen alan peruskoulutus, siihen liittyvä opettajankoulutus sekä kasvatuksen alan akateeminen opiskelu auttaa mielestäni näkemään myös teknologian rakenteita ja vaikutuksia laaja-alaisesti.

Yli 30-vuotinen työurani muodostuu kansalaiskoulun kone- ja sähköopin opettajan, oppikoulun käsityönopettajan, merimiesammattikoulun opettajan, aineenopettajakoulutuksen metallityön sekä kone- ja sähköopin didaktiikan lehtorin, ammattikoulujen opettajaopiston kasvatustieteen lehtorin sekä lopuksi opettajankoulutuslaitoksen teknisen työn didaktiikan lehtorin tehtävien hoitamisesta.

Didaktiikan alan kirjallinen toimintani kuvaa ehkä parhaiten tietoisuuteni kehittymistä teknologian murroksesta. Innostuminen alan tietokirjojen kirjoittamiseen alkoi Jyväskylän yliopistoon siirtymiseni aikoihin. Vuonna 1979 kirjoitin lähinnä luokanopettajakoulutuksen käyttöön oppikirjan elektroniikan perusilmiöistä (Parikka 1979). Vaikka se edustikin nykynäkemyksen mukaan sen ajan teknologian keskeisintä ydintä (high tech), pidin sitä silloin vain fysiikan yhtenä käytännön sovelluksena.

1980-luvun alussa luokanopettajakoulutus muutettiin akateemiseksi ylemmäksi korkeakoulututkinnoksi. Päätös merkitsi samalla sitä, että kaikki opiskelijat joutuivat tekemään syventävien opintojensa päätteeksi joltakin kasvatuksen tai opetuksen alueelta pro gradu -tutkielman. Opiskelijoiden mielenkiinnon suuntaamiseksi myös tekniseen työhön laadin ensin tutkimusaiheluetteloja. Vuonna 1988 julkaisin opettajankoulutuslaitoksen julkaisusarjassa oppimateri-aalin *Teknisen työn opetus tutkimuskohteena, tutkimusalueen kartoitus*. Jäsensin siinä teknisen työn opetuksen aluetta eri näkökulmilta sekä osoitin alalta tehtyjen tutkimusten ja

oman kokemuksen perusteella erilaisia tutkimuskohteita, aihealueita sekä yksittäisiä aiheita. Jo silloin oli selvästi nähtävissä, että perinteinen teknisen työn opetus pojille ja tekstiilityön opetus tytöille ei voi jatkua entisellään oppilaan sukupuoleen sidottuna järjestelmänä. Lisäksi päätin, että tietotekniikan ja monimuotoisen automaation (robotiikan) tulo työelämään aiheuttaa vähitellen erilaisia muutospaineita myös käsityöopetukseen. Niistä esimerkkinä totesin, että tekniikan kehitys tulee edellyttämään siirtymistä esinekeskeisestä työskentelystä sellaiseen aihepiiri- ja projektityöskentelyyn, joka kehittää toisaalta arkielämässä tarvittavien perustaitojen neuvokasta ja luovaa käyttöä sekä toisaalta erilaisten teknisten järjestelmien toiminnan ymmärtämistä. (Parikka 1988, 56 - 57.)

### 2.1.2 Kohti teknologiakasvatuksen paradigmaa

Jo edellä mainitussa julkaisussa jouduin pohtimaan teknisen työn didaktiikkaan liittyviä ongelmia. Kun maassamme ei kukaan ollut vuosikymmeniin kirjoittanut opetusoppia teknisen työn opetuksesta, päätin käynnistää opetusongelmien selvittämisen ja niistä keskustelun alan ammattilehdessä, Teknisessä opettajassa. Kirjoitusteni myönteisen vastaanoton kannustamana laadin vuonna 1990 opettajankoulutuslaitoksen julkaisusarjaan didaktiikan oppikirjan *Teknisen työn didaktiikkaa, teknisen työn opetus- ja oppimistoiminta*. Jaoin siinä opetuksen kehittämispyrkimykset yleisesti ottaen kahteen ryhmään. Toiseen sijoitin oppilaiden kätevyyskehittämisen ja ne käsityötaidot, joita nähdäkseni tarvitaan arkipäivän ongelmien ratkaisussa kotona ja erilaisissa harrastuksissa. Toiseen ryhmään sijoitin tekniikan ja teknologian ymmärtämiseen, hyödyntämiseen ja hallintaan liittyvät tiedot ja taidot. Perustelin teknologian näkökulman ja sen opetuksen tärkeyttä sillä, että tekniikan kehitystä voidaan säädellä ja ottaa siitä tietoisesti vastuuta vain, jos kaikilla kansalaisilla, niin miehillä kuin naisillakin, on selvä käsitys sen myönteisistä ja kielteisistä vaikutuksista (Parikka 1990, 88 - 90).

Vuonna 1993 valmistui lisensiaatintutkimukseni teknisen työn ja teknologiakasvatuksen didaktiikan perusteista. Työn yhteenvedossa totesin, että opettajankoulutuksessa tulisi käynnistää myös teknologian oppimisen alueelta monipuolista tutkimus- ja kokeilutyötä, joka kohdistuisi erityisesti

- 1 oppilaiden tämän päivän arvoihin, ihanteisiin, toiveisiin ja tulevaisuuden haaveisiin sekä niiden ilmenemiseen oppilaiden kasvuympäristössä,
- 2 niihin oppilaiden ikäkauden intresseihin, jotka ohjaavat heidän arvovalintojaan (siis mitä opittavia asioita, työtapoja ja oppimisstrategioita oppilaat pitävät vaivannäön arvoisina),
- 3 oppilaiden teknologisten ennakkokäsitysten sekä tieto- ja taitorakenteiden selvittämiseen,
- 4 teknologialle ominaisten tieto- ja taitorakenteiden sekä niille soveliaiden oppimisympäristöjen ja opettamisjärjestelyiden selvittämiseen,
- 5 tulevaisuudessa käyttökelpoisten työ- ja työskentelytapojen selvittämiseen ja niiden käytön oppimiseen,
- 6 teknologisen toiminnan ja luonnon tasapainoa edistävien toimintastrategioiden (ympäristökasvatuksen ja teknologian etiikan) kehittämiseen,
- 7 ainealueen oppimisvaikeuksien selvittämiseen ja vaikeuksien voittamismeneteltyjen kehittämiseen. (Parikka 1993, 59.)

### 2.1.3 Teknologiakasvatuskokeilun käynnistyminen

Samoihin aikoihin useat Jyväskylän seudun teknisen työn opettajat, erityisesti Kuokkalan yläasteen lehtori Pekka Mikkilä ja normaalikoulun lehtori Aki Rasinen, etsivät opettajankoulutuksen teknisen työn opettajayhteisön kanssa mahdollisuuksia lähentää koulun (teknologia)kasvatusta ja tuotantoelämää. Keski-Suomen lääninhallitus käynnisti asiasta kehittämisprojektin. Siinä kartoitettiin paikkakunnan yhteistyöhaluiset yritykset ja selvitettiin yhteistyömahdollisuudet. Samalla aloitettiin käytännön keskustelut teknisen työn ja matemaattis-luonnontieteellisen opetuksen lähentämisestä. Vuosina 1990 - 1995 lääninhallitus järjesti asiasta useita neuvonpitoja, seminaareja ja koulutustilaisuuksia, joissa minäkin olin aktiivisesti mukana.

Alan opintomatkojen, konferenssien ja kirjallisuuteen tutustumisen jälkeen tulimme yhä vakuuttuneemmiksi siitä, että teknologiakasvatus on tarpeellista kaikille oppilaille peruskoulussa ja lukiossa. Helmikuussa 1990 kutsuimme Aki Rasisen kanssa koolle työryhmän, jossa olivat edustettuina opettajankoulutus, kasvatustieteellinen tutkimus, kauppa ja teollisuus sekä keskiasteen koulutus. Julkilausumassaan työryhmä esitti yksimielisesti, että teknologiakasvatuksesta pitäisi järjestää seutukunnalla kehittämiskokeilu. Siinä oli tarkoituksena paneutua etenkin tuotantoelämän ja teollisuuden teknologiaan sekä koulun matemaattis-luonnontieteellisen opetuksen ja teknologian lähentämiseen. Erityisenä tavoitteena oli lisäksi kehittää sellaisia oppimisympäristöjä, jotka innostaisivat myös tyttöjä teknisiin harrastuksiin ja ammatteihin.

Jyväskylän yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan anomuksesta Keski-Suomen lääninhallitus myönsi keväällä 1991 avustusta kokeiluhankkeen aloittamiseksi. Kokeilun seurantaan varten lääninhallitus kutsui kokeiluprojektiin ohjausryhmän, jossa on tuotantoelämän, Keski-Suomen kauppakamarin, keskiasteen koulutuksen, Jyväskylän kaupungin koululaitoksen, kasvatustieteellisen tutkimuksen, Teknologian kehittämiskeskuksen, opetushallituksen ja Keski-Suomen lääninhallituksen edustajat.

Suunnittelu- ja esikokeilu suoritettiin 1991 - 1992 niin, että varsinainen kokeilu voitiin aloittaa syyslukukaudella 1992. Silloin teknologiakokeilun aloittaneita kolmansiä luokkia on tarkoitus seurata ammattikoulun ja lukion loppuun asti ja selvittää opintojen edistyessä, miten teknologiakasvatus on vaikuttanut oppilaiden teknologiseen ajatteluun ja asenteisiin, sekä lopuksi, miten se on vaikuttanut oppilaiden, erityisesti tyttöjen, ammattisuuntautumiseen.

Kokeilussa pyritään tarkastelemaan tutkittavaa kasvatuksen aluetta monelta eri näkökannalta: peruskäsitteiden, opiskeltavien asiasisältöjen ja -rakenteiden, oppimisympäristön ja -menetelmien sekä tavoiteltujen vaikutusten kannalta. Sen kaukotavoitteena on kehittää perusteita sellaisille peruskoulun, lukion ja opettajankoulutuksen opetussuunnitelmille, oppisisällöille ja opiskelumetodiikalle, jotka johtaisivat lapsen ja nuoren ymmärtämään ja haluamaan ympäristöystävällistä teknologiaa. Pyrkimyksenä on, että oppilaat oppivat nykyistä paremmin ymmärtämään

- 1 teknologian olemusta ja sen liittymistä totaalisesti jokaisen arkielämään,
- 2 teknologiaa kulttuurin osana ja sitä muovaavana tekijänä,
- 3 teknologian liittymistä persoonallisiin sekä sosiaalisiin merkityksiin ja arvoihin,

- 4 teknologian myönteisiä vaikutuksia tuotantoelämään, kansantalouteen ja hyvinvointiin,
- 5 teknologiaa ympäristöongelmien aiheuttajana, ja toisaalta ymmärtämään teknologian mahdollisuudet jo vaurioituneen ympäristön korjaamisessa,
- 6 teknologiaa vallankäytön välineenä. (Parikka 1994, 11 - 12.)

#### Tarkennettuina kokeilun tavoitteet ovat

- 1 selvittää, mitä teknologia ja teknologiakasvatus peruskoulussa, lukiossa ja luokanopettajakoulutuksessa tarkoittaa. Tarkastelukulmana on oppilaiden (tyttöjen ja poikien) tasapainoinen kasvu yksilönä ja teknistyvän yhteiskunnan jäsenenä eli teknologinen yleissivistys. Keskeistä on se, miten teknologia vaikuttaa lapsen maailmankuvan muodostumiseen ja miten tekninen ajattelu, suunnittelu ja luovuus kehittyvät lapsuusiän aikana.
- 2 kokeilla, millaiset opetusjärjestelyt soveltuvat teknologian opiskeluun, miten ne tukevat muita aineita sekä miten ne poikkeavat muissa aineissa käytetyistä. Olennaista tässä on työn käsitteen muuttuminen teknologian lisääntymisen myötä. Samalla tulee selvittää, minkälaisilla menetelyillä oppilaissa kehittyi yrittäjyydeksi nimettyjä ominaisuuksia, asenteita, taitoja ja valmiuksia. Pyrkimyksenä on lähentää opetusta tuotantoelämään ja teollisuuteen. Kaukotavoitteena on, että oppilaista kasvatetaan itse itselleen työtä ja työpaikkoja luovia kansalaisia.
- 3 selvittää, miten teknologiakasvatus liittyy matemaattis-luonnontieteelliseen opetukseen, ja etenkin, miten matematiikan opetusta voidaan havainnollistaa ja syventää teknologian opetuksessa (tartuntapinta matemaattis-luonnontieteelliseen pohdiskeluun).
- 4 selvittää, miten teknologian ja elollisen ympäristön vuorovaikutussuhteita (teknologian etiikkaa) voidaan opiskella.
- 5 selvittää, mitkä opetussisällöt soveltuvat käsiteltäväksi kullakin luokka-asteella ja mitkä seikat voisivat olla sisältöjen sijoittelun perusteena.
- 6 selvittää, miten työsuojelukasvatus voidaan liittää teknologiakasvatukseen.
- 7 selvittää, mitä mahdollisuuksia teknologiakasvatuksella on tukea yleissivistävän koulun kansainvälisyyskasvatusta.
- 8 selvittää, mitä materiaalisia edellytyksiä tai hankintoja teknologiakasvatus onnistuakseen koululta vaatii. Tavoite sisältää myös ajatuksen, että teknologiaopiskelu ei saisi jäädä vain koulun sisälle vaan sen tulee suuntautua myös ympäröivään yhteiskuntaan.
- 9 selvittää, minkälaista koulutusta peruskoulun ja lukion sekä opettajankoulutuksen opettajat tarvitsevat voidakseen opettaa teknologiaa.
- 10 selvittää, mitkä tutkimusmenetelmät ja -järjestelyt soveltuvat parhaiten teknologiakasvatuksen arviointiin ja kehittämiseen. Tähän liittyy pyrkimys suunnata luokanopettajakoulutuksen pro gradu -tutkielmia teknologiakasvatuksen ja teknologian oppimisen alalle. (Parikka & Rasinen 1994, 14 - 15.)

Perusteluissamme totesimme, että maamme opettajankoulutuslaitoksissa ollaan teknologiakasvatuksen alalla käynnistämässä useita tutkimushankkeita. Siitä huolimatta alueen keskeiset ydinkysymykset näyttävät kiinnostavan vain harvoja. Tällaisia ovat esimerkiksi seuraavanlaiset kysymykset: Minkälaisia ajattelumalleja meillä on teknologian, kulttuurin ja yhteiskunnan suhteista? Minkälaisena pidämme luonnontieteen ja teknologian suhdetta? Minkälaisia ajatusrakennelmia meillä on teknologisten innovaatioiden synnystä ja niiden liittymisestä tuotanto- ja talouselämään sekä kansakunnan aineelliseen hyvinvointiin? Miten koulun opetus voisi tukea korkeaan teknologiaan perustuvaa osaamista? Mikä osa teknologiakasvatuksesta voisi olla (käsi)työkasvatusta ja päinvastoin? Miten teknologiakasvatus ja ympäristökasvatus liittyvät toisiinsa? Entä teknologiakasvatus ja yrittäjyys tai kansainvälisyys? Lisäksi voidaan perustellusti kysyä, mitkä opetukselliset toimenpiteet johtavat kestäväen kehityksen idean sisäistämiseen ja vastuulliseen elämään jo koulunkäynnin aikana.

Perustelimme kokeilun merkitystä myös sillä, että peruskoulun, lukion sekä laaja-alaisen opettajankoulutuksen (päiväkodista lukioon ja ammatillisiin kou-luihin) uusien opetus suunnitelmien laatimiseksi tarvitaan luotettavia tietoja erilaisten toteutusvaihtoehtojen käyttökelpoisuudesta. Teknologiakasvatuksen osalta ei edellä luetelluista asioista ole olemassa meidän oloihimme soveltuvaa kokeilu- ja tutkimustietoa.

Tämä tutkimus kohdistuu kiinteimmin kehittämiskokeilun tavoitteiden ensimmäiseen kohtaan eli siihen, mitä teknologia ja teknologiakasvatus peruskou-lussa, lukiossa ja opettajankoulutuksessa tarkoittaa, sekä kymmenenteen kohtaan, miten teknologiakasvatusta voitaisiin parhaiten arvioida ja tutkia. Lisäksi käsi-tellään teoreettiselta kannalta myös muita kehittämiskokeilun kohtia. Kokeilua on raportoitu kahdessa kansainvälisessä julkaisussa, toisessa ympäristökasvatuksen ja toisessa arvioinnin kehittämisen kannalta (Parikka & Rasinen 1993; 1997).

#### 2.1.4 Käsitteiden orientaatioperustan ongelmallisuus

Jo kokeilun käynnistämävaiheessa ilmeni, että teknologian ja teknologiakasvatuk-sen käsitteiden määrittäminen käytännön opetustyötä varten tulisi olemaan yksi kokeilun vaikeimmista tehtävistä. Samoihin aikoihin käynnistettiin maassamme useissa yliopistoissa eri alojen tietokoneperusteisia opetuskokeiluja, joita kaikkia nimitetään ”teknologioiksi”. Esimerkkeinä niistä mainittakoon luonnontieto ja teknologia, koulutusteknologia, musiikkitekknologia ja teknologiapohjaiset oppimisympäristöt.

Asiantila pakotti meidätkin tarkentamaan omaksumaamme peruskäsitteis-töä sekä sen suhdetta muihin esitettyihin näkökantoihin. Käytännössä tehtävä osoittautui odotettuaakin monitahoisemmaksi, sillä vain ani harvoissa tutkimuk-sissa oli pohdittu valitun ”teknologian” perusteita, saati sitten tutkittavan ilmiön liittymistä johonkin laajempaan kokonaisuuteen, esimerkiksi matemaattis-luon-nontieteelliseen kasvatukseen.

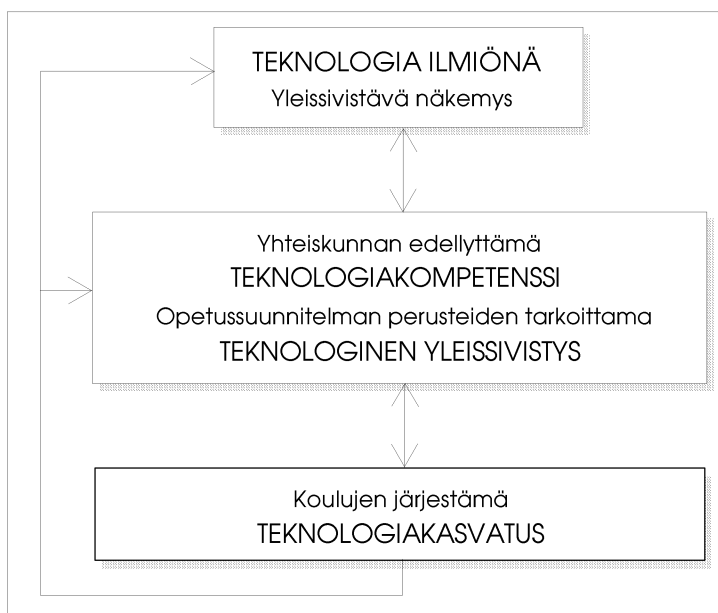
Kun mistään ei löytynyt riittävän selkeätä alan rakennetta kuvaavaa orien-taatioperustaa tai muuta käyttökelpoista, eri teknologian alueita tai näkökulmia yhdistävää kokonaisuutta, jäi ainoaksi mahdollisuudeksi kehittää se itse. Siitä muodostui tämän tutkimuksen keskeinen ongelma.

## 2.2 Tutkimuksen rajaus ja tutkimusongelmat

Tämä tutkimus painottuu, kuten aiemmin mainitsin, yhteiskunnan ”teknologiseen menestymiseen” eli tuotannolliseen toimintaan ja työelämään kasvamisen näkökulmaan. Lisäksi tässä korostuu ammatillisen tasa-arvon näkökulma, siis se, miten saada tytöt ja pojat innostumaan tasavertaisesti teknologian ja laajemmin matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelusta sekä teknologian alan

ammateista (ks. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 11; Banks 1994, 203).

Tutkimuksen peruskäsitteet jakaantuvat kolmeen ryhmään. Tutkimuksen yläkäsitteinä ovat teknologian ja yleissivistyksen käsitteet. Niiden varassa on mahdollista määritellä teknologisen yleissivistyksen ja yleissivistävän teknologiakompetenssin sekä teknologiakasvatuksen käsitteet. Teknologiakasvatus nähdään tässä välineenä, jonka avulla kaikkien on mahdollista myös yleissivistävässä koulussa hankkia riittävä eli nykyisessä (ja tulevassa) arkielämässä ja ammateissa selviytymisen mahdollistava teknologinen osaaminen. Oletan teknologiakasvatuksen puolestaan tuottavan yleisellä tasolla peruskoulun ja lukion opetussuunnitelman perusteiden (1994) edellyttämän teknologisen yleissivistyksen. Käsitelmäärittely etenee teknologian käsitteestä teknologiakasvatukseen kuviossa 2 esitetyllä tavalla.



KUVIO 2 Tutkimuksen käsitteenmäärittely

Yleisesti ottaen tutkimustehtäväni on laaja ja monisyinen. Tutkimuksessani selvitän teknologiaa käsitteenä ja kompetenssina peruskoulun, lukion ja opettajankoulutuksen yleissivistyksen näkökulmasta. Esimerkiksi ammattikasvatuksen tai jonkin teknisen ammatin osaamisen näkökulmasta tarkasteltuna vastaavat tutkimustulokset näyttäisivät todennäköisesti aivan toisenlaisilta. Tutkittavan ilmiön haltuun ottamisen helpottamiseksi rajaan tutkimukseni tarkastelukulman tässä vaiheessa kolmella tavalla: (1) tarkasteltavan yhteiskunnan varakkuus ja teknologinen kehittyneisyys, (2) toimintaympäristö sekä (3) koulun opetusjärjestelyistä vallitsevat näkemykset.

- 1 Tutkimukseni selkiinnyttää maamme (tai pohjoismaiden), siis tietoyhteiskunnaksi kehittyvän, jälkiteollisen ja monipuolisesti varakkaan maan, teknologisen yleissivistyksen käsitteistöä. Tarkoitin tällä sitä, että vaikka teknologiset tuotteet sinänsä ovat globaalisia, kaikkialla samanlaisina markkinoitavia, ovat esimerkiksi köyhät kehitysmaat täysin eri asemassa ja vaiheessa teknologian uusimpien saavutusten saatavuuden ja hyödyntämisen suhteen. Sen vuoksi niiden teknologinen yleissivistys on erilaista kuin meidän. Toisin sanoen myös teknologinen yleissivistys on sidoksissa yhteiskuntien kehitysvaiheeseen. Tämä rajaus ei kuitenkaan estä tekemästä viittauksia myös yksinkertaisen teknologian erilaisiin sovellus- ja käyttömahdollisuuksiin.
- 2 Yleisesti teknologia liitetään luonnontieteisiin (vrt. Tiede- ja teknologianeuvosto) sekä teollisuuteen ja tuotantoelämään (vrt. Tekniikka ja Talous -lehti). Taustalla ovat silloin maamme materiaalisen hyvinvoinnin säilymiseen ja riittävän kansantuotteen tuottamiseen perustuvat, kaupallisuuteen ja yrittämiseen liittyvät näkemykset. Myös tässä tutkimuksessa ne ovat peittelemättä mukana, koska mielestäni ei ole sovitamatonta ristiriitaa niiden ja humanististen elämänarvojen sekä luonnosta ja elinympäristöstä huolehtimisen välillä. Edellisten lisäksi tarkastelen tutkimuksessa teknologiaa kulttuurin ja yhteiskunnan kehittymisen tekijänä. Tässä tutkittava teknologinen osaaminen rajoittuu kuitenkin teknologispainotteisten elämänalueidenkin osalta vain "tavalliselta rivikansalaiselta" edellytettävään kompetenssiin.
- 3 Koulun kasvatuseräjäjärjestelmässä teknologian on ajateltu liittyvän monin tavoin käsitönopeutukseen ja siinä etenkin tekniseen työhön. Tässä tutkimuksessa pidän teknologiaa itsenäisenä tiedonalana enkä yksinomaan teknisen työn osana tai kehitysvaiheena. Teknologiaa voi siis tämän näkemyksen mukaan opettaa, opiskella ja oppia "omana aineenaan" tai minkä oppiaineiden yhteydessä tahansa. Kun oppilaiden osallistuminen tekniseen ja tekstiilityöhön on tähän asti perustunut naisten ja miesten töiden perinteen mukaisesti oppilaiden sukupuoleen, on teknologiaa esimerkiksi sillä perusteella pidetty miehisenä alana. Tässä pyrin löytämään tietoisesti edelliselle käsitykselle vastakkaisia tekijöitä eli sellaista yleissivistävää näkemystä teknologiasta, joka saisi myös tytöt kiinnostumaan siitä.

Tutkimustehtävän olen jäsentänyt seuraaviksi ongelmiksi:

- 1 Mitä eri ulottuvuuksia kuuluu teknologian käsitteeseen?
  - 1.1 Mitkä tekijät ovat keskeisiä teknologian määrittelyssä?
  - 1.2 Millainen kokonaisrakenne siitä on yleissivistyksen näkökannalta tarkasteltuna mahdollista muodostaa?
- 2 Mitä teknologiakompetenssi tarkoittaa?
  - 2.1 Mistä tekijöistä teknologiakompetenssi visionäärien mukaan muodostuu?
  - 2.2 Millaisen kokonaisrakenteen se yleissivistyksen näkökulmalta tarkasteltuna muodostaa?
- 3 Mitä teknologiakasvatus tarkoittaa?
  - 3.1 Millainen teknologiakasvatus palvelee teknologiakompetenssin ja teknologisen yleissivistyksen kehittymistä opiskelijoissa?
  - 3.2 Millä eri tavoilla teknologiakasvatus on mahdollista järjestää peruskoulussa, lukiossa ja opettajankoulutuksessa?

Tutkimustehtäväni on siis pääasiassa teknologiakasvatuksen ja teknologian opetuksen alueen käsitteiden määrittelyä ja niiden pohjalta tapahtuvaa alustavien mallien (jatkotutkimushypoteesien) kehittämistä.

Ensimmäisen ongelman kohdalla suoritan teknologian käsitteellisen haltuunoton. Siihen käytän käsiteanalyysia, jonka avulla erittelen aluksi kirjallisuuden varassa teknologian käsitteeseen liittyvät merkitykset. Niiden pohjalta laadin synteesisinä yleissivistävän teknologian verbaalisen määritelmän sekä visuaalisen havaintomallin. Tulokset muodostavat teknologiakompetenssin näkemyksellisen tason.

Toisen ongelman eli teknologiakompetenssin toiminnallisen ja opetuksellisen olemuksen ratkaisuun käytän alan ja lähialueiden asiantuntijoille suunnatulla kirjallisella kyselyllä hankittua näkemystietoa. Saatuja vastauksia analysoin sekä keskiarvojen perusteella että faktorianalyysin avulla. Teknologian lähitulevaisuuden kehittymistä koskevien asiantuntijavastausten perusteella laadin tulevaisuusvision, joka yhdistää teknologiakompetenssin näkemyksellisen ja toiminnallisen tason toisiinsa.

Kolmannessa ongelmassa teknologiaa tutkitaan opetussuunnitelmien laadinnan kannalta. Sen ratkaisemiseen käytän edellä mainittuja teknologiakompetenssin käsiteanalyysin tuloksia ja kyselylomakkeen teknologiakasvatuksen järjestämistä koskevia vastauksia. Asiantuntijoiden vastauksien perusteella laadin mallin teknologiakasvatuksen toteuttamisvaihtoehdoista.



## II TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

### 3 TEKNOLOGIAN SUBSTANSSIIN LIITTYVIEN KÄSITTEIDEN ANALYYSI

Tässä luvussa selvitetään tutkimustehtävän ensimmäistä ongelmaa eli sitä, mitä teknologia käsitteenä ja yleissivistyksen osana tarkoittaa. Yleissivistävän teknologian osatekijöiden selvittämiseksi analysoin laadullisesti sen olemusta neljältä näkökannalta, (1) etymologiselta, (2) teknologian kulttuuri-, yhteiskunta- ja ympäristövaikutusten, (3) teknologiajärjestelmien sekä (4) teknologisten innovaatioprosessien kannalta. Niiden perusteella määrittelen teknologian käsitteen ja kokoan siitä yksinkertaistetun havainnollistamismallin. Tarkoituksena on ymmärtää ja kuvata teollisuusmaiden teknologian käsitettä oman elämysympäristömme osana ja sen kulttuuri- ja yhteiskunnallisten ilmiöiden tausta- ja vuoro-vaikutustekijänä.

Vaikka teknologian vaikutukset ovat vyöryneet elämäämme 50:n viime vuoden kuluessa sitä edeltäviin aikakausiin verrattuna valtavalla ja yhä kiihtyvällä vauhdilla, emme ehkä ole osanneet yhdistää niitä riittävän selvästi kulttuurimme ja yhteiskuntamme muutoksiin. Nopeuden havaitseminen on ollut erityisen vaikeaa siksi, että muutokset ovat edenneet toisaalta pienin askelin ja toisaalta leveällä sektorilla. Lisäksi arkipäivän asioita ja niiden muuttumista on vaikea havaita myös siksi, että ne ovat niin lähellä meitä ja olemme niiden kanssa alinomaa tekemisissä.

Jokaisen luvun loppuksi teen yhteenvedon analyysin löydöksistä. Se kohdistuu teknologian määritelmän tarkentamiseen yleissivistyksen, teknologiakompetenssin, teknologiakasvatuksen sekä opetuksen näkökannalta. Jotta teknologian käsitteen analyysi pysyisi riittävän yleisellä, yleissivistävän koulutuksen tasolla, sitä varten on etsittävä yleissivistyksestä siihen soveltuvia näkökulmia.

### 3.1 Yleissivistys teknologisen sivistyksen jäsentäjänä

Yleisessä kielenkäytössä yleissivistyksellä tarkoitetaan jotakin yleistä, kaikkien kansalaisten sivistykseen kuuluvaa (general education) tai jotakin ihmisen henkisyys-, avarakatseisuuteen ja sivistyneisyyteen liittyvää. Se nähdään jonkinlaisena vapautumisena tietämättömyydestä ja siitä johtuvista erilaisista ennakkoluuloista (liberal education). Toisaalta sivistys liitetään usein myös ihmisen koulutustaan, jolloin sivistyneeltä ihmiseltä odotetaan tiettyä käyttäytymistä (Kaivo-oja, Kuusi & Koski 1997, 5). Jo edellisen perusteella voi päätellä, että teoreettisesti tarkasteltuna yleissivistyksen käsite ei ole yksiselitteinen eikä pysyvä asiantila vaan kompleksinen ja kulloinkin tarkasteltavana olevan yhteiskunnan kehittymisen myötä jatkuvasti muuttuva (Väljærvi 1993, 2 - 8).

Väljærvi on tehnyt meillä "lukiotutkimuksessaan" kattavimman analyysin yleissivistyksen käsitteestä (Väljærvi 1988, 4 - 134). Tarkastelussaan selvittää sen kehittymisen antiikin sivistysihanteesta tämän päivän käsityksiin asti. Hän osoittaa, että nykyinen käsityksemme yleissivistyksestä on syntynyt pitkän kehityksen tuloksena. Kunakin aikakautena siinä ovat painottuneet ajalle ominaiset arvot sekä kulttuuriset ja poliittiset kehittämissuunnitelmat. Yleissivistyksen käsitteen muuttuminen on siis vahvasti sidoksissa muuhun yhteiskunnan kehittämiseen (Väljærvi 1988, 133).

Yleissivistyksen käsitteeseen liittyvät keskeiset tutkimustuloksensa Väljærvi (1989, 3 - 5) on koonnut artikkeliksi *Mitä yleissivistyksellä tarkoitetaan?* Olen tiivistänyt artikkelin pohjalta yleissivistyksen käsitteen seuraaviksi luonnehdinnoiksi. Yleissivistys on

- 1 keino selvittää laajenevasta informaation tarjonnasta sekä väline, jolla voi jäsentää todellisuutta monia informaatiovirtoja hyväksi käyttäen,
- 2 mahdollisuus toimia yhteisönsä itsenäisenä ja täysivaltaisena jäsenenä, jolla on monipuolisia valmiuksia hyödyntää tieto- ja taitovarantoaan vaihtelevissa ongelmatilanteissa,
- 3 ihmismielen eettinen ulottuvuus eli kyky itsenäisesti havaita, valita ja soveltaa tietoa omaan, sisäistettyyn arvoperustaan nojaten,
- 4 valmius ymmärtää vaihtoehtoisten tiedonalojen pohjalta yhteiskunnan kehittämiseen vaikuttavia tekijöitä sekä osallistua niitä koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon,
- 5 yhteinen ajattelu ja keskustelu väline, jolla eri alojen edustajat ymmärtävät toisiaan,
- 6 universaalia, kulttuureja yhdistävää tai kulttuurien erilaisuuden ymmärtämistä edistävää sivistyksellistä ainesta.

Näitä luonnehdintoja yhdistelemällä olen muodostanut kolme sellaista kokonaisnäkemystä, jotka ovat tämän tutkimuksen aineiston jäsentämisen kannalta keskeisiä:

- 1 yleissivistys menneisyyden ja nykyajan vuorovaikutuksena sekä maailmankuvan luojana - historiallinen tarkastelukulma,
- 2 yleissivistys ihmisen eettisenä olemuksena - humanistinen tarkastelukulma sekä
- 3 yleissivistys uuden oppimisen perustana ja avoimena suhtautumisena tietoon - oppimisteoreettinen tarkastelukulma.

Historiallinen näkökulma antaa mittakaavan teknologisen kehityksen etenemisen käsittämiseen sekä perusteet sen ymmärtämiseen, miten teknologia toimii kulttuurin ja yhteiskunnan vuorovaikutusprosessissa. Riittävän laaja teknologian

vaikutusten historiallinen tietopohja tarjoaa rationaalisen mahdollisuuden teknisessä maailmassa orientoitumiseen.

Teollisen, tietointensiivisen yhteiskunnan teknologiajärjestelmien tajua-  
minen yhdeksi osaksi luonnon ja teknologian vuorovaikutusprosessia edellyttää  
humanistiseen arvoperustaan liittyvien eettisten kysymysten huomioonottamista  
teknologiahyödykkeitä valittaessa ja niitä kehitettäessä. Eettisyys korostaa tässä  
yhteiskunnan ja poliitikkojen vastuun lisäksi yksittäisen ihmisen vapautta sekä  
toisaalta vastuuta markkinatalouden kuluttajana ja uusien tuotteiden suunnit-  
telijana.

Yleissivistyksen oppimisteoreettinen tarkastelukulma puolestaan painottaa  
toisaalta teknologian laajaa, yleistä tietopohjaa ja toisaalta sitä, että eri tieteenalo-  
jen tieto- ja tiedonmuodostusprosessit ovat erilaisia. Riittävä, eri aloja yhdistävä  
tietopohja antaa oppijalle mahdollisuuden myös ymmärtää, minkälaisia oppimis-  
ja suunnitteluprosesseja teknologisten keksintöjen tekeminen edellyttää.

### 3.1.1 Yleissivistys historiallisen maailmankuvan luoja

Keskeisenä vaikeutena yleissivistyksen määrittelyssä on Välijärven (1989) mu-  
kaan sen suhteuttaminen tarkasteltavaan aikaan ja kulttuuriin. Painotettaessa  
historiallista näkökantaa kysytään, onko yleissivistys pääasiassa ajan saatossa  
kiteytyneen ja arvokkaana pidetyn aineksen siirtämistä uusille sukupolville vai  
saako tai pitääkö yhteiskunnan kehityksen tuloksena syntyneitä sivistyksellistä  
ainesta muokata nykyajan ilmiöitä vastaavaksi? Välijärvi otaksuu, että kyseinen  
ilmiö näyttäytyy koulukäytänteissä usein kykenemättömyytenä käsitellä yleissi-  
vistäviä sisältöjä menneisyyden ja tulevaisuuden vuorovaikutuksen näkökul-  
masta. Saatetaan ajatella, että uudistumisherkkien sisältöjen käsittely on turhaa,  
koska asiat muuttuvat kuitenkin alinomaan. Silloin ei ehkä osata eritellä ja päättää,  
mitä entistä jokin uusi tieto korvaa. Muutokseen valmistautuminen ja muutoksen  
hallinta edellyttävät kuitenkin pysyväksi osoittautuneen aineksen tunnistamista  
ja sen merkityksen ymmärtämistä uudesta näkökulmasta, sillä aiemmin opittu luo  
pohjan uuden oppimiselle. Välijärvi luonnehtii sitä prosessiksi, jossa tarkastel-  
tavan asian menneisyyden ja tulevaisuuden näkökulmat saatetaan keskenään  
ymmärrettävään vuoropuheluun (Välijärvi 1989, 6.)

Kaikki edellisessä luvussa mainitut kuusi yleissivistyksen luonnehdintaa  
tarkentavat omalta osaltaan käsitystä yleissivistyksestä yksilön ja yhteisön sekä  
erilaisten yhteisöjen kanssakäynnin mahdollistavana *universaalina aineksena* sekä  
*maailmankuvan* perustana.

Välijärvi (1989) täydentää yleissivistyksen määrittelyä myös sivistymättö-  
myyden määritelmän avulla: "Sivistymättömyys on pitäytymistä tiettyyn erityis-  
alaan ilman, että ymmärretään oman kapean sektorin ulkopuolista maailmaa. Se  
on myös haluttomuutta ja kykenemättömyyttä ymmärtää oman tekemisensä  
vaikutuksia luontoon ja muiden ihmisten elämään." Hän täsmentää yleissivistyk-  
sen käsitettä lisäksi yleisen ja ammatillisen sivistyksen vastakkainasettelun avulla.  
Välijärven mukaan on kuitenkin harhaan johtavaa pitää ammattisivistystä  
yleissivistyksen negaationa. Silloin toimitaan käytännössä usein niin, että esimer-  
kiksi johonkin ammattitutkintoon sisällytetään erityisiä yleissivistäviä aineita

ammattillisten opintojen vastapainoksi. Sama virhe voidaan tehdä myös yleissivistävän koulutuksen kohdalla silloin, kun siitä jätetään pois ammatillisuuteen ja hyötyyn pohjaavat osat perustelematta tarkemmin niiden merkitystä opinnoissa. (Välijärvi 1989, 5.)

Varsinkin teknologian kohdalla on tämä näkökanta koulussa huomion-arvoinen, sillä teknologian oppisisällöissä on paljon ammatinohjauksellista ainesta, jossa käsitellään ainakin implisiittisesti erittäin monia teknisiä ammatialoja (tekniikan alalla on olemassa yli 600 eri ammattinimikettä). Juuri tästä syystä väitetään, että opetuksen järjestäminen teknologiaopintojen suhteen erilaisiksi tyttöille ja pojille aiheuttaa ammatillista eriarvoisuutta.

### 3.1.2 Yleissivistys ihmisen eettisenä ulottuvuutena

Kun yleisesti tieto käsitetään välineeksi, jonkin ongelman ratkaisemiseen, von Wright (1995) liittää sen yleissivistyksen eettisesti ja moraalisesti sävyttyneeseen, humanistiseen arvoperustaan. Hän pitää yleissivistäviä tietoja elämänmuotona, jolle on ominaista jatkuva pyrkimys ilmiöiden ymmärtämiseen ja oppimiseen niiden itsensä vuoksi (von Wright 1995, 56). Olkinuora sisällyttää yleissivistävään tietämiseen inhimillisiä ja sosiaalisia piirteitä. Juuri nämä piirteet erottavat hänen mukaansa sivistyneen tietämisen jonkin erityisalan specialistin kapea-alaisesta ja teknokraattisesta tiedosta (Olkinuora 1989, 10). Molemmissa on kyse yleissivistyksestä ihmisen eettisenä ominaisuutena, joka kuuluu osana *humanistiseen ihmiskuvaan*.

Koulun opetuksen syvällisyys lisääntyy ja toiminta monipuolistuu, jos avoimesti ja kriittisesti analysoidaan, minkälaisiin arvoihin ja elämäntyyliin eli minkälaiseen ihmiskuvaan teknologinen kulttuuri perustuu. Siihen pitäisi silloin liittyä vaihtoehtoisten ihmis- ja maailmankuvien mahdollisuuksien pohdinta sekä sen erittely, miten ne vaikuttavat ihmisten ja yhteiskunnan arkikäytänteisiin.

### 3.1.3 Yleissivistys uuden oppimisen tietoperustana

Kun eri tiedonalat erilaistuvat tiedonkäsitteensä ja tiedonhankintamenetelmiensä suhteen sekä sitoutuvat entistä tiukemmin tiettyihin koulun aineisiin tai aineryhmiin, on vaara, että eri alojen tieto eriytyy entisestään. Asiantilan korjaamiseksi esitetään yleissivistävää, eri tiedonaloja yhteen sitovaa tietoa, yhteistä tietoperustaa (Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994, 12 - 13).

Käytännössä menettely ei kuitenkaan ole aivan yksinkertainen. On vaikeaa sopia esimerkiksi valtioittain, mitä tuo eri tiedonaloja yhdistävä, "yleissivistävä" tieto on. Sen ratkaisemiseksi saatetaan päätyä selvittämään tutkimuksen avulla ja päättämään poliittisesti, mistä kunkin maan "kulttuurinen perussanasto" muodostuu. Silloin puhutaan usein *kulttuurisesta lukutaidosta* eli sivistyssidollisista, jotka sivistyneen ihmisen tulisi hallita (Välijärvi 1993, 4).

Edellisen kanssa vastakkainen näkemys yleissivistävästä tiedosta on *yleissivistys tiedon kritiikkinä*. Kun edellisessä pyritään opiskelemaan tietty yhteinen tietovaranto kaikille kansalaisille yhtäläisenä "oppina", niin tässä on tarkoitus

kyseenalaistaa sitä. Tavoitteena on perustellen oppia epäilemään, kyselemään ja kehittämään uusia, entisiä näkemyksiä paremmin toimivia tai selittäviä, asioita uudella tavalla hahmottavia näkökantoja. Keskeistä on sellaisen kriittisen asenteen omaksuminen, jota tarvitaan erityisesti luovuudessa mutta myös hyvin toimivassa demokratiassa (Väljærvi 1993, 6).

Ajankohtaisena asiana tähän yhteyteen kuuluu yleissivistyksen olemus tietoyhteiskunnan kontekstissa. Sivistyksen tulevaisuusbarometritutkimuksessa (1997) suurimmat pistemäärät saivat seuraavat kolme väittämää:

- \* Sivistys ei ole tämän tai tuon tietämistä vaan tietynlaista avointa suhtautumista tietämiin ja tietoon. Sivistys on olemassa ihmisen olemisen tapana (formaalinen tavoite).
- \* Sivistys on jatkuvan elinikäisen oppimisen välttämätön asenteellinen perusta.
- \* Sivistys on inhimillisten kykyjen, taitojen, tietojen, asenteiden ja arvojen jatkuvaa ylläpitoa ja kehittämistä. (Kaivo-oja ym. 1997, 74.)

Parhaaseen tulokseen nähdäkseni päästään ainakin teknologisen yleissivistyksen kohdalla ottamalla huomioon sekä kulttuuriseen lukutaitoon että tiedon kritiikkiin liittyvät näkökannat. Kyse ei ole joko-tai -asetelmasta vaan sekä-että -ajattelusta. Mahdollisimman monen tiedonalan historiallisen kehittymisnäkökannan omaksuminen ei ole vastakkainen sen näkökulman kanssa, että tietoon suhtaudutaan epäillen, kysellen ja kyseenalaistaen. Pikemminkin se on kriittisyyden edellytys. Tämän näkökannan mukaan tavoitteena on laajan tietoperustan omaava, rationaalisesti toimiva, aktiivisesti kyselevä ja kyseenalaistava, asioihin kriittisesti suhtautuva sekä humanistiset elämänarvot sisäistänyt ja itseään jatkuvasti kehittävä ihminen (Olkinuora 1989).

### 3.2 Etymologinen ja ensyklopedinen määrittely

Yleisessä kielenkäytössä teknologialla tarkoitetaan usein tekniikkaa tai teknisiä laitteita, koneita ja järjestelmiä. Usein sillä tarkoitetaan myös ns. high techia: elektroniikkaa, tietokonetekniikkaa, automaatiota ja robotiikkaa. Teknologialla voidaan tarkoittaa lisäksi artefaktien eli esineiden tai muiden keinotekkoisten tuotteiden tuottamista johonkin tiettyyn tarkoitukseen. Se voidaan yhdistää myös ihmisten ammattiin tai erikoisosaamiseen (teknikko, teknologi, kreikaksi *tekhniko's*). Silloin sillä tarkoitetaan teknisesti koulutettua, insinööritieteisiin perehtynyttä, tekniikkaa hallitsevaa tai teknisesti lahjakasta ja taitavaa henkilöä. Ilmaisulla voidaan arkikielessä siis tarkoittaa (1) välineitä, joita käyttäen teknistä työtä voidaan tehdä, (2) teknisiä tuotteita tai (3) työn suorittajaa ja hänen tiettyä ammatillista tai muuten taitavaa osaamistaan. Myös tietosanakirjoissa 1990-luvun alkuun asti käytettiin tarkemmin perustelematta tekniikkaa ja teknologiaa synonyymeinä (ks. esim. Spectrum tietokeskus 1990; 99 - 109). Tieteellisessä tutkimuksessa se ei riitä; siinä käsitteet pitää määritellä tarkemmin.

Von Wright on sitä mieltä, että tekniikan ja teknologian käsitteillä on selviä eroja ja esittää niiden erottamista toisistaan. Hän pitää erojen ymmärtämistä käytännössä tärkeänä, vaikka varoittaakin lukijaansa turhasta pedanttisuudesta (von Wright 1995, 33).

*Tekniikan* käsitteellinen merkitys (kreikaksi *tekhne*, taito, taitavuus, käsityö) viittaa usein erityistaitoon tai taitavaan, jopa taiteelliseen (Suojanen 1993) ja tarkoituksemukaiseen suoritukseen tai tekotapaan, mutta ei yleensä suorituksen välineisiin (Kantola 1997, 50). Esimerkiksi urheilussa puhutaan usein vaikkapa juoksu-, hyppy-, ponnistus- tai heittotekniikasta ja musiikissa laulu- tai soittotekniikasta. Siis minkä tahansa alan jotakin erityistaitoa vaativasta suorituksesta tai suorituskokonaisuuden tietystä osasta voidaan käyttää yleistä tekniikka-ilmausta. Kuulija tai lukija joutuu itse päättämään asiayhteydestä, mistä elämänalueesta on kulloinkin kyse.

*Teknologian* käsitteeseen liittyy jossakin muodossa oppi, tiede (kreikaksi *logos*, tieto, tuntija) ja ymmärrys niistä työmenetelmistä, joilla raaka-aineita muokataan jalostustuotteiksi (Nykysuomen sanakirja 1990, 408). Teknologiassa on siis kyse tekniikan hyväksikäytöstä ja sen käyttömahdollisuuksien ymmärtämisestä. Von Wright (1995, 32 - 34) on analyysissään päätenyt lähes samanlaiseen näkemykseen. Hän määrittelee teknologian "tekniikaksi, joka perustuu tieteelliseen tietoon, tietoon siitä logoksesta, joka on tekneen pohjana". Von Wright korostaa tässä niiden rationaalisten periaatteiden, "luonnonlakien" tuntemusta ja ymmärtämistä, joita tarvitaan työn suorittamiseksi. Teknologia -termin loppuosa *logia* tarkoittaa siis oppia tai tiedettä, joka selvittää tai tutkii termin alkuosan tarkoittamaa ilmiötä. Suojanen (1993) painottaa von Wrightin tavoin teknologian ilmiöiden ymmärtämistä tutkimustiedon kautta (Suojanen 1993, 16). Toisaalta von Wright toteaa, että korkealle kehittyneitä tekniikkaa saattaa esiintyä myös ilman teknologiaa eli ilman luonnon toimintaprosessien teoreettista ymmärrystä (von Wright 1995, 33).

Uusin suomen sanakirja, Nykysuomen käyttötieto (1997, 289) määrittelee teknologian tämän päivän käytäntöihin perustuvaksi. Teknologia on (1) niiden tieteiden yhteisnimitys, jotka käsittelevät teknisiä järjestelmiä ja menetelmiä sekä (2) oppi työmenetelmistä muokattaessa raaka-aineita jalostustuotteiksi. Tuotteen jalostusasteen perusteella voidaan puhua *matalasta teknologiasta* (low tech) tai *korkeasta teknologiasta* (high tech). Korkean teknologian tuotteissa materiaalin osuus on pieni, tiedon ja osaamisen osuus (tietotiheys) puolestaan on suuri. Kyseinen teos tuo esille myös kaksi uutta näkökulmaa, kovan ja pehmeän teknologian. *Kova teknologia* (heavy tech) tarkoittaa luonnonvaroja ja elinympäristöä kuluttavaa teknologiaa, *pehmeä teknologia* (soft tech) niitä säästävää teknologiaa (mts. 1997, 289).

Teknologialla tarkoitetaan usein myös *innovatiivista tuotantoprosessia*, jossa käytetään hyväksi jonkinlaisia koneita. Prosessi alkaa aina suunnittelusta ja ideoinnista, johtaa mahdollisesti keksimis- ja kokeiluvaiheeseen ja lopuksi tuotteen valmistukseen ja markkinointiin. Teknologiset innovaatiot pyritään suojaamaan patentilla. Nykyään jokaiseen vaiheeseen liittyy lisäksi erilaisia markkinatutkimuksia ja tuotemainontaa eli mielikuvien ja ostotarpeiden rakentamista. (Leinonen, 1986, 26.)

Sherwood ja Mills (1984, 1719) painottavat teknologian kiinteää suhdetta luonnontieteisiin sekä toimintojen suunnitelmallisuutta ja järjestelmällisyyttä. Heidän mielestään teknologia on "insinööritiede", jossa suunnittelun ja muotoilun luovuus alistetaan käytettävissä olevien työvälineiden, materiaalien ja tekniikkojen mahdollisuuksille.

Teknologiakasvatuskokeilun viitekehystä laatiessamme (Parikka & Rasinen 1994) tarkastelimme teknologian käsitettä opetuksen ja oppimisen näkökannalta. Opetuksessa ja oppimisessa painottuu teknologiassa tekotapojen (valmistustekniikan), työvälineiden, koneiden ja laitteiden (laitetekniikan), valmistusmateriaalien ominaisuuksien (materiaalitekniikan) sekä suunniteltavien tuotteiden funktion ymmärtämisen lisäksi vielä teknologian kommunikaatio. Sillä tarkoitetaan sitä *ajattelun välineistöä*, jonka avulla tekninen ajattelu ja suunnittelu voi tapahtua. Niitä ovat esimerkiksi teknisten alojen symbolit ja toimintakaaviot, teknologinen käsitteistö ja teknisen piirtämisen menetelmät. (Parikka & Rasinen 1994, 18.)

### Johtopäätökset

Etymologinen määrittely ei selvitä vielä paljonkaan teknologian pragmaattista olemusta, sen käytännön sisältöä, toimintaa eikä eettistä ulottuvuutta tai arvoaustaa. Se on tietoteoreettinen selitys tai historialliseen näkemykseen (usein kreikan tai latinan kieleen) perustuva sopimus sanojen merkityksestä. Silloin kun kyseisiä alueen käsitteitä alettiin käyttää, ei kenelläkään ollut käsitystä niiden tämän päivän merkityksestä. Samoin tämän päivän teknologia antaa vain ehkä näköaloja tulevaisuuden ratkaisuihin, koska teknologian keskeinen ominaisuus on jatkuva uusiutuminen.

Edellä käsitellyn varassa on mahdollista tehdä yhteenveto teknologian käsitteen etymologisista sekä ensyklopedisista perusteista ja olemuksesta:

- 1 Arkikielessä voidaan tekniikkaa ja teknologiaa pitää synonyymeinä. Se, kumpaa tai mitä tarkoitetaan, pitää silloin päätellä asiayhteydestä.
- 2 Alan tieteellisessä keskustelussa pitää täsmentää, kumpaa tarkoittaa.
- 3 Tekniikka tarkoittaa sekä tarkoituksenmukaisten keinojen käyttötaitoa ja tekotapaa jonkin tehtävän suorittamiseksi että (työ)välineiden ja koneiden käyttöä tuotteiden valmistamiseksi.
- 4 Teknologia tarkoittaa edellisen lisäksi tekniikan taustalla olevan tieteellisen tiedon (teorioiden) sekä niihin liittyvien toimintatapojen ja järjestelmien ymmärtämistä.
- 5 Teknologia voi laajasti ymmärrettyinä tarkoittaa joko yhdessä tai erikseen keksintöjä, tuotantoprosesseja, tuotteita (voivat olla fyysisten tuotteiden lisäksi myös esimerkiksi tieto- ja vaikutelmatuotteita sekä palveluita), teknistä osaamista, teknisiä laitteita, teknisiä materiaaleja, teknistä käsitteistöä tai jopa työn suorittajan koulutustaustaa.

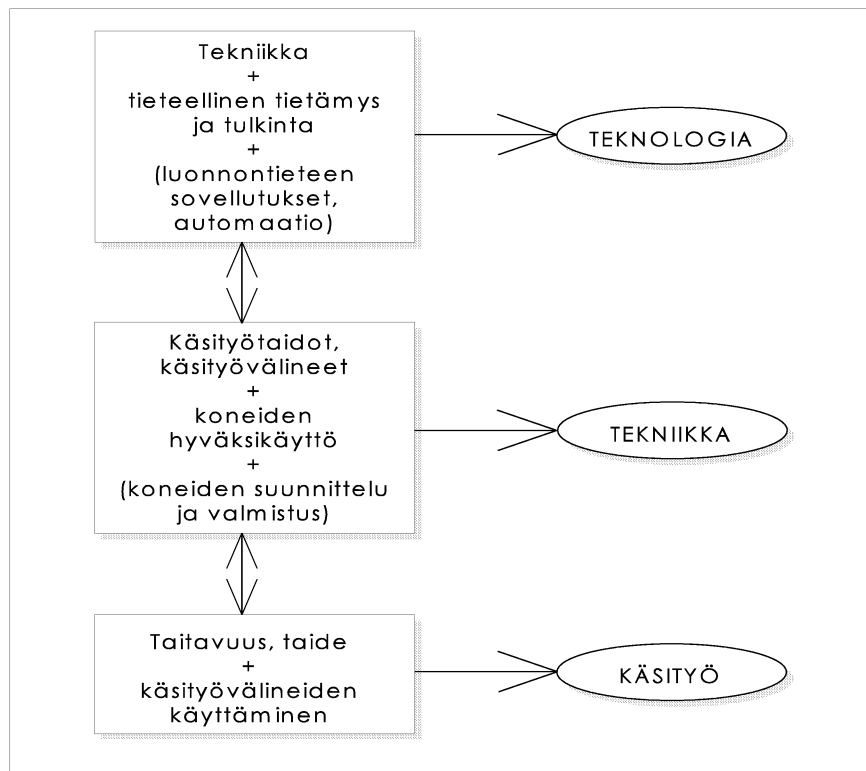
Pääasiassa neljännen kohdan perusteella on mahdollista tästä eteenpäin rajata teknologian käsite tarkoittamaan vain sitä ajanjaksoa, jolloin teknologian kehitystyö on ollut tarkoitushakuista ja perustunut sen ajan tieteelliseen tietoon tai määrätietoisien tutkimuksen tuloksiin. Yhtenä rajapaaluna on silloin 1800-luvun alku, koska silloin perustettiin Berliinin luonnontieteellinen yliopisto (Fredrik Vilhelm Universitätt). Se teki myös teollisuuden tilaamaa ja rahoittamaa teknologian kehittämistutkimusta. Toisena perusteena käsitteen rajaukseen on se, että varhaisemmat "keksinnöt", esimerkiksi työkalut, syntyivät pitkän ja monivaiheisen *kehityksen* tuloksina eivätkä lainkaan sellaisina keksintöinä ja innovaatioina, joina me nykyään keksinnöt käsitämme. Tässä katsannossa esimerkiksi Duggerin (1991, 193) "teknologiana" esittelemät pyörä, kello ja magneettisten kivien käyttö kompassina eivät ole esimerkkejä teknologisista keksinnöistä, vaan ne ovat käytännön kehityksen tuloksia (ks. myös Kantola 1997, 67).

Ymmärtäminen ja oppimisen kohteesta muodostuneiden mielikuvien tulkinta eli ajattelu on oppimisen keskeisimpiä edellytyksiä. Teknologian käsit-



teessä painottuu tieteellinen tieto, ajattelu ja ymmärtäminen. Sen perusteella teknologia-käsitteen käyttäminen opetuksessa ja tutkimuksessa on mielekkäämpää kuin tekniikka-termin (vrt. esim. biologia, ekologia, psykologia ja teologia). Se, miten teknologian käsite koulu yhteisössä - opetussuunnitelmissa, oppikirjoissa ja oppimateriaaleissa sekä opettajien, oppilaiden ja heidän vanhempiensa keskuudessa - ymmärretään, on samalla yksi tämän tutkimuksen keskeinen kohde.

Tiivistettynä teknologian käsitteen etymologinen kehittyminen voidaan esittää kuvion 3 mukaisesti.



KUVIO 3 Teknologian käsitteen etymologinen perusta

Teknologia on siis historiallisesti kehittynyt tekniikan ja käsityön pohjalta. Siitä ei kuitenkaan pidä tehdä suoraa päätelmää esimerkiksi käsityön tarpeellisuudesta tai tarpeettomuudesta nykyajan kasvatuksessa. Käsityön säilyttäminen edelleen yleissivistävän koulun oppiaineena perustuu sen kasvatuksellisiin mahdollisuuksiin ja on siten koulutuspoliittinen valinta. Se on lisäksi edelleenkin useiden teknologian tutkimus- ja tuotantolaitteiden valmistamisen perusta.

### 3.3 Teknologian, kulttuurin ja yhteiskunnan sidoksisuus

Teknologian kulttuuri- ja yhteiskuntavaikutusten erottaminen toisistaan on keinotekoista ja käytännössä mahdotonta, koska yhteiskunta ja kulttuuri ovat vain toistensa kautta ymmärrettävissä. Ei voi olla kulttuuria ilman yhteiskuntaa, eikä myöskään yhteiskuntaa ilman sitä ilmentävää kulttuuria. Kun puhutaan yhteiskunnasta, tarkoitetaan useimmiten ihmisten organisoitua yhteiseloä. Kulttuurilla tässä katsannossa tarkoitetaan niitä ihmisten välisen sekä ihmisten ja luonnon välisen vuorovaikutuksen muotoja, joihin kyseinen yhdessä olemine perustuu (Alho 1994; Birket-Smith 1972). Tässä kuitenkin erotan ne, koska niiden tarkastelu toisistaan erillään antaa selkeämmän kuvan teknologian käsitteen kannalta.

Kulttuurin ja yhteiskunnan käsitteitä samentavana tekijänä on lisäksi se, että etenkin yhteiskunnan käsite jää usein huonosti rajatuksi. Nimittäin tässä tarkasteltava teollinen tai jälkiteollinen (tieto- tai teknologia-) yhteiskunta muodostaa esimerkiksi maantieteellisesti ajatellen hyvin epämääräisen alueen. Kulttuurin käsite on ongelmattomampi, etenkin jos tukeudutaan laajaan kulttuurin määrittelymään. Silloin voidaan kulttuurilla tarkoittaa, kuten tässä, tietynlaisen (nimittäin teknologisen) yhteiskunnan elämäntapaa ja sen materiaalisia, älyllisiä sekä henkisiä ulottuvuuksia (Alho, 1994, 69 - 70).

Tässä luvussa pyrin edellä esitetyssä kulttuurin viitekehyksessä etsimään ja selkiinnyttämään joidenkin esimerkkitapausten kautta teknologian kulttuuri-vaikutuksia.

#### 3.3.1 Teknologian ja kulttuurin vuorovaikutus

Kulttuurin käsite - latinan *cultura* - juontuu maanviljelystä. Se on aluksi tarkoittanut luonnon ympäristöolosuhteiden muokkaamista, "jalostamista" ihmisen perustarpeiden tyydyttämiseksi (Birket-Smith 1972, 62). Paikallaan pysyvän maanviljelyksen ja kiinteän asutuksen mahdollisti maan muokkauksen tehostuminen rauta-auran kehittymisen ja kuivilla seuduilla viljelysten kastelun ansiosta. Yleisesti käytetyn selityksen mukaan siitä puolestaan seurasi, että asumisyhteisöissä voitiin harrastaa yhdessä muutakin kuin pelkästään jokapäiväiseen elantoon liittyviä toimintoja. Vähitellen kulttuurin käsitettiin tarkoittavan samaa kuin sivistys tai ihmishengen jalostaminen eli hengen viljely.

Meidän aikanamme, ehkä pääasiassa koulutuksemme tuloksena, käsitämme kulttuurilla yleisesti taiteisiin, tieteisiin ja uskontoihin liittyviä ihmisten henkisiä ja aineellisia aikaansaannoksia. Koska rauta-auran ja hevosen luokkivaljaiden -aikansa huipputeknisten tuotteiden - keksiminen ja käyttöönotto keskiajan alussa edisti paikallaan pysyvän maanviljelyksen ja sen tuloksena kiinteän asutuksen sekä asutuskeskusten leviämistä, voidaan auraa pitää yhtenä keskeisenä kulttuurin kehittymisen lähtökohtana (Birket-Smith 1972, 360 - 367).

Seuraavassa tarkennan teknologian käsitettä kulttuuriselta kannalta vertaamalla sitä ensin käsityöhön ja luonnontieteisiin (science). Sen jälkeen havainnollistan teknologian vaikutuksia esittelemällä sellaisia teknologisia keksintöjä ja

keksintöjen ketjuja, joilla on ollut selviä vaikutuksia kulttuuriin. Esimerkit ovat yksinkertaistuksia ja tilan puutteen vuoksi suppeita, mutta ne antavat mielestäni käytännönläheisiä rakennusaineita teknologian kulttuurivaikutusten ymmärtämiselle. Vaikka painotankin tarkasteluni tälle vuosisadalle, otan mukaan teknologian kehittymisen jatkumon ymmärtämiseksi viittauksia myös teknologian varhaisempaan historiaan.

### 3.3.1.1 Käsityöstä tekniikkaan ja teknologiaan

Käsityö eri muodoissaan on ollut olemassa siitä lähtien, kun ihminen pystyi ja ryhtyi valmistamaan alkeellisia työkaluja luonnonvoimien voittamiseksi ja suoritusensa tehostamiseksi. Esimerkkeinä niistä ovat kivikirves, kiviset keihään- ja nuolenkärjet sekä monenlaiset riistan pyydykset. Työkaluja ei keksitty tieteellisen tutkimuksen tuloksena, vaan ne kehittyivät olemassa olevasta tiedosta pitkien ajanjaksojen kuluessa ratkaisuksi arkipäivän ongelmiin. Lopulliseen muotoonsa ne hioutuivat vähitellen *käyttökokemusten perusteella*.

Työ- ja tarvekalujen valmistukseen ja käyttämiseen liittyvät tiedot ja taidot siirtyivät sukupolvelta toiselle siten, että lapset oppivat ne työtä tehtäessä vanhemmiltaan. Toisaalta erilaiset tuotteet levisivät kulttuurista ja maasta toiseen pääasiassa kauppiaiden, mutta myös ryöstöretkien ja sotien mukana. (Birker-Smith 1972, 142 - 143.) Tämän vuosisadan alkupuolelle asti ammattitaitoiset käsityöläiset valmistivat esineet ja rakennukset käyttäen työssä apunaan kullekin ajalle ominaista tekniikkaa.

Teknologiasta voidaan puhua varsinaisesti vasta sitten, kun keksintöjä tai palveluja alettiin tuottaa *tarkoituksellisesti tutkimuksen tuloksia soveltamalla* ja usein myös ensisijaisesti kaupallisiin tarkoituksiin. Euroopassa käytettiin jo keskiajalla sangan laajasti hyväksi tuuli- ja vesivoimaa, esimerkiksi myllyn kivien pyörittämiseen (Landels 1985). Kuitenkin vasta myöhäisrenessanssin aikana, 1500-luvun lopulla, kehittyi *tieteellis-tekninen maailmankuva*. Sen mukaan ihminen tavoittelee luonnon herruutta tai ainakin taistelee luonnon voimia vastaan. Se edellytti tarkkaa tietämystä luonnon rakenteista ja toiminnasta, "luonnonlaeista". Siitä puolestaan seurasi, että perus- ja soveltavaan tutkimukseen panostettiin entistä enemmän. Galilei esitti 1600-luvun alkupuolella aurinkokeskeisen maailmankäsityksensä, ja luvun puolivälissä perustettiin Italiaan kokeellista luonnontieteellistä tutkimusta tekevä tutkimuslaitos, Accademia del Climenton eli Kokeiluakatemia (Meadows 1993, 30 - 31). Vasta 1800-luvun alussa perustettiin Berliinin yliopisto (nykyinen Humboldt-yliopisto), josta otettiin mallia kaikkialla maailmassa. Samoihin aikoihin käynnistyi yliopistojen yhteistyö teollisuuden kanssa, ja se alkoi tukea myös yliopistojen tutkimuslaitosten toimintaa. Tekniikka muuttui vähitellen *luonnon alistamisen ja hyödyntämisen välineeksi* (mts. 116 - 121).

Seuraavaan taulukkoon (taulukko 3) olen koontanut joitakin yleistyksiä käsityön ja teknologian eroista tarkasteltuna tuotantotavan, muotoilun sekä luonnon vaikutusten osalta. Viimeksi mainittu tarkastelu on ongelmallisin, sillä käsityö ja teknologia eivät itsessään aiheuta mitään. Vaikutukset riippuvat siitä, mihin ja miten niitä käytetään.

TAULUKKO 3 Käsiyöprosessin ja teollisen prosessin eroja

KÄSIYÖ	TEKNOLOGIA
* pienimuotoista, uniikkia	* automaation ohjaamaa teollista sarjatuotantoa, universaalia
* suunnittelu ja valmistus kiinteässä vuorovaikutuksessa	* suunnittelu ja valmistus erotettu toisistaan * mittatarkkaa, tarkasti dokumentoitua (tekninen piirtäminen)
* tyydyttää paikallisia tarpeita	* tähtää vientiin ja ulkomaankauppaan
* muotoilu elimellinen osa tuotetta, lähtökohtana käyttäjän kokemukset, funktionaalisuus * muodot ajattomia	* muotoilulla pyritään tietoisesti parantamaan tuotteen valmistettavuutta, laatua ja käyttöarvoa. Toisinaan sitä perustellaan pääasiassa markkinointikeinona (muoti).
* luonnonmukaista tai tasapainossa luonnon kanssa * energian kokonaiskulutus vähäistä tai käytetään uusiutuvia luonnonvaroja	* luontoa hyväksikäyttävää tai köyhdyttävää taikka suorastaan alistavaa ja tuhoavaa, koska ei ymmärretty vaikutuksia eivätkä haitat näkyneet välittömästi

Taulukossa esittämäni näkemykset pätevät aina 1970 - 1980-luvuille asti. Vasta silloin yleinen mielipide kääntyi voimakkaasti luontoa kuluttavaa ja saastuttavaa massatuotantoa vastaan. Ymmärrettiin, että teollisuuden tuotantoprosessit eivät ole itsenäisiä, suljettuja järjestelmiä, vaan että niillä on vaikutuksia myös luontoon.

Tällä hetkellä teknologista kehitystä pyritään tietoisesti ohjaamaan luontoa säästävään suuntaan (ekologinen tietoisuus). Ympäristön suojeluun tuotantoprosessissa suhtaudutaan vakavasti, ja sen kehittämiseen sijoitetaan lisääntyvässä määrin resursseja. Esimerkiksi tuotteiden maksimaalista kierrätystä ja uudelleenkäyttöä pidetään jo tuotteiden suunnittelussa itsestään selvänä. Tuotantoprosessissa arvostetaan yksittäisten työntekijöiden ja vastuuryhmien keksimiä ideoita ja parannusehdotuksia. Massatuotantoa kevennetään sillä, että valmistussarjat suunnitellaan entistä joustavammin asiakaskohtaisesti muunneltaviksi (differointi). Tämä on käynyt yhä helpommaksi monipuolisten tietokoneohjelmien avulla.

Toisaalta myös käsiyöllisiin prosesseihin on tullut mukaan entistä enemmän koneita ja laitteita tuotteiden suunnittelua ja valmistusta tehostamaan. Teknologian aiheuttamien haittojen minimoimiseksi ja niiden vähentämiseksi on syntynyt kokonaan uusi teknologian ala, *ympäristöteknologia* (Nature Oriented Technology) (Malaska 1992). Sen mukaisesti luonnon ja teknologian tasapainon saavuttamiseen tarvitaan uusia - muitakin kuin kaupallisuuden ja markkinavoimien esittämiä - visioita. Ihminen aineellisine aikaansaannoksineen nähdään yhtenä osana luontoa. Yksityisen ihmisen toiminta ja teot ovat osa luonnon tasapainoa ja tätä kautta lähtökohta myös teknologian kehittämisen suuntaamisessa. Yksilön ja politiikan vastuu korostuu tulevaisuuden luomisessa. Ympäristö-

vastuinen toiminta edellyttää kuitenkin sitä, että ongelmat tiedostetaan ja ne koetaan henkilökohtaisiksi (Käpylä 1994, 132).

Nykyinen teknologia tietovarantona ja erilaisina tuotteina on sinänsä kansainvälistä. Se ei noudata valtakuntien rajoja eikä poliittisia hallintojärjestelmiä. Sen vuoksi teknologialla on voimakas, valtioiden ja kansojen kulttuureja *yhdenmukaistava vaikutus*.

### 3.3.1.2 Kirjapainosta mikroprosessoriin

Seuraavaksi esittelen lyhyesti muutamia kulttuurin ja yhteiskunnan kehityksen suuntaan voimakkaasti vaikuttaneita ja vaikuttavia yksittäisiä teknologisia keksintöjä. Olen valinnut tähän niistä sellaisia, joiden vaikutukset on jokaisen helppo havaita ja jopa nimetä. Niitä ovat kirjapainon keksiminen, puhelin ja radio, televisio, mikroprosessori ja tietokone sekä betoni. Ainakin ne ovat luoneet uutta kulttuuria tai ohjanneet sen kehitystä täysin uusille urille. Ne ovat myöskin meille kaikille arkipäiväisen tuttuja. Valitsemaani tarkastelukulmaan sisältyy samalla myös ajatus, että monet keksinnöt itsessään ovat osa kulttuuria. Ne ilmentävät ja välittävät tiettyjä selkeitä tai piilossa olevia *arvoja* ja *arvovalintoja*. Teknologia ei siis ole kulttuurillisesti neutraalia.

Yksittäisten keksintöjen vaikutusten esittely antaa valitettavasti vain suppean ja varmasti osin harhaisenkin kuvan teknologian kulttuurivaikutuksista. Niiden tarkastelun avulla teknologiaan perehtymättömänkin henkilön on kuitenkin helpompi tehdä omia johtopäätöksiään kuin analysoimalla monimutkaisia järjestelmiä. Tavoitteena on siis osoittaa lukijalle yksinkertaisia välineitä, joiden avulla voi terävöittää omaa *tiedostamisprosessiaan* arkipäivän itsestäänselvyyksistä.

Esitän edellä mainitsemistani keksinnöistä esimerkkejä taulukoituina tavoitteiden, välineiden ja saavutettujen tulosten osalta. Tulosten erittelemisen hyötyihin ja haittoihin perustuu lähinnä humanistis-holistiseen maailmankatsomukseen. Joltakin toiselta näkökannalta tarkasteltuna asiat näyttäytyisivät toisenlaisina. Tärkeää joka tapauksessa on havaita, että kaikilla keksinnöillä on sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia ja että vaikutuksen painoarvo riippuu aina arvioijan omista näkemyksistä.

#### **Painokone: lukevan mediakulttuurin vallankumous**

Kiinalaiset keksivät paperin valmistamisen jo ensimmäisellä vuosisadalla. Sieltä paperintekotaito levisi vähitellen myös länsimaihin. Kirjapainotaidon alkuaikoina, Johan Gutenbergin 1450-luvulla keksimässä painokoneessa, halutut kuvat painettiin paperille metallista valetuista irtokirjaimista *käsityönä* kootuilla painolaatoilla. Tarvittava puristusvoima saatiin aikaan pitkällä vääntövarrella kiristettävän ruuvin (kaltevan tason) avulla, jota kierrettiin vipuvarren avulla pelkällä *ihmisvoimalla*. Painotyö eli tekstien monistaminen nopeutui senkin avulla suunnattomasti ja kirjojen hinta romahti (TEK, tekniikan tietokeskus 1982, 106). Gutenbergin aikainen painokone tuotteineen on siis käsityön ja tekniikan tulos.

Nykyiset painokoneet, joiden toiminta perustuu moottorikäyttöisiin pyöriin teloihin (rotaatio, vuonna 1844), valmistavat kirjoja ja sanomalehtiä valtavalla vauhdilla ja käsin koskematta. Ennen painokoneen keksimistä kirjat olivat

pääasiassa uskonnollisia kirjoja tai tietokirjoja. Painokone laajensi myytävien kirjojen alueen myös muuhun kirjallisuuteen. Kirjapainojen yleistyminen tämän vuosisadan alkupuolella aloitti kirjakulttuurin vallankumouksen ja *lukevan mediakulttuurin kauden* (Blackburn & Holister 1992, 106). Sanomalehtien syntyminen puolestaan aloitti uutistehtailun. Aluksi sanomalehdet ilmestyivät esimerkiksi viikoittain, nyt tavallisesti kerran päivässä. Uutistehtailun nopeuden kehittymistä kuvastaa se, että monet iltalehdet ilmestyvät todellisuudessa jo aamulla. Monia lehtiä voi sähköisessä muodossa lukea tietoverkossa jopa ennen niiden ilmestymistä. Paperin valmistuksen ja sähkövoimaan perustuvan koneellisen kirjapainon yleistyminen merkitsi pitkää askelta teknologian ja kulttuurin yhteistyölle.

TAULUKKO 4 Painokoneen kulttuurivaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* kansan sivistäminen</li> <li>* lukutaito kaikille, painettu sana tiedon avain</li> <li>* kirjat ja sanomalehdet kaikkien käyttöön</li> </ul>
VÄLINEET, STRATEGIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>* paperin koneellinen valmistaminen</li> <li>* kirjojen ja lehtien keskitetty, teollinen tuottaminen</li> <li>* postilaitoksesta riippumaton päivälehtien jakelu</li> </ul>
TULOKSET, VAIKUTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ lukutaito yleistyi, ja kirjat levisivät kaikkien saataville (rikkaissa maissa)</li> <li>+ tuotteet ovat halpoja</li> <li>+ kirjojen tuottamiseen perustuva kirkon valta väheni</li> <li>+ kirjahyllystä tulee kodin kalustamisen keskeisin tekijä</li> <li>- paperin valmistus saastuttaa ilmaa ja vesistöjä</li> <li>- jätteen kierrätysongelmat</li> <li>- sivistyserot rikkaiden ja köyhien maiden välillä lisääntyvät, lukutaidottomuus maailmassa kasvaa</li> </ul>

### Puhelin ja radio: reaaliaikainen telekommunikaatio

Puhelimen kehittyminen sai alkunsa lennättimen keksimisestä 1800-luvun puolivälissä. Lennättimessä lähetettiin sähköisiä impulsseja, sähkötystä, metallijohtimia pitkin paikasta toiseen (sähköinen tiedonvälitys). Puhelin syntyi 1800-luvun lopulla, kun Alexander Graham Bell pystyi muuttamaan puheen mikrofonilla sähkösykäyksiksi ja langan toisessa päässä takaisin ääniaalloiksi kuulokkeen avulla (Blackburn & Holister 1992, 54). Puhelin mahdollisti ensimmäisenä viestintävälineenä *reaaliaikaisen telekommunikaation*.

Lennättimestä ja puhelimesta kehittyi radio, kun Heinrich Herz (v. 1886) havaitsi, että sähkömagneettiset aallot (Herzin aallot) kulkevat ilmassa pitkiä matkoja ja läpäisevät osittain myös eteen osuvia esteitä (sähkömagneettinen tiedonvälitys). Alun perin radio kehitettiin korvaamaan lennätin paikoissa, joihin ei lennättimen vaatimia johtimia voitu vetää (TEK, keksintöjen kirja 1981, 120).

Radiolähetyksessä yhdistetään lähetettävä matalataajuinen ohjelma radioaseman korkeataajuiseen kantaaltoon (modulointi). Vastaanottimessa se erotetaan kantaallosta (demodulaatio) vahvistettavaksi sekä muutetaan kaiuttimis-

sa takaisin ääniaalloiksi. Vasta moduloinnin keksiminen vuonna 1933 teki mahdolliseksi useiden radiolähetysten samanaikaisen toteuttamisen (Blackburn & Holister 1992, 61 - 63). Puhelimien ja radion yleistymisen "kaikkiin" koteihin (80 % maapallon kotitalouksista ei omista puhelinta!) merkitsi samalla *sähköisen ja sähkömagneettisen tiedonsiirron räjähdysmäistä kasvua*.

Puhelimen ja radion ideoiden yhteensovittamisesta syntyi radiopuhelin. Sen nykyinen kehitysvaihe, "kännykkä", on helppo kuljettaa mukana kaikkialle. Tietokoneen ja kannettavan puhelimen yhdistäminen luo *multimediaalisen viestintäverkoston*.

TAULUKKO 5 Puhelimen ja radion kulttuurivaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	* reaaliaikainen yhteydenpito toisistaan kaukaisten paikkojen välillä * tietoja ja viihdettä eli radio ja puhelin kaikille
VÄLINEET, STRATEGIAT	* halvat ja luotettavat puhelin- ja radiolaitteet * puhelinverkko kaikki taloudet kattavaksi * liikkuviin yhteyksiin matkapuhelin
TULOKSET, VAIKUTUKSET	+ puhelimesta ja radiosta tullut massaviestin sekä radiosta "taustaviihdytin" + käyttökustannukset alhaisia +- puhelin- ja radioverkko on nykyään avattu myös kaupallisiin tarkoituksiin

### Televisio, video: kuvallisen viestinnän murros

Alkeellisen television rakensi Paul Nipkow jo vuonna 1884, siis ennen radion keksimistä. Kuitenkin vasta 1900-luvun alussa keksittiin radioputki, kameraputki sekä katodisädeputki (kuvaruutu). Niiden yhdistäminen radion toimintaperiaatteisiin mahdollisti ilmaitse tapahtuvat televisiolähetykset. Vakinaiset lähetykset aloitettiin kuitenkin vasta 1940-luvulla, ensin Englannissa ja vähitellen muissakin maissa. Silloin alkoi *kuvallisen mediakulttuurin aika* (Blackburn & Holister 1992, 64 - 67).

Liikkuvan kuvan tallentaminen magneettinauhalle tai levyille sekä sen monipuoliset jälkikäsittelemahdollisuudet (editointi) loivat tämän vuosisadan puolessavälissä oman taiteenlajin, *videotaiteen* (CD-Fakta 1997). Television ja videon tarjonta on kehittynyt toisaalta valtavaksi kansainväliseksi viihdekulttuuriksi ja toisaalta lähes reaaliaikaisesti tapahtuvaksi, jatkuvaksi uutisvyöryksi.

TAULUKKO 6 Television ja videon kulttuurivaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* uutta tietoa ja viihdettä kaikille</li> <li>* uutisia kaikkialta, kaikkina vuorokauden aikoina</li> <li>* elokuvateatteri koteihin</li> </ul>
VÄLINEET, STRATEGIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>* televisiovastaanotin kaikkiin koteihin</li> <li>* satelliittiyhteydet mahdollistavat reaaliaikaisen uutisoinnin kaikkialta maailmasta</li> <li>* kaapeliyhteydet tekevät mahdolliseksi lukemattomien kanavien ylläpidon</li> </ul>
TULOKSET, VAIKUTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ kuvallisen tiedonvälityksen mahdollisuudet ovat moninkertaisesti entisestä</li> <li>+ elokuvatuotanto tulee kotikatsomoihin</li> <li>+ videonauhurilla mahdollista nauhoittaa television esitykset ja katsoa myös vuokratasetteja</li> <li>- passivoi katsojat; vaikea keksiä katsojia todella aktiivisia ohjelmia</li> <li>- tv-vastaanottimesta tullut olohuoneeseen uusi "alttari" ja kalustamisen lähtökohta</li> <li>- ruumiillisen liikunnan vähetessä tuki- ja liikuntaelinten sairaudet lisääntyvät</li> <li>- poliittisen eliitin vaikutusvalta lisääntyy ja erilaisen manipulaation mahdollisuudet kasvavat</li> </ul>

### Mikroprosessori, ATK: informaatioyhteiskunnan aika

Tietokoneen ja automaattisen tietojenkäsittelyn (tietotekniikan) laajamittaisen käyttöönoton vuoksi alettiin 1980-luvulla puhua siirtymisestä *informaatioyhteiskunnan* aikaan. Tieto on nousemassa yhä keskeisempään asemaan yhteiskunnan kaikilla aloilla siten, että yhteiskunnan tuotannollinen toiminta ei perustu yksinomaan teollisuuteen vaan myös tietoon, sen hallintaan, käyttöön ja siirtoon (Meadows 1994, 124). Se merkitsee lähes kaikilla elämänaloilla *globaalia muutosvaihetta*, murrosta, josta kehittyy uusi, täysin toisenlainen teknologinen perusta. Myös työn luonne tuotantoelämässä muuttuu siten, että ns. älyllisen pääoman painoarvo ja symbolianalyttisen työn määrä kasvaa ratkaisevasti.

Jonkinlaisen mielikuvan muutoksen suuruudesta antaa esimerkiksi Yhdysvaltojen uusin "tieverkosto", tiedon valtatie (National Information Infrastructure, NII). Siinä yhdistyvät puhelin, televisio, videokamera ja nauhuri sekä henkilökohtainen tietokone. Sen avulla voidaan edellä mainittujen yksittäisten laitteiden nykyisten toimintojen lisäksi hoitaa kotoa käsin esimerkiksi pankkiasiat, tehdä ostoksia nettivideoiden perusteella, katsella haluamiaan elokuvia, käydä neuvotteluja, harjoittaa etäopintoja tai vaikkapa lainata kirjoja elektronisessa muodossa. Syntyy siis kokonaan uusi todellisuuden laji, *virtuaali-* tai *mediatodellisuus*, jossa faktan ja fiktion raja entisestään hälvenee.

WWW (World Wide Web) on edellä selostetun NII:n esiaste Internetissä. WWW-sivut voivat sisältää tekstiä, kuvia tai muuta grafiikkaa, ääntä ja mitä tahansa bittimuodossa olevaa tietoa (CD-Fakta 1997).



TAULUKKO 7 Mikroprosessorin kulttuurivaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ihmisen vapauttaminen ruumiillisesta työstä siten, että raskaat, likaiset ja vaaralliset työt siirretään robottien tehtäväksi</li> <li>* lisää vapaa-aikaa ja mahdollisuuksia henkisiin harrastuksiin</li> <li>* saada kaikki tieto- ja neuvontapalvelut tietokoneen välityksellä suoraan kotiin, suorittaa monia töitä etätöinä esimerkiksi kotona haluttuna aikana</li> <li>* irtautuminen todellisen ympäristön kahleista ja "siirtyminen" laitteistojen ja ohjelmien avulla virtuaalitodellisuuteen (simulaatiot ja virtuaaliviihde)</li> <li>* siirtyminen paperittomiin kirjoihin, sanomalehtiin ja sähköpostiin</li> </ul>
VÄLINEET, STRATEGIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ATK-pohjaiset väestörekisterit, hallinto ja verotus-, turvallisuus-, terveydenhoito- sekä pankkipalvelut</li> <li>* CD-rom-levyt, elektroniset muistipiirit ja -levykkeet</li> <li>* kuvan ja äänen elektroninen tallentaminen, muokkaaminen ja välittäminen kotikatsomoihin, myöhemmin interaktiivinen TV</li> <li>* "tiedon valtatiet", "multimediakioskit"</li> </ul>
TULOKSET, VAIKUTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ monilla aloilla raskaat ja vaaralliset työt on siirretty tai ne ovat siirtymässä automaattikoneille</li> <li>+ esim. virasto-, pankki-, osto- ja kirjastopalvelut voidaan suorittaa kotitietokoneella puhelinmodeemin ja internetin välityksellä</li> <li>+ etätö tekijän haluamana aikana ja soveliaassa paikassa</li> <li>+ tiedon luonne muuttuu, kun "tietoa" on tarjolla jokaisesta asiasta loputtomasti. Informaation luotettavuus nousee tiedon keskeiseksi kriteeriksi</li> <li>+ tietokonelaitteiden ja -verkkojen asiantuntijoista syntyy uusi eliitti</li> <li>- koneiden arvostus kasvaa, ihmisten vähenee</li> <li>- ihmiset jaetaan A- ja B-luokan kansalaiseen tietotekniikan osaamisen perusteella</li> <li>- ihmisten fyysisen liikunnan vähetessä tuki- ja liikuntaelinsairaudet lisääntyvät</li> <li>- tarvittavia laitteita ei ole varaa hankkia kaikkien käyttöön</li> <li>- informaation liikatarjonta, informaatiotulva</li> </ul>

### Betoni: rakennetun ympäristön ja arkkitehtuurin alennustila

Jo roomalaiset tunsivat ennen ajanlaskumme alkua nykyistä betonia vastaavan seoksen (piihappo + kalkki). He käyttivät sitä pääasiassa muurauslaastin lujittamiseen sekä kahdenkertaisen muuratun seinän välitilan täyttämiseen (hydraulinen laasti) eli sellaisiin töihin, jotka soveltuivat ammattitaidottomien orjien tehtäväksi. Nykyisen betonin perusraaka-aine, portland-sementti, kehitettiin vuonna 1824. Kun 1930-luvulla keksittiin *esijänmitetty teräsbetonirakenne* ja aloitettiin

talojen rakentaminen teollisesti tuotetuista, modulimittaisista *betonielementeistä*, muuttui etenkin asuinrakennusten arkkitehtuuri täysin (CD-Fakta 1997). Vaikka betonista olisi voitu valmistaa lähes minkälaisia rakenneosia tahansa - vain muotin tekeminen asettaa sille esteitä -, kangistui alkaneen elementtirakentamisen arkkitehtuuri lähes yksinomaan korkeisiin, laatikkomaisiin rakennuksiin. Samannäköisiä "betonibunkkereita" rakennettiin kulttuuri- ja luonnonmaise- masta piittaamatta etenkin kaupunkien asumalähiöihin (jotka taas olivat auton käytön yleistymisen seurauksia) ja kirkonkyläihin, jopa etelän lomakohteiden neitseellisille aurinkorannoille. Jostakin käsittämättömästä syystä alettiin tiiles- täkin muuratut asuintalot tehdä elementtitalojen näköiseksi.

TAULUKKO 8 Betonin kulttuurivaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	* pyrittiin tekemään riittävästi asuntoja maaseudulta asutus- taajamiin muuttaville
VÄLINEET, STRATEGIAT	* ihmistyön määrää vähentämällä alennetaan rakennus- kustannuksia * standardikokoiset seinäelementit, välipohjat esijännite- tyistä betonipalkeista
TULOKSET, VAIKUTUKSET	+ syntyi paljon lisää betoni- ja betonielementtitehtaita, työn tuottavuus kasvoi - kun asutuskeskukset suurenivat, oli tuloksena usein slummiutumista - kun "ihmisen mittakaava" kadotettiin, oli tuloksena viihtymättömyyttä

### Yhteenveto ja johtopäätökset

Kun vastaamme puhelimeen tai avaamme television, emme yleensä tule miet- tineeksi, mikä toimenpiteessä on teknologiaa ja mikä viestintäkulttuuria. Samoin jos paheksomme puhelinseksipalveluita tai moitimme jotakin television ohjelmaa huonoksi, ei kyseessä ole teknologian huonous tai pahuus. Kyse on perimmiltään niistä ihmisten *arvoalinnoista*, joiden tuloksena asiat ovat kehittyneet nykyisel- leen. Otamme silloin kantaa *teknologian eettisiin vaikutuksiin* ja teknologian tuot- tamisen *vastuukysymyksiin*.

Birket-Smith (1972, 142) esittää väitteen, että tekniikka muodostaa perustan teollisuusmaiden muulle kulttuurirakennelmalle. Teknis-taloudellisesti painot- tunut kulttuurimme on johtanut yhteiskuntamme vaurastumiseen. Teknologia siis tulee selvemmin näkyviin juuri aineellisessa kulttuurissa. Samalla teknologia ja mekanistinen maailmankuva on alkanut yhä lujemmin hallita ympäristöämme sekä rajoittaa päämääränasetteluamme. Emme voikaan enää tehdä valintoja pelkästään omaksumiemme arvojen pohjalta, sillä teknologiset järjestelmämme sisältävät itsessään yhä enemmän erilaisia "annettuja piilovalintoja". Kyseessä on silloin *sopeutumisprosessi*. Jos pyrimme muuttamaan nykyistä aineellisia arvoja

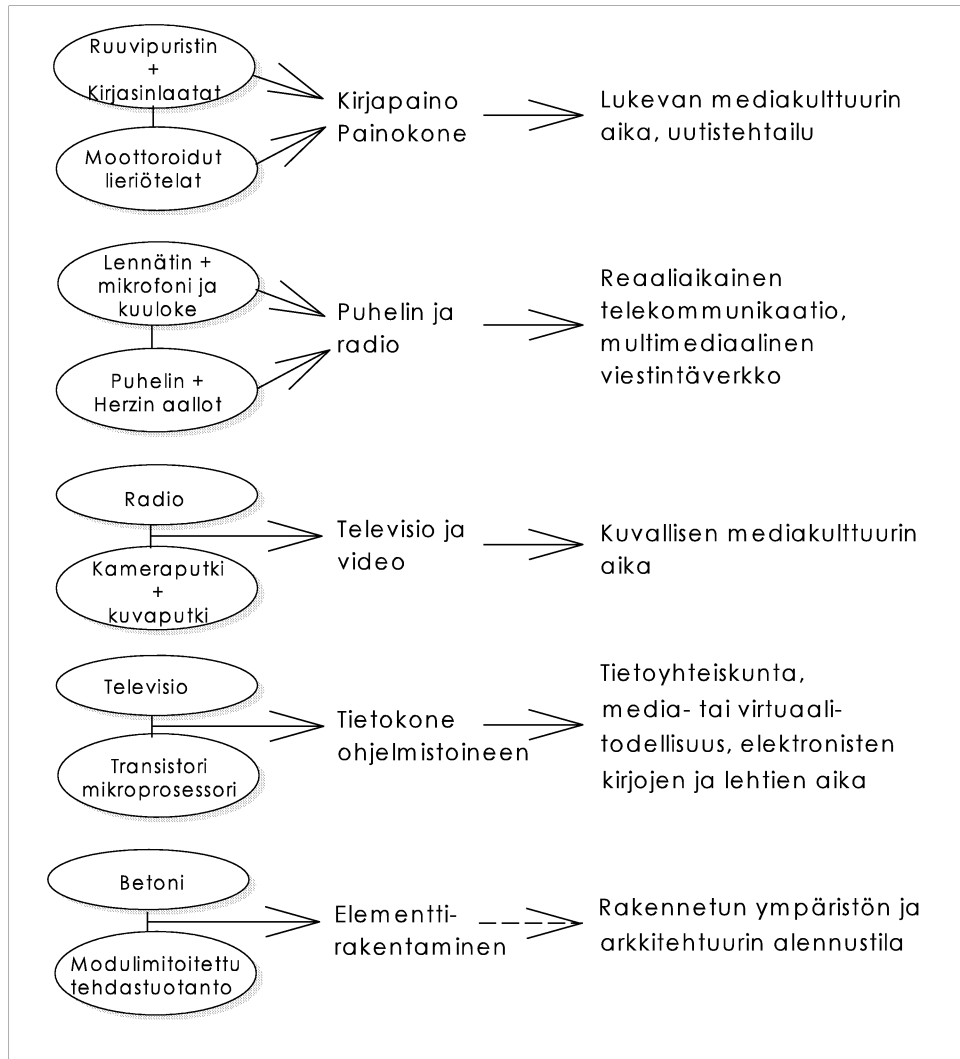
painottavaa teknologista maailmankuvaamme esimerkiksi humanistisempaan ja kokonaisvaltaisempaan suuntaan, niin kasvatuksen tehtävänä on silloin tuoda esiin myös nämä piilovalinnat (Smeds 1985, 5).

Teknologian olemuksen ymmärtämiseksi on lisäksi tärkeää tiedostaa, että *henkinen kulttuuri* - tieteet, taiteet ja uskonnot - muokkaa ihmisten ja yhteiskuntien *ihanteita, aatteita ja arvoja*. Teknologiassa luova ihminen soveltaa tieteen tuloksia *keksinnöiksi*. Ne ilmenevät tuotteina, jotka muokkaavat luontoa ja rakennettua ympäristöämme sekä kuluttavat luonnonvaroja. Nämä kaksi kulttuurin puolta, henkinen ja aineellinen, sitoutuvat ihmismielessä arvojen kautta vuorovaikutteiseksi kokonaisuudeksi.

Edellä olevan perusteella teen teknologian ja kulttuurin keskinäisistä suhteista seuraavat johtopäätökset:

- 1 Tekniikka ja teknologia ovat kulttuuri-ilmiöitä. Ne ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat edelleen kulttuuriin monilla tavoilla. Usein emme kuitenkaan tiedosta niiden yhteyksiä selvästi.
- 2 Teknologian kulttuurivaikutukset ovat edenneet monen pienen ”teknologisen kulttuuri-vallankumouksen” kautta. Teknologian pirstaleisuuden ja yhteyksien monitahoisuuden vuoksi niiden kokonaisvaikutuksia on usein vaikea havaita.
- 3 Kaikkien teknologisten keksintöjen käytöllä on sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia.
- 4 Jos haluamme itse päättää, mihin pyrimme ja mitä teknologialta odotamme, sen kulttuuriyhteydet on tunnettava ainakin yleisellä tasolla. Meidän on lisäksi ymmärrettävä, minkälaisia ongelmia on mahdollista ratkaista teknologian avulla.
- 5 Kulttuuriyhteisön arvot määrittävät siten osaltaan käyttöön otettavan teknologian ominaisuuksia. Teknologia ei siis ole arvovapaata, vaan arvopainotteista ja arvosi-donnaista.
- 6 Kun jokin teknologia on otettu käyttöön, se siirtää kehittyessään sisältämiään arvoja uusiin yhteyksiin ja mahdollisesti myös muihin kulttuureihin.

Kuviossa 4 on tiivistettynä edellä esitettyjen teknologisten innovaatioiden mahdollistamia kulttuurivaikutuksia. Niille on usein ominaista, että ne rakentuvat joidenkin jo olemassa olevien keksintöjen varaan. Syntynyt uusi idea saattaa tuoda mukaan täysin uuden näkökulman, ja siitä muodostuva kokonaisuus on selvästi enemmän kuin yhdistettyjen ideoiden summa.



KUVIO 4 Teknologian mahdollistamia kulttuurin muutoksia

Kuviossa vasemmalla esitellyt laitteet tai välineet ovat luonnollisesti itsekin läpikäyneet ajallisen kehityksen, eli ne ovat vain tiettyjä renkaita yhä etenevässä kehitysketjussa. Samoin muutkin kuviossa esitetyt kehityskulut ovat asioiden yksinkertaistuksia. Esimerkiksi betonin keksimisestä ei itsessään seurannut elementtirakentamista eikä arkkitehtuurin alennustilaa, vaan se antoi yhteiskunnan poliittisille päättäjille, rahoittajille ja rakennusliikkeille mahdollisuuden rakentaa edullisesti ja nopeasti tarvittavia asuntoja. Halpuuteen pyrkiminen puolestaan johti usein arkkitehtoonisesti epätydyttävään lopputulokseen.

### 3.3.2 Teknologia, luonnontiede ja yhteiskunta

Teknologian kehitys on luonut perustan teollisuuden synnylle ja nykyiselle aineelliselle hyvinvoinnille. Esimerkiksi Englannissa 1700-luvun jälkipuoliskon teolliselle vallankumoukselle olivat ominaisia erityisesti tuotantotekniikassa tapahtuneet muutokset. Ne perustuivat lukuisiin teknisiin keksintöihin ja liittyivät uusiin työmenetelmiin, uusiin energianlähteisiin sekä siihen, että työorganisaatio muutettiin käsityömaisestä tehdasmaiseen tuotantoon sopivaksi. Mutta teollinen vallankumous ei ollut pelkkä tekninen muutos, vaan se aiheutti syvälle käyviä muutoksia koko yhteiskuntaan. Aluksi koneiden käyttöönotto aiheutti työttömyyttä. Kun tuotantomäärät lisääntyivät viennin ansiosta, tarvittiin tehtaisa taas paljon työntekijöitä. Väki muutti maalta kaupunkeihin, jolloin maaseutu-asutus väheni ja kaupunkien väkiluku kasvoi. Se puolestaan edellytti asuntojen ja palvelujen uudisrakentamista asutustajamiin.

1800-luvun alkupuolella luonnontieteiden ja tekniikan yhteistyön tuloksena syntyi kokonaan uudenlaisia tekniikan aloja (Michelsen 1993). Esimerkiksi höyrykone kehitettiin käytännön kokeilujen myötä (James Wattin kaksitoiminen höyrykone 1783). Sen käyttöönotto vapautti tehtaot vesivoimasidonaisuudesta. Nyt tehtaot voitiin sijoittaa tuotannon ja työvoiman kannalta edullisimpiin paikkoihin. Mutta höyrykoneen ja myös lentokoneen keksiminen vaikuttivat puolestaan myös luonnontieteisiin. Niiden kehittämisen vuoksi alettiin lämpöoppia ja aerodynamiikkaa tutkia entistä intensiivisemmin. Tätä luonnontieteiden ja tekniikan välisen tehostuneen vuorovaikutuksen aiheuttamaa uusien innovaatioiden kautta nimitetään tieteellis-tekniseksi tai *teknologiseksi vallankumoukseksi*. (CD-Fakta 1997.) Etenkin toisen maailmansodan jälkeen teollisuustuotanto alkoi tuottaa entistä enemmän erilaisia tuotteita, "hyödykkeitä". Uudet paremmat tuotteet syrjäyttivät entisiä, ja näin teknologian kehittäminen itsessään aiheuttaa uusien tuotteiden tarvetta. Vähitellen tilanteesta kehittyy kulutuksen oravanpyörä, kulutusyhteiskunta. Von Wright nimittää teknologisille ratkaisuille ja uuden teknologian "loputtomalle" tuottamiselle rakentuvaa elämäntapaa *teknologiseksi elämäntyyliksi* (von Wright 1995, 61, 108).

Teknologisen vallankumouksen toteutumiseen vaikuttavat tietenkin omalta osaltaan kaikki innovaatiot. Edellisen luvun tapaan olen seuraavassa ottanut tarkasteltavaksi esimerkkeinä vain muutamia keskeisiä innovaatioita. Niitä ovat sähkö, sähkövalo ja sähkömoottori, polttomoottori, (henkilö)auto sekä mikroprosessori, tietokone ja robotti. Nykyään keksinnöt kohdistuvat yhä enenevässä määrin ei-materiaalisiin tuotteisiin.

#### **Sähkö: valon ja moottoroinnin valtakausi**

Thomas Alfa Edisonin keksintöjen varassa rakennettiin vuonna 1882 Yhdysvalloissa ensimmäinen sähkövoimalaitos valaistusta varten, ja samana vuonna sähkövoimalaitos rakennettiin myös Tampereelle. Valtakunnallisen sähköverkon rakentaminen Suomeen aloitettiin tämän vuosisadan alussa. Tavallisen hehku-lampun valmistus tuli mahdolliseksi vuonna 1913. (Blackburn & Holister 1992, 12 - 13).

Sähkön käytön yleistyminen perustui sähköenergian hajautettuun saantiin. Se puolestaan merkitsi ainakin kolmea asiaa: (1) erilaisten sähkökojeiden määrän

räjähdysmäistä kasvua, (2) luonnontieteellisen, etenkin soveltavan fysiikan tutkimuksen nopeaa edistymistä sekä (3) ydinvoiman käyttöönottoa (v. 1956) sähkön riittävän tuotannon takaamiseksi. Nykyään tuskin pystyisi kuvittelemaan, minkälaiseksi yhteiskunta ja elämä olisi muotoutunut ilman sähköä.

TAULUKKO 9 Sähkön yhteiskunnallisia vaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* sähkövalo, -lämmitys ja -moottori kaikkien käyttöön</li> <li>* raskas tai ikävä työ voidaan siirtää sähkölaitteen tehtäväksi</li> </ul>
VÄLINEET, STRATEGIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>* sähkövoimalaitoksia ja siirtolinjoja rakennetaan kaikkiin maihin</li> <li>* sähkömoottoreita pystytään valmistamaan ja käyttämään lähes kaikkiin tarkoituksiin (esim. hampaiden pesu, rannekellon koneisto)</li> </ul>
TULOKSET, VAIKUTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ sähköenergiaa voidaan siirtää lähes kaikkialle</li> <li>+ käyttömahdollisuudet ovat verrattoman monipuoliset, erilaisten sähkölaitteiden käyttö on helppoa</li> <li>+ hinta on kilpailukykyinen muihin energiamuotoihin verrattuna</li> <li>- sähkön tuottaminen kuluttaa yleisesti uusiutumattomia luonnonvaroja ja saastuttaa ilmaa ja vesistöä</li> <li>- vesivoiman lisärakentaminen edellyttää tekojärvien ja patoaltaiden hyväksymistä</li> <li>- ydinenergian tuottaminen aiheuttaa toistaiseksi ratkaisemattomia käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden käsittelyongelmia</li> </ul>

**Polttomoottori: sähköstä riippumattoman moottoroidun yhteiskunnan syntyminen**  
 Vuonna 1885 saksalainen Gottlieb Daimler sai rakentamalleen nopeakäyntiselle (n. 700 kierrosta/min) bensiinimoottorille patentin. Samana vuonna Karl Benz rakensi Daimlerista tietämättä suunnitteleamallaan polttomoottorilla varustetun kolmipyöräisen auton. Kuitenkin vasta Henry Fordin käyttöönottamat massatuotantomenetelmät auton valmistuksessa auttoivat polttomoottorin kehittämistä riittävän kevyeksi ja monipuoliseksi erilaisten koneiden voimanlähteeksi (TEK, keksintöjen kirja 1981, 119). Polttomoottorin voittokulkua kuvaa hyvin se, että tähän mennessä on moottoroitu esimerkiksi puutarhanhoitovälineistä jo lapio, lumilapio, vesuri, viikate ja lehtiharava. Eikä loppua alan keksinnöille ole näköpiirissä.

TAVOITE, UNELMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ruumiillisen työn keveneminen koneiden moottoroinnin ansiosta</li> <li>* tehokkuuden lisääntyminen esim. maa- ja metsätaloudessa sekä muillakin työvaltaisilla aloilla</li> <li>* sähkövoimasta riippumattomien (tarvittaessa myös kevyiden) koneiden keksiminen</li> </ul>
VÄLINEET, STRATEGIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>* traktori työkoneineen maanviljelystöissä</li> <li>* metsätraktori, harvesteri ja moottorisaha metsätöissä</li> <li>* tiekoneet rauta- ja maanteiden rakentamisessa ja hoidossa</li> <li>* puutarhakoneet puutarhan hoidossa sekä erilaiset muut koneet vapaa-ajan vieton koneellistamisessa</li> </ul>
TULOKSET, VAIKUTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ koneet tekevät raskaat maatalouden työt, ihmistä tarvitaan pääasiassa vain koneiden ohjaamiseen</li> <li>+ sadot ovat suurentuneet tehostuneiden maan muokkausmenetelmien, keinolannoitteiden ja tuhoeläinten torjuntatapojen käyttöönoton ansiosta</li> <li>+ metsätyöt voidaan tehdä lähes kokonaan koneellisesti</li> <li>+ rauta- ja maantiet voidaan koneiden avulla rakentaa lähes mihin tahansa luonnonesteistä huolimatta</li> <li>- koneistuksen vuoksi on työttömyys lisääntynyt ko. aloilla (traktori korvaa 5 - 10 hevosta ja vielä enemmän ihmisiä, moottorisaha 5 - 10 metsätyömiestä ja harvesteri puolestaan 10 - 20 metsuria)</li> <li>- maaseudun työpaikkojen tarjonnan supistuminen lisää maaltamuuttoa ja maaseudun autioitumista</li> <li>- koneiden käyttö aiheuttaa saastepäästöjä ja meluhaittoja</li> <li>- tehomaaalous tuo mukanaan monia ongelmia, esimerkiksi maaperän köyhtymistä, myrkyttymistä ja kulumista, luonnonkasvien ja -eliöstön vähenemistä</li> <li>- tehokkaat metsäkoneet mahdollistavat myös esimerkiksi sade-metsiä vaurioittavat ryöstöhakkuut</li> </ul>

### Henkilöauto: tieliikenneyhteiskunnan synty ja liikenteen vallankumous

Henry Ford toteutti idean valmistaa autoja liukuhihnalla ensimmäisenä vuonna 1908. Sarjavalmistuksen teki mahdolliseksi auton eri osien niin tarkka työstäminen (toleranssin käsite), että niitä voitiin yhdistää toisiinsa yksilöllisesti sovittamatta. Liukuhihnalla tapahtuva auton kokoaminen nopeutti tuotantoa jopa 20-kertaiseksi yksittäiseen valmistukseen verrattuna. Näin Fordin onnistui alentaa auton hintaa, vaikka materiaalikustannukset kohosivatkin. Lisäksi Ford pystyi maksamaan korkeampia palkkoja kuin muut työnantajat. (TEK, keksintöjen kirja 1981, 162.)

Liukuhihnatyöskentelyn epäkohdaksi osoittautui kuitenkin se, että *kokonaisuvaltaisen työn mahdollisuus vaihtui ositetuksi, pakkotahdissa suoritettavaksi toistotyöksi*. Työläisistä tuli hihnan tahdissa toimivia robotteja. Työn osittamisen ja "tieteellisen liikkeenjohdon" idea (taylorismi) levisi autoteollisuudesta nopeasti lähes

kaikille teollisuuden aloille. Siten auton sarjavalmistuksen aloittaminen aiheutti ehkä enemmän oheisvaikutuksia teollisuustyöhön ja työn tekemiseen yleensä kuin varsinaiseen autonvalmistukseen. Teollisuustuotannon valtavan kasvun myötä ihmisten varallisuus ja ostokyky lisääntyivät. Yhteiskunta muuttui vähitellen *tavaratarpeiden yhteiskunnaksi*. (Smeds 1985, 17.)

Kun autoja valmistettiin joka vuosi miljoonittain ja keskiluokallekin tuli mahdolliseksi auton hankinta, alkoi *autolla liikkumisen aikakausi*. Siitä seurasi, että autoja varten piti rakentaa riittävästi hyväkuntoisia teitä. *Teiden rakentamisesta* tuli vähitellen lähes kaiken *yhteiskuntasuunnittelun keskipiste*. Kaavoittamisessa ja ympäristörakentamisessa keskeiset ratkaisut määräsi autolla liikkuminen. Koska kaikkialle piti maiden kaavoituksessa osoittaa autotie, teiden rakentamisesta tuli jopa maanomistusta määräävä tekijä. Väitetään, että juuri auto on mullistanut yhteiskunnan kehitystä enemmän kuin mikään muu keksintö (ks. Layton 1993, 34). Sitä pidetään useissa kansantuotetilastoissa jopa valtioiden teknisen kehityksyyden mittarina (asukasta/auto).

TAULUKKO 11 Henkilöauton yhteiskunnallisia vaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* tasa-arvo, liikkumisen vapaus mahdollisimman monille</li> <li>* riippumattomuus aikatauluista ja ajoreiteistä</li> <li>* vauhdin hurma</li> </ul>
VÄLINEET, STRATEGIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>* sarjatuotanto, tuotteita kysyntää vastaavasti</li> <li>* hyvät maantiet kaikkialle</li> <li>* asutuskeskusten välille moottoreita</li> <li>* kattava huoltoasemaverkosto</li> </ul>
TULOKSET, VAIKUTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ liikkumisvapaus (ja statussymbolimahdollisuus varakkaille)</li> <li>+ (sarja)työpaikkoja (köyhille)</li> <li>+– verotuloja valtiolle, kallis käyttäjälle</li> <li>- maata (usein viljelymaata) teiden alle, ristiriita luonnonmaiseman ja kulttuurimaiseman välillä</li> <li>- uusiutumattomien öljyraaka-aineiden kulutus, kasvihuoneilmion pieneneminen</li> <li>- maan, pohjaveden ja ilman saastuminen, melusaasteet, esim. alkuperäisen luonnon äänimaiseman katoaminen asutuskeskuksista</li> <li>- autoliikenteen ongelmajätteiden käsittely ja kierrätys vaikeaa</li> <li>- liikenneonnettomuudet (enemmän kuolemia kuin II maailmansodassa) ja liikenneuhkat</li> <li>- pysäköinnin järjestäminen asuntotaajamissa</li> <li>- ihmisten luonnollisen liikunnan väheneminen ja siitä johtuvat sairaudet</li> </ul>

### **Mikroprosessori, tietokone ja robotti: ihmisen ja koneen välisen työnjaon murros**

Mikropiirien ja mikroprosessorin valmistus tuli mahdolliseksi, kun transistori keksittiin Bellin laboratoriossa Yhdysvalloissa vuonna 1948. Mikropiiri on



komponentti, jossa yhteen piilastuun (kooltaan esim. 1 mm x 1 mm) on sijoitettu tuhansia, jopa satoja tuhansia transistoreja, diodeja, vastuksia ja kondensaattoreita. Mikroprosessori taas on mikropiiri, joka voidaan ulkoa päin ohjelmoida suorittamaan erilaisia operaatioita. Nykyisenlaisen tietokoneen toiminta perustuu mikroprosessorin ideaan (Meadows 1994, 50).

Tieto on nousemassa keskeiseen asemaan yhteiskunnallisten rakenteiden rinnalle. Työssä se ilmenee esimerkiksi *ihmisen ja koneen välisen työnjaon muuttumisena*. Suorittavan, toistavan työn osuus romahtaa, ymmärtävän ja ajattelukykyä vaativan symbolianalyttisen työn määrä kasvaa. Koulutuksessa korostuu entisestään ymmärtäminen sekä tiedon luotettavuuden ja merkityksen arviointi, ei tieto tai tietäminen sinänsä. Uusien ATK-pohjaisten koneiden, esimerkiksi CNC-sorvien ja -jyrsinten, käyttöönotto aiheuttaa useimmissa tapauksissa omassa tai ainakin kilpailevassa yrityksessä työpaikkojen vähentämistä, töiden uudelleen organisointia ja sen seurauksena toistuvaa uudelleen koulutustarvetta. On siirrytty *elinikäisen oppimisen ja koulutuksen yhteiskuntaan*.

Toisaalta teknologian, etenkin tietokoneen, automaatiotekniikan ja robotiikan, kehityksellä on nähtävästi tulevaisuudessa samanlaisia vaikutuksia aivotyöhön kuin mekaanisilla koneilla on ollut käsityöhön. Jo nyt voidaan pitää tietokoneen muistia ohjelmineen aivojen suorituskyvyn jatkeena.

Kaikkein selvimmin ovat muuttuneet kaupan ja rahaliikenteen taustarakenteet. Mikroprosessorin keksimisen seurauksena kehitetty elektroninen raha mahdollisti ei vain raha-automaattien käyttöönoton vaan myös *reaaliaikaisen rahaliikenteen*. Se, jolla on rahaa, voi vapaasti ostaa, myydä tai tallettaa sitä jopa eri maissa. Elektroniset pankkikortit mahdollistavat tavaran tai palveluiden maksamisen taikka rahan siirtämisen ja nostamisen sekä laskujen maksamisen pankki-automaateista minä vuorokauden aikana tahansa. Tiedot rahan tai arvopapereiden omistajan vaihtumisesta siirtyvät sekunnin murto-osassa kaikkialle maapallolla. Maailmanlaajuisen tietoverkon, Internetin, mukana on tullut mahdolliseksi myös sähköposti, joka on mahdollistanut *reaaliaikaiseen kirjepostiin* siirtymisen.

Jo liukuhihnan käyttöönotto lähes kaikilla teollisuuden aloilla lisäsi tuotantoa entiseen käsityömäiseen valmistukseen verraten suunnattomasti. Automaation tulo valmistusprosessiin nosti tuotannon eksponentiaaliseen kasvuun (Hacker & Barden 1988, 16 - 18), ja kasvu näyttää aina vain kiihtyvän.

TAULUKKO 12 Mikroprosessorin yhteiskunnallisia vaikutuksia

TAVOITE, UNELMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ihmisen vapautuminen ruumiillisesta työstä (vrt. orjat), kun raskaat, likaiset ja vaaralliset työt siirretään robottien tehtäväksi</li> <li>* perus- ja soveltava tutkimus nopeammaksi ja tarkemmaksi</li> <li>* siirtyminen paperittomiin konttoreihin, kirjoihin ja sanomalehtiin</li> <li>* tietokonepohjaisten töiden tekeminen milloin ja missä tahansa</li> <li>* lisää vapaa-aikaa ja mahdollisuuksia henkisille harrastuksille</li> </ul>
VÄLINEET, STRATEGIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ATK-pohjainen ohjaus- ja säätötekniikka</li> <li>* automaattiset tuotantolinjat ja jopa miehittämättömät tehtaat</li> <li>* "palvelijarobotit"</li> <li>* kannettavat tietokoneyhteydet kaikkialle puhelimen välityksellä</li> </ul>
TULOKSET, VAIKUTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ monilla aloilla raskaat ja vaaralliset työt on siirretty tai ne ovat siirtymässä automaattikoneille</li> <li>+ tietokone suorittaa hetkessä esimerkiksi laskutehtäviä, joihin ennen tarvittiin valtavasti aikaa</li> <li>+ etätyöskentely vapauttaa työntekijän tekemään työt haluamaan aikana ja haluamassaan paikassa</li> <li>+ vaihtuvat työpaikat ja työtehtävät, elinikäinen oppiminen, täydennyskoulutus ja uudelleen koulutus</li> <li>- työttömyys kasvaa ja robotit tuovat rahaa lähinnä niiden omistajille, "robotit tekevät esimerkiksi autoja niille työttömille, jotka eivät niitä tarvitse"</li> <li>- tietokonelaitteiden ja -verkkojen asiantuntijoista muodostuu uusi eliitti</li> <li>- tietoverkoissa tapahtuva laiton toiminta mahdollista</li> <li>- ihmisten fyysisen liikunnan vähetessä tuki- ja liikuntaelinsairaudet lisääntyvät</li> <li>- tarvittavia laitteita ei ole varaa hankkia kaikkien käyttöön</li> </ul>

Välittömien vaikutusten lisäksi teknologisilla keksinnöillä on monia muitakin yhteiskunnallisia ja sosiaalisia ulottuvuuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi ammattien muuttuminen, uusien ammattien syntyminen sekä ammattiliittojen kehittyminen työntekijä- ja työnantajaryhmien välisten asioiden sopijaksi. Joan Solomon (1993) pitää teoksessaan *Teaching Science, Technology and Society* (STS) tärkeänä, että koulussa käsitellään ainakin teknologian vaikutuksia ympäristöön ja elämän laatuun, kehitysmaiden ongelmiin, teollisuustuotantoon ja talouteen, poliittisten mielipiteiden muodostumiseen, monikulttuuristen näkemysten hyväksymiseen sekä päätöksentekotaitoihin. Hänen mukaansa opettajien pitäisi käsitellä näitä asioita erityisesti siksi, että oppilaiden on tuoreiden näkemystensä kautta mahdollista tuoda opetukseen uudenlaista ymmärrystä yhteiskunnan uusimmista muutoksista (Solomon 1993, 10).

Solomonin esittämiä näkökulmia yhdistää käytännön elämässä moni tekijä. Tuotteiden teollinen massatuotanto suunnitellaan usein viennin eli ulkomaankaupan varaan. Onnistuakseen ulkomaankauppa tarvitsee hyvien tuotteiden ja myyntitaitojen lisäksi vieraiden kulttuurien ja erilaisten poliittisten järjestelmien

tuntemista ja hyväksymistä. Tuotteiden suurimittainen valmistaminen kuluttaa energiaa, aiheuttaa jäte- ja mahdollisesti myös muita ympäristöongelmia.

### **Yhteenveto ja johtopäätökset**

Edellä olevan perusteella teen teknologian ja yhteiskunnan keskinäisistä suhteista seuraavat johtopäätökset:

- 1 Tekniikka ja teknologia ovat erottamaton osa yhteiskunnan kehittymistä. Usein emme kuitenkaan tiedosta niiden yhteyksiä riittävän selvästi, koska teknologian jokapäiväisyyden, pirstaleisuuden ja yhteyksien monitahoisuuden vuoksi niiden kokonaisvaikutuksia on vaikea lyhyellä aikavälillä havaita.
- 2 Useiden teknologisten keksintöjen käytöllä on sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia, joista myös yhteiskunnan poliittiset päättäjät ovat vastuussa. Vaikutukset voivat olla aineellisia, sosiaalisia ja/tai henkisiä.
- 3 Jos haluamme itse päättää, mihin pyrimme ja mitä teknologialta edellyttämme, teknologian yhteiskunnalliset yhteydet on tunnettava ainakin yleisellä tasolla. Lisäksi meidän on ymmärrettävä, minkälaisia ongelmia on mahdollista ratkaista teknologian avulla.
- 4 Yhteiskunnan tekemät arvovalinnat määrittävät siten osaltaan käyttöön otettavan teknologian ominaisuuksia. Teknologia ei siis ole arvovapaa, vaan arvopainotteista ja arvosidonnaista.
- 5 Kun jokin teknologia on otettu käyttöön, se siirtää sisältämiään tietoja, taitoja ja arvoja uusiin yhteyksiin sekä myös muihin kulttuureihin.

### **3.3.3 Teknologian ympäristövaikutukset**

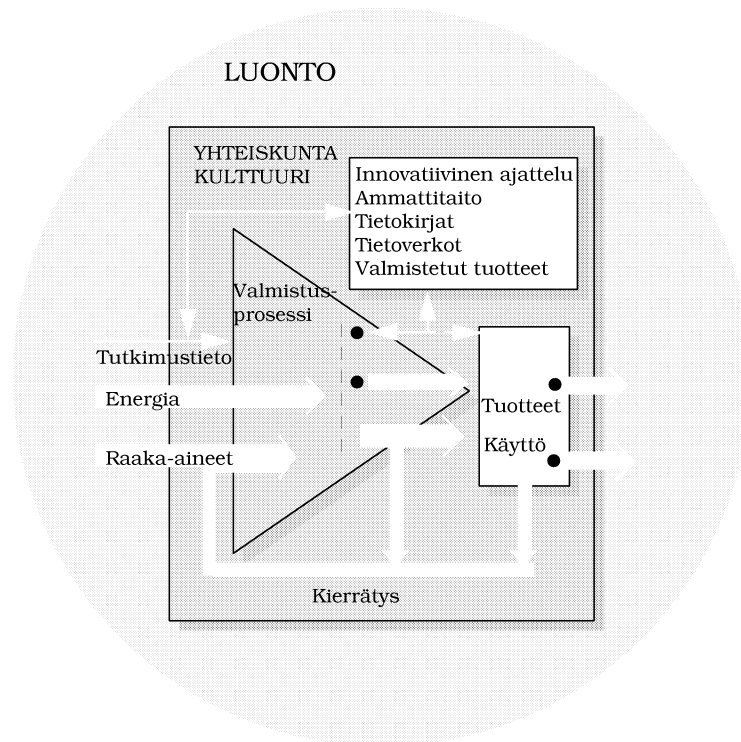
Luonnontieteiden ja teknologian vuorovaikutuksen ansiosta syntyvien uusien keksintöjen määrä on etenkin toisen maailmansodan jälkeen lisääntynyt yhä kiihtyvällä nopeudella. Teknologia mahdollistaa ennen mahdottomina pidettyjen tehtävien suorittamisen. Jo pelkästään tekniikan käyttöönoton ajateltiin vähentävän ihmistyön tarvetta ja antavan entistä enemmän vapaa-aikaa. Niin ei näytä edes teknologian suhteen käyvän, vaan kiire näyttää lisääntyvän entisestään. Koneiden lisääntyvä automatisointi aiheuttaa etenkin lyhyellä aikavälillä tarkasteltuna myös työttömyyttä. Teknologian nopea kasvu kaikilla aloilla saattaa herättää myös jonkinlaista tiedostamatonta tai tiedostettua ahdistusta tai jopa pelkoa. Teknologian vaikutuksia koskevan tiedon lisäämisellä on mahdollista syventää teknologiaan liittyvää ymmärrystä ja vähentää pelkoja.

Teknologian kehittämistyö on tähän saakka ollut suunnittelijan näkökulmasta usein annetun ongelman analysointia ja parhaan sekä usein halvimmän ratkaisun etsimistä. Kun eri alojen koulutus on lokeroitunutta ja voimakkaasti erikoistunutta, on vaikea ymmärtää tuotettuja ratkaisuja osana suurta ja monimutkaista kokonaisuutta. Toiminnan eettiset piirteet saattavat silloin jäädä huomiotta, eikä esimerkiksi luontoon, kulttuuriin ja yhteiskuntaan kohdistuvia pitkän ajanjakson vaikutuksia ole helppo havaita. Jotkut ihmiset vastustavat teknologiaa esimerkiksi luonnonsuojelun vastapoolina vain ehkä siitä syystä, että he eivät ole tiedostaneet, mitä he oikeastaan teknologialla tarkoittavat.

Kehityksen kääntämiseksi "toivottuun" suuntaan on alettu kiinnittää huomiota *teknologian eettiseen puoleen*. Pohditaan erityisesti kolmea asiaa: Mikä on teknologian kehityksen suunta ja mikä sen kehitystä ohjaa? Järkyttääkö teknolo-

gian liiallinen ja harkitsematon käyttö luonnon tasapainoa ja riittävätkö uusiutumattomat luonnonvarat myös tuleville sukupolville (Mexpert 1985, 7)? Voiko yhteiskunnan hyvinvointi perustua myös pitkällä aikavälillä yksinomaan tuotannon ja kulutuksen jatkuvaan kasvuun? Pohdinnan lähtökohtien konkretisoimiseksi olen laatinut de Vriesin vuonna 1989 esittämän teknologian vaikutusten kuvaamisidean (de Vries 1997, 26; Solomon 1993, 38) pohjalta kuvion teollisten tuotantoprosessien sijoittumisesta luonnonympäristöön (kuvio 5).

Kuvion yksinkertaistamiseksi olen sisällyttänyt tuotteiden suunnittelun ja markkinoinnin valmistusprosessiin. Keskeistä tässä on havaita, että tuotantoprosessissa tarvittavat perusaineokset, tieto, energia ja raaka-aineet, saadaan luonnosta. Tutkimustieto on empirian avulla tuotettua henkisten prosessien tulosta. Käytetyt tuotteet ja energia palaavat aina jossakin muodossa takaisin luontoon. Kierrätyksen avulla on mahdollista viivästyttää paluuta ja säästää siten sekä raaka-aineita että energiaa. Esimerkiksi romumetallin keruulla ja sen uusikäytöllä on mahdollista säästää jopa yli 90 % muutoin tarvittavasta energiasta (Mexpert 1985, 13). Mitä tietointensiivisemmistä tuotteista on kyse (esim. high tech -tuotteet, tietokoneohjelmat, vaikutelmatuotteet), sitä säästeliäämmin niihin käytetään luonnon raaka-aineita ja energiaa ja sitä vähemmän ne kuluttavat ja kuormittavat luontoa.



KUVIO 5 Tuotantoprosessi ja luonnonympäristö

### Teknologian etiikan vaatimukset voimistuvat

Maailman muuttuminen asettaa myös koulun monien uusien haasteiden eteen. Tärkeimpiä niistä ovat luonnonympäristön hyvinvoinnin järkkymiseen liittyvät ongelmat, kuten luonnon kiertoon sopimattomien tuotteiden kehittäminen, uusiutumattomien raaka-aineiden ehtyminen sekä luonnon saastuminen. Useimmat niistä ovat seurausta teknologian ymmärtämättömästä tai häikäilemättömästä käyttämisestä taikka yhteiskunnan poliittisen vastuunkannon puutteellisuudesta.

Humanistis-eettinen näkökulma (teknologian etiikka) korostaa muutoksen tarpeellisuutta ja jo aiheutettujen vahinkojen korjaamista. Se edellyttää nykyisten ympäristöstä piittaamattomien ajattelutapojen muuttumista sekä uudenlaisia *ympäristöaktiivisia teknologisia arvoja*. Lisäksi tulevien sukupolvien elämässä selviytymisen keinot ovat hyvin erilaisia, kuin tähän saakka on totuttu ajattelemaan.

Airaksisen ja Häyryn (1986) mielestä teknologian ohjaaminen "oikeaan" suuntaan on kuitenkin lähes mahdotonta, koska sekä hyödyllistä että haitallista teknologiaa on vaikea yksiselitteisesti tunnistaa. He ovat kiteyttäneet ongelman neljäksi teesiksi siitä, mitä teknologisessa yhteiskunnassa teknologian kehityksestä helposti ajatellaan (i, ii), mitä ajattelusta loogisesti seuraa (iii) sekä minkälaisia ongelmia seurauksiin liittyy (ii vs iv).

- (i) Elämä ilman teknologiaa on mahdotonta.
- (ii) Tekniikkaa ei voida pysyvästi vähentää.
- (iii) Teknologia sanelee eräiden arvojemme ja normiemme perustan.
- (iv) Teknologian itsensä lopullista arvoa on mahdotonta mitata. (Airaksinen & Häyry 1986, 190.)

Airaksinen ja Häyry analysoivat väittämät kohta kohdalta ja päätyivät sellaiseen lopputulokseen, että koska julkilausutut teesit muodostavat teknologisen yhteiskunnan perustan, niitä ei voi perustan luhistumatta todistaa vääriksi. Lopullisten valintojen tekeminen jää siis kunkin yksilön harteille (mts. 190 -199).

Lopputuloksen ei kuitenkaan kasvatuksen näkökulmasta tarvitse olla niin pessimistinen kuin mihin Airaksinen ja Häyry päätyivät. Kasvatusoptimismin perustan muodostaa ajatus, että kasvatuksen avulla on mahdollista saada yksilö- ja ryhmätasolla aikaan haluttuja muutoksia. Vaikka teknologian hyötyjä ja haittoja ei voitaisikaan yksiselitteisesti tunnistaa, voidaan koulutuksessa oppia kyseenalaistamaan teknologian sekä myönteisinä että kielteisinä pidettyjä vaikutuksia. Kyse on silloin teknologian ymmärtämisestä sekä teknologian käytön *eettisten vaikutusten* pohdinnasta ja haittavaikutusten ennakoinnista (Käpylä 1994, 132). Kantola on ilmaissut tämän nasevasti toteamalla, että teknologiakasvatus tarvitsee luonnon näkökulmasta ympäristökasvatusta kontrolloijakseen (Kantola 1997, 163).

### Teknologiset imperatiivit

Niiniluoto (1986) on analysoinut edellä kuvattua teknologian ja yhteiskunnan kehittymisen välistä suhdetta koulukasvatukseenkin hyvin soveltuvalla tavalla artikkelissaan *Tieteen kehitys ja teknologiset imperatiivit*. Hän esittää, että erilaiset mahdollisuudet teknologian kehityksen ohjattavuuden ongelman ratkaisemiseksi ovat jaettavissa kahteen toisilleen vastakkaiseen näkökantaan.

*Teknologisen determinismin* mukaan tekniikan kehittymisen määräävät ihmisen tahdosta riippumattomat ”tekniikan lait”. Determinismin näkökulma ilmaistaan usein toteamalla, että tekniikan kehitys asettaa ihmiskunnalle teknologisten keksintöjen kautta ”käskyjä”, teknologisia imperatiiveja, joista emme voi kieltäytyä (Niiniluoto 1986, 16 - 17). Silloin yksinkertaisesti uskotaan, että tekniikka kehittyi keksimistöiminnan tuloksena sen itsensä määräämään, ennustamattomaan taikka markkinavoimien ohjaamaan suuntaan. Teknologian mahdollisuuksiin luottavien yhteiskuntien puolestaan on otettava se mahdollisimman monipuolisesti käyttöön, jotta ne eivät jäisi kehityksestä jälkeen (Manninen 1993, 15). Näkökantaan liittyy lisäksi uskomus, että vaikka teknologia toisi mukanaan ongelmia, ne voidaan parhaiten ratkaista teknologian avulla.

*Teknologinen voluntarismi* taas edustaa näkemystä, että teknologian kehitys ei seuraa mitään sisäisiä lakejaan, vaan ihminen voi vapaan harkintansa mukaan päätöksillään ohjata teknologian kehittymistä ja käyttöönottoa.

Niiniluoto (1986) jakaa molemmat suuntaukset edelleen kahteen näkemykseen sen perusteella, miten teknologian aiheuttamia haittavaikutuksia voitaisiin välttää tai vähentää taikka miten suhtaudutaan teknologian kehityksessä nyt vallitsevaan tilanteeseen. Jos determinismissä uskotaan, että haitat voidaan poistaa vain parantamalla ja lisäämällä uutta teknologiaa, on kyse *teknokraattisesta determinismistä* eli tekniikan vallasta ja insinöörien vallasta. Usein teknokraattiseen näkemykseen liitetään ajatus, että teknologia on arvovapaata tiedettä ja sen kehittäminen voi tapahtua ilman arvoihin liittyviä pohdintoja ja valintoja. Jos taas teknologian nähdään tuottavan pahaa ja uskotaan asioiden korjaantuvan vain sitä vastustamalla, kyseessä on *romanttinen antiteknologia*. Meillä romanttista anti-teknologiaa edustaa Niiniluodon mielestä selkeimmin kalastaja Pentti Linkola ja hänen luonnonmukainen elämäntapansa. (Niiniluoto 1986, 7 - 9.)

Teknologisessa voluntarismissa on yleisesti ottaen kyse ns. kovan tai pehmeän teknologian kehityssuunnan valitsemisesta. Valinta perustuu aina joko tiedostamattomiin tai tiedostettuihin arvoihin. Silloin, kun arvostukset perustuvat päätöksentekijän mielivaltaisiin, subjektiivisiin arvovalintoihin, kyseessä on *voluntaristinen desisionismi*. Jos taas uskomme, että juuri meillä tai jollakin muulla asiantuntijaryhmällä on varma tieto ”oikeista” arvoista tai valinnoista, silloin on kyse *arvo-objektiivisesta voluntarismista*. (Niiniluoto 1986, 12.) Kovalle teknologialle myönteistä suuntaa edustavat meillä esimerkiksi monet kansainväliset teollisuus-konsernit ja Tekniikan edistämiskeskus (Tekes). Ne pyrkivät tukemaan markkinoiden ja kansantalouden kannalta edullisimpina pitämiään kehittämisprojekteja. Pehmeää ajattelumallia edustavat esimerkiksi vihreä liike ja Maailman Luonnon Säätiö (WWF). Ne uskovat, että kehityksen suuntaa voidaan ohjailta arvo-maailman ja elintapojen muutoksella (vrt. esim. Tammilehto 1982; Hautala 1983).

### 3.3.4 Teknologiajärjestelmät teknologian käsitteen kontekstina

#### **Teknologian kontekstit joidenkin teknologiaa opettavien maiden kasvatustejärjestelmissä**

Tähän asti olen tarkastellut teknologiaa joko täysin ”kasvottomana” tai joidenkin yksittäisten keksintöjen havainnollistamana. Teknologia ei kuitenkaan rakennu

yksittäisistä "teknologioista", esimerkiksi autosta, junasta, lentokoneesta tai televisiosta, vaan järjestelmistä, joiden osia kyseiset keksinnöt ovat. Teknologia ilmenee siis aina jossakin *toimintakontekstissa*, ja sillä on siinä jokin tietty funktio.

Järjestelmät eivät toimi erillisinä, vaan ne muodostavat erilaisia verkostoja sekä keskenään että sisällään. Kommunikaatio- ja informaatioteknologia on hyvä esimerkki lähes täydellisestä verkostoitumisesta. Jo toimintamuodoltaan se on verkosto, joka yhdistää muut teknologian alueet osin yhdessä toimivaksi kokonaisuudeksi (Ekholm & Oesch 1993). Wrightin (1993, 4) mukaan juuri erilaisten järjestelmien ja niistä muodostuvan teknologisen struktuurin ymmärtäminen on keskeistä teknologian olemuksen hahmottamisessa.

Seuraavaksi käsittelen lyhyesti kolmen maan teknologian opetuksessa käytettävän kontekstin rakennetta. Yhdysvalloissa ja Englannissa on teknologiakasvatusta kehitetty kouluaineena kauimmin. Australiassa ja Yhdysvalloissa on paraikaa menneillään voimakas kehittämistoiminta (ks. Parikka & Rasinen 1994, 27).

Australian kansallisen opetussuunnitelman (1990) mukaan teknologia on yksi kahdeksasta kasvatuksen avainalueesta (key learning areas), ja sillä on oma opetusohjeistonsa (Technology Curriculum Map). Sitä opetetaan kaikille, sekä pojille että tytöille, koko oppivelvollisuuskoulun ajan. Australian teknologiakasvatuksen opiskelukontekstin muodostavat maatalous, tietotekniikka ja informaatioteknologia, kotitalous ja tekstiilitekniikka, mediakasvatus, sovellettu muotoilu, teollisuusteknologia sekä graafisen alan teknologia (Hulsbosch 1996, 58 - 59).

Englannin ja Walesin kansallisessa opetussuunnitelmassa teknologiakasvatus (design and technology) on yksi yhdeksästä opiskelualueesta (aspects of learning), ja sitä opetetaan koko yleissivistävän koulun ajan 5 - 16 -vuotiaille. Meidän peruskouluastettamme vastaavalla tasolla (luokat 1 - 9) teknologiakasvatuksen kontekstina on informaatioteknologia sekä muotoilu ja teknologia (design and technology). Lukiota vastaavalla tasolla opiskeltavia sisältöjä nimitetään yleisesti teknologiaksi. Opiskelukonteksti jakaantuu kuuteen alaryhmään. Ne ovat mekaniikka, rakenteet ja rakennukset, laitteet ja niiden toiminta, työn laatu, työterveys- ja turvallisuus sekä tekninen käsitteistö. (Technology in the National Curriculum 1990.)

Yhdysvalloissa on meneillään laaja-alainen teknologiakasvatuksen kehittämisprojekti, Teknologiaa kaikille amerikkalaisille (Technology for All Americans, TAA). Siinä pyritään kehittämään teknologiakasvatuksen valtakunnalliset tavoitteet ja arviointikriteerit (standards) syksyyn 1999 mennessä. Projektin yleistavoitteena on kehittää opetusta niin, että kaikilla on mahdollisuus hankkia riittävä teknologian lukutaito (technological literacy) oppivelvollisuuskoulun aikana. Sen toteuttamiseksi on tarkoitus nostaa teknologia pakolliseksi ydinaineeksi kaikilla luokka-asteilla päiväkodista lukioon. Teknologiaa kuvataan siinä kolmella ulottuvuudella: toimintaympäristöinä (contexts), prosesseina (processes) ja tietämyksenä (knowledge). Kontekstit jakaantuvat 1) informaatiojärjestelmiin, 2) fysikaalisiin järjestelmiin sekä 3) biologisiin järjestelmiin ja kemian teknologiaan. (Dugger 1997; Technology for All Americans Project 1998.)

Joissakin osavaltioissa, esimerkiksi Missouri-Columbiassa ja Virginiassa tällä hetkellä noudatettavissa opetussuunnitelmissa teknologiakasvatuksen konteks-

teina ovat 1) voima ja energia, 2) rakennuskonstruktiot, 3) kuljetus ja liikenne, 4) tuotantoelämä ja kauppa sekä 5) kommunikaatioteknologia (Dugger 1993).

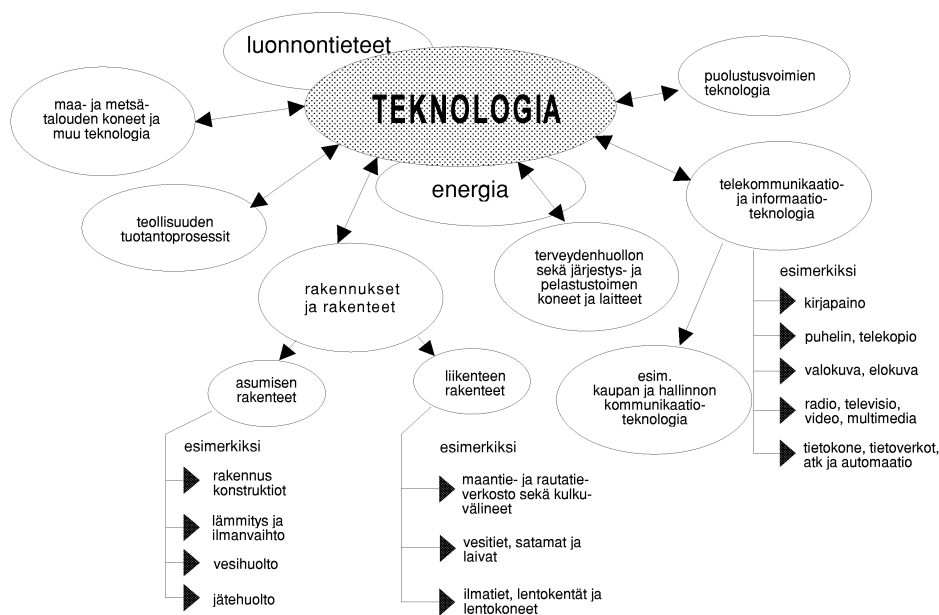
### **Tämän tutkimuksen teknologiakonteksti**

Teknologiakasvatuskokeilumme suunnitteluvaiheessa lähdimme tarkastelemaan teknologiakasvatuksen kontekstia lapsen kehityksen, kodin teknologisen ympäristön ja yhteiskunnan teknologisen ympäristön hahmottamisen kannalta. Kuviossa 6 esitellään tiivistettynä kokeilun lähtökohdaksi kehittämäämme yhteiskunnan keskeisen teknologian kuvausjärjestelmää (Parikka 1998, 32, ks. myös Parikka & Rasinen 1993, 204 sekä Parikka & Rasinen 1994, 22). Siinä on käsittekartan avulla esitetty tavallisimpia arkipäivän teknologiakokonaisuuksia. Niitä voitaisiin nimittää *makroteknologiaksi*. Ne muodostavat yhdessä yhteiskunnan teknologisen infrastruktuurin, *teknosysteemin* (ks. Kananoja 1989, 88). Kokonaisuuden havainnollistamiseksi on kahta niistä eritelty lisäksi käytännön laitteiden ja toimintojen tasolle asti. Näitä yksittäisiä teknologisia välineitä, laitteita ja koneita sekä niiden taustalla olevia toimintaperiaatteita voidaan itse järjestelmän kannalta katsottuna nimittää *perusteknologiaksi*.

Monet teknologian alueet on tässä kuvauksessa jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Niistä mainittakoon vaikkapa bioteknologia sekä mitta- ja tutkimuslaiteteknologia. Molemmat ovat ns. rajateknologioita. Lisäksi tässä on katsottu, että kemian teknologia kuuluu enemmän luonnontieteen kuin teknologian alueeseen.

Puolustusvoimien teknologia on myös mukana, vaikka sitä ei tässä tarkastelukaan enempää, koska mielestäni yleissivistykseen kuuluu tietää, että aseteknologian kehittämiseen käytetään maailmassa tutkimusresursseja lähes yhtä paljon kuin muuhun tutkimukseen yhteensä. Sen tuloksena syntyneiden innovaatioiden rauhanomaiset sovellukset siirtyvät usein myöhemmin siviilikäyttöön. Aseteknologiaa kehitetään usein läheisessä vuorovaikutuksessa avaruusteknologian kanssa. Niiden rauhanomaiset sovellukset liittyvät tässä kuvauksessa pääasiassa liikenteen rakenteiden ja informaatioteknologian aloihin.





KUVIO 6 Yhteiskunnan keskeiset teknologiajärjestelmät (Parikka 1998, 32)

Bioteknologia tarkoittaa elävien solujen tai niiden entsyymien hyväksikäyttöä tekniikassa. Siinä pyritään muutoinkin soveltamaan biologisia perusteita tekniisiin laitteisiin. Perinteisinä esimerkkeinä mainitaan mikrobien aiheuttamiin käymisreaktioihin perustuva oluiden, viinien, juustojen ja hapankaalin valmistus. Uudempia aluevaltauksia ovat esimerkiksi mikrobien avulla tuotetut ja luonnossa häviävät muovit taikka jätevesien puhdistaminen bioteknisillä menetelmillä. Nähtävästi tulevaisuudessa entistä suurempi osa öljyyn perustuvista tuotteista ja polttoaineista voidaan valmistaa biologisesti ensin kasveista ja myöhemmin ehkä suoraan mikroeliöistä.

Arkielämästä meille kaikille tuttu jätteiden kompostointi kuuluu myös bioteknologian alaan. Uusimpana bioteknologian kehittämishaarana on mukaan tullut geeniteknologia, jossa pyritään esimerkiksi parantamaan eliömaailman perinnöllisiä ominaisuuksia geenimanipulaation avulla. (CD-Fakta 1997.)

Mitta- ja tutkimuslaiteteknologia taas on kaikkien tieteiden alueella harjoitettavaa kehitystoimintaa. Siinä pyritään keksimään uusia tai entistä tarkempia mittaus-, testaus- ja tutkimusvälineitä tiettyjen ongelmien ratkaisemiseksi. Siten mittalaitteiden kehittäminen ja kehittyminen on usein uusien tieteen saavutusten ja niistä johdettujen keksintöjen toteutumisen edellytys. Se on myös automaation toiminnan perusta.

Teknologian alueista keskeisin on energian tuottamiseen, siirtämiseen ja hyödyntämiseen liittyvä teknologia. Muut alueet ovat sille alisteisia, sillä mikään teknologiajärjestelmä ei pysty toimimaan ilman energiaa. Jos esimerkiksi sähkön saanti jostakin syystä keskeytyisi, nykyinen teollinen yhteiskunta lamaantuisi täysin. Tärkeää on myös tiedostaa, että lähes koko teknologisen ympäristön kehittyminen on (ollut) riippuvainen fossiilisista, uusiutumattomista luonnonva-

roista ja että etenkin näiden luonnonvarojen avulla tuotetun energian kulutus on kasvanut tällä vuosisadalla räjähdysmäisesti. Samalla pääosin fossiilisten polttoainneiden käytön vuoksi on voimistumassa ns. kasvihuoneilmiö, joka vaikuttaa ilmaston muuttumisen kautta maapallon elämään mahdollisesti hyvinkin paljon. Koska uusiutumattomia polttoainevaroja on vain rajallisesti, ne vähenevät sitä nopeammin, mitä suuremmaksi niiden kulutusta kasvatetaan (Smeds 1985, 16). Siitä taas seuraa uusien keksintöjen lisääntyvä tarve, koska fossiilisia luonnonvaroja käyttäville järjestelmille ja yksittäisille laitteille on keksittävä korvaavat tuotteet.

Teknologian voimakkaan kehittymisen takia teknologian jakaminen (pakottaminen) selkeiksi osa-alueiksi on miltei mahdotonta. Vuonna 1983 perustettiin Suomeen Teknologian kehittämiskeskus (Tekes) edistämään teknologisin keinoin maamme kilpailukykyä sekä koordinoimaan ja ohjaamaan rahoituksen avulla maamme korkeakouluissa ja teollisuudessa tehtävää teknologista kehittämis- ja tutkimustyötä. Silloin valittiin kehittämisen painopistealueiksi seuraavat 12 teknologiaohjelmaa:

- 1 Puun käyttö teollisuuden raaka-aineena
- 2 Geeniteknologian hyödyntämismahdollisuudet tuotantoprosessissa
- 3 Anturiteknologian kehittäminen
- 4 Keraamisten materiaalien käyttö konepajateollisuudessa
- 5 Pulverimetallurgiaan perustuvien tuotteiden kehittäminen
- 6 Muokaus ja muovaustekniikka koneosien valmistuksessa
- 7 Automaatioteknologian kehittäminen
- 8 Elintarvikkeiden aseellinen pakkaaminen
- 9 Arktisen offshore- ja rakennustekniikan kehittäminen
- 10 Teräksen jatkuvavaluprosessin kehittäminen
- 11 Mekaanisen metsäteollisuuden tuotantoprosessin kehittäminen
- 12 Lasertekniikan käyttö konepajateollisuudessa (Michelsen 1993, 265).

Vuonna 1996 Tekes rahoitti seuraavia julkisia tutkimusprojekteja:

- 1 Avaruusteknologia (avaruuslaitteiden tekniikka, satelliittitietoliikenne ja kaukokartoitus)
- 2 Energiateknologia (energian tuotanto- ja käyttötekniikka, uudet energiamuodot, fuusioenergia ja energiatalouden ympäristötekniikka)
- 3 Informaatioteknologia (elektroniikka, komponenttitekniikka, tietotekniikka, automaatio, robotiikan ohjaustekniikka, graafinen tekniikka ja sähkötekniikka)
- 4 Prosessitekniologia (lääketekniologia, kemian tekniologia, elintarviketekniologia, tekstiilitekniologia, biotekniikka ja prosessimetallurgia)
- 5 Rakennustekniologia (rakennus- ja rakennustuoteteollisuus, LVIS-teollisuus sekä mekaanisen metsäteollisuuden tuote-, tuotanto- ja materiaalitekniologia)
- 6 Valmistustekniologia (metalli-, kone- ja muun kappalevarateollisuuden tuote- ja valmistustekniologia, kappalevaraukset, mekatroniikka- ja robotiikkasovellukset, laiva- ja meritekniikka sekä arktinen meritekniikka)
- 7 Teknologiapolitiikka (Tekniikka etenee tutkien 1996, 6 - 59).

Vertailemalla edellä olevia teknologian ryhmittelyjä kuviossa 6 esitettyyn yhteiskunnan keskeisten teknologiajärjestelmien käsittekarttaan, voi päätellä, että se soveltuu sängen hyvin maamme teknologian kontekstin yleissivistävään kuvaamiseen.

### Yhteenveto ja johtopäätökset

Teknologia koostuu keksinnöistä, mutta niiden tunteminen pelkästään yksittäisinä keksintöinä ei ole yleissivistävässä mielessä tärkeää. Vasta kun nuo yksittäiset keksinnöt ymmärretään yhteiskunnassa toimiviksi teknologisiksi järjestelmiksi, ne saavat mielekkään merkityksen.

Eri alojen teknologiajärjestelmät täydentävät toisiaan ja lisäävät toistensa toimivuutta. Mitta- ja tutkimuslaiteteknologia on siitä etenkin luonnontieteellisen tutkimuksen alalta hyvä esimerkki. Ennen havaitsemattomissa olevia ilmiöitä on pystytty tutkimaan luotettavasti vasta sitten, kun havainnointiin on keksitty mittauslaitteisto.

Edellä esitetyn perusteella teen teknologian kontekstuaalisesta olemuksesta seuraavat johtopäätökset:

- 1 Teknologian kontekstia on teknologiakasvatusta kehittävässä maissa pyritty opetus-suunnitelmia varten kuvaamaan jollakin mielekkäällä tavalla.
- 2 Teknologian rajaaminen ja jakaminen osa-alueiksi on tehty niissä jokseenkin yhtenevästi. Ainoastaan osa-aluejaon tarkkuudessa ja kohdistumisessa on eroja.
- 3 Teknologian ja luonnontieteen (science) vuorovaikutus on kaikissa selvästi mukana.
- 4 Elinkeino- ja tuotantoelämän yhteyksiä sekä teknologian kaupallisuutta painotetaan, koska tekniikka ilman kaupallisia sovelluksia ei etene.

### 3.3.5 Teknologian innovaatioprosessit

Edellä olevissa luvuissa olen määritellyt teknologiaa kulttuurin, yhteiskunnan ja ympäristön kehitykseen liittyvänä ilmiönä sekä teknologisia järjestelmiä muodostavana elementtinä. Niistä käy implisiittisesti ilmi, että teknologia on myös inhimillinen prosessi, sillä teknologiaa ei olisi olemassa ilman ihmisen kuvittelu- ja keksimiskykyä.

Kaikki ympärillämme olevat artefaktit ovat olleet "olemassa" erilaisina ja eriasteisina mielikuvina ensin jonkun ihmisen ajattelussa. Teknologia on siis ajattelu- ja suunnitteluprosessi. Koska uudet keksinnöt syntyvät usein entisten varaan tai niitä täydentämään, keksijän on tiedostettava olemassa olevat mahdollisuudet ja tunnettava alalta aikaisemmin tehdyt keksinnöt. Ruutia ei kannata keksiä lisää! Teknologia on siis myös sekä tiedostamis- että oppimisprosessi. Hacker ja Barden (1988, 5) ilmaisevat saman sanomalla, että teknologia on kaiken sen inhimillisen tiedon summa, jolla luonnonvaroja on eri aikakausina muutettu ihmisen käyttöön.

Kun tarkastellaan teknologian tiedostamiseen, ymmärtämiseen ja uudistamiseen eli innovaatioon liittyviä prosesseja, on ensin selvitettävä peruslähtökohdat. Ne ovat Kaarle ja Riitta Kurki-Suonion (1994) näkemysten mukaan seuraavat:

- 1 Vaikka luonnontieteet ja teknologia toimivatkin läheisessä vuorovaikutuksessa, ne edustavat arvoperustansa mukaisesti täysin erilaista näkemystä luonnosta: tiede tutkii luontoa ja pyrkii selvittämään sen todellisuuskuvaa, teknologia käyttää luontoa raaka-aineenaan ja pyrkii muokkaamaan sitä ihmisen aineellisia tarpeita vastaavaksi.
- 2 Teknologia perustuu kaupallisuuteen, se palvelee tuotantoelämää ja teollisuutta sekä muodostaa sitä kautta kansantuotetta.
- 3 Teknologia käyttää hyväkseen tieteellisen prosessin tuottamia tietoja ja teorioita ja luo niiden varassa ajankohtaisia ja siitä syystä nopeasti vanhenevia tuotteita. Teknologian saavutukset ovat keksintöjä, jotka samalla kuvaavat tieteen edistymistä (Kurki-Suonio & Kurki-Suonio 1994, 152 - 154).

### Tiedostamis- ja oppimisprosessi

Elämme kiihkeää teknologian kehityskautta. Se merkitsee monilla aloilla, esimerkiksi tietokonealalla, erilaisten laitteiden ja ohjelmien lähes sekasortoiselta tuntuvaan, alinomaista uudistumista. Juuri kun on oppinut kunnolla käyttämään entisiä, tulee uusi malli tai kokonaan uusia laitteita. Se panee etenkin iäkkään henkilön opiskelu- ja oppimiskyvyn koetukselle ja saattaa joskus suorastaan masentaa. Toisaalta edellä selostettu tilanne kuvaa hyvin teknologian oppimisen keskeistä eroa esimerkiksi monen muun peruskoulun tiedonalan oppimiseen. Sen kohteena on usein tuote, tuotteen funktio tai toiminnan ymmärtäminen, ja oppimisen tavoitteena pitkällä tähtäimellä on uusien keksintöjen keksiminen eli *luova innovaatioprosessi*.

Olen taulukkoon 13 kerännyt keskeisimmät työn tekemisen luonteen muutoksen aiheuttamat oppimisprosessin kehittämisvaatimukset.

TAULUKKO 13 Teknologisen työnkuvan muutosten suhde oppimisprosessiin Hackeria (1982, 186) ja Suojasta (1993, 106) mukailten

TYÖNKUVAN KESKEISET MUUTOKSET		
<i>Työskenneltäessä perinteisillä koneilla</i>	<i>Työskenneltäessä kehittyneessä tuotantojärjestelmässä</i>	<i>Vaatimukset oppimisprosessille</i>
Tehtävänannoissa konkreetit, tarkat tavoitteet	Kokonaisvaltaisesta tehtävänannosta on tunnistettava tehtävät ja ongelmat	Ymmärtämisen ja kokonaisuusien painottaminen edistää adekvaattia tiedon konstruointia
Tehtävänanto ja koneet määräävät suoritustavan	Työn tekijä tunnistaa erilaisia vaihtoehtoisia tapoja, joita erittelee ja tekee sen perusteella itse päätökset	Kognitiiviset rakenteet keskeisiä, niiden ymmärtäminen mahdollistaa mielekkäiden valintojen tekemisen erilaisista vaihtoehdoista
Työn suoritus yksityiskohtaisen suunnitelman mukaan	Mahdollisuus edetä oman suunnitelman mukaan sekä valita itsenäisesti materiaalit ja työvälineet	Itsenäisen, suunnitelmallisen työnteon taidot korostuvat
Ulkoisella kontrollilla yritetään välttää virheet	Työntekijän tai ryhmän oma kontrolli laadun takeena, ryhmä muodostaa oppivan organisaation	Itsearviointin taidot keskeisiä oppimisessa, arviointeja käytetään päätösten perusteluna
Yksinään työskentely	Erilaisina työryhminä työskentely (laatupiirit)	Joustavat ryhmätyötaidot korostuvat
Suhtaudutaan välinpitämättömästi työntekijöiden parannusehdotuksiin	Työntekijöiden työskentelyn ja tuotteiden parannusideat ovat toivottuja	Autoritaarisesta käskyttämisestä oppijoiden näkemyksiä ja ideoita palkitsevaan oppimiseen

Nykyajan teknologiaan tukeutuva työelämä siis edellyttää, että jo koulussa opittaisiin suhtautumaan työntekoon uudella, yksilö- ja ryhmävastuisella sekä entistä luovemmalla tavalla. Lisäksi pitäisi suunnittelu- ja kehitysprosesseissa oppia ajattelemaan ja toimimaan luovasti eli tekemään kysymyksiä, epäilemään ja kyseenalaistamaan sekä esittämään omaperäisiä, entisistä poikkeavia näkökulmia (Peltonen 1991, 22 - 23; Peltonen 1992).

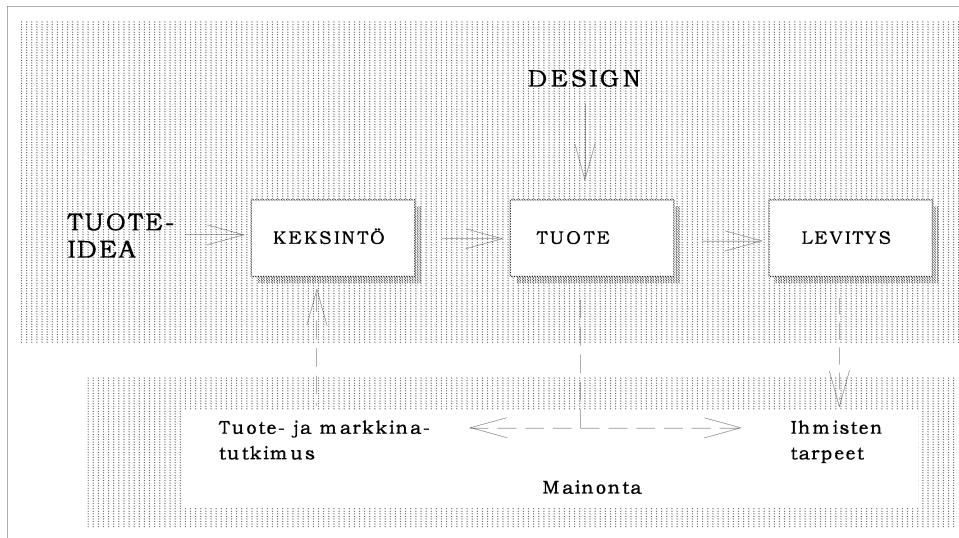
### **Suunnitteluprosesseista innovaatioihin**

Peruskoulu- ja lukiotasoisessa taito- ja taideaineiden työskentelyssä tuotteen suunnittelu- ja keksimisprosessi kuvataan usein vaiheittaisena jatkumona. Se etenee esimerkiksi ratkaistavan ongelman tai tarpeen oivaltamisesta sen muotoiluun, tarvittavan tiedon hankintaan, soveltuvan tiedon seulontaan, vaihtoehtoisten ratkaisujen kypsyttelyyn (inkubaatioaika), ratkaisujen muotoutumiseen ja valintaan, tuotteen valmistamiseen sekä kokeiluun ja lopuksi havaittujen heikkouksien parantamiseen (Heikkilä 1981, 25; Haapasalo 1994; Mononen, Mäkelä, Pavela, Suosara & Tuohi 1982; Rantanen 1985; Virkkala 1988; Yli-Piipari 1991). Eri tutkijoiden esittämät luovan prosessin kuvaukset erottuvat toisistaan yleensä vain vaiheiden määrän perusteella. Prosessin tuloksena syntynyt tuote on yksittäistuote, ja sillä on arvoa ja käyttöä yleensä vain sen valmistajalle.

Kaupallisten, tuotannollisesti tuotettujen tuotteiden eli innovaatioiden suunnitteluprosessi on monimutkaisempi. Siinä on edellä kuvatun suunnittelu-prosessin lisäksi kolme muuta vaihetta (Niiniluoto 1986, 18):

- \* suunnitteluprosessia edeltävänä vaiheena alustava tarve- ja markkinatutkimus
- \* suunnitteluprosessin jälkeen innovaatio eli tuotteen tuotantoonkehittelyvaihe sekä
- \* lopuksi tuotteen diffuusio eli levitysvaihe, joka on ollut mahdollisesti käynnissä koko innovaatioprosessin ajan tarvetutkimuksen ja (ennakko)mainonnan muodossa.

Innovaatioprosessin lähtökohtana on tuoteidea, jonka perusteella keksimistoiminta käynnistyy. Puumalainen (1997) korostaa innovaatioprosessissa luovuuden ja yrittäjähenkisyyden merkitystä. Hänen mukaansa on erityisen tärkeää, että jo aloitusvaiheessa toiminnan rahoitus on kunnossa ja yrittäjän henkilökohtaiset ominaisuudet soveltuvat yritystoimintaan eli että myös aineeton pääoma (intellectual capital) on riittävä (Puumalainen 1997, 26 - 27).



KUVIO 7 Teknologinen innovaatioprosessi

Kuvio 7 esittää teknologisen innovaatioprosessin perusrakenteen. Keksinnössä eli inventiossa keksijä osoittaa joidenkin luonnontieteellisten mahdollisuuksien olevan myös teknologiaa mahdollisuuksia. Keksinnöt pyritään suojaamaan plagioinnilta patentoimalla ne. Innovaatiovaiheessa keksintö muokataan tuotantoon sopivaksi ja selvitetään sen valmistuksen kannattavuus (Niiniluoto 1986, 18). Kaupallisesti on järkevää valmistaa vain sellaisia tuotteita, jotka ovat kannattavia, niin että ne tuottavat valmistajalleen riittävästi katetta. Myyntiä edistetään markkinoinnilla eli tarpeiden selvittämisellä ja niiden luomisella sekä mainonnalla (Manninen 1993, 18; Haikala & Märijärvi 1997). Tätä kautta tuot-teiden muotoilulla (design) ja differoinnilla sekä niihin liittyvillä tuotemielikuvilla on nykyään teknologisessa suunnittelussa hyvin tärkeä asema.

Jos yleissivistävässä mielessä halutaan tutustuttaa oppilaat teknologian tuotantoprosesseihin, pitää suunnitteluprosessiin ottaa luonnontieteellisten ja valmistusteknisten lähtökohtien lisäksi tiedostetusti mukaan myös muotoilu sekä tuotteen kaupallistaminen.

### Yhteenveto ja johtopäätökset

Edellä olevan perusteella teen teknologian innovaatioprosesseista seuraavat johtopäätökset:

- 1 Teknologia ja luonnontieteet toimivat läheisessä vuorovaikutuksessa, vaikka niiden arvot poikkeavatkin toisistaan. Luonnontiede tutkii laajasti ymmärrettynä luontoa ja selvittää sen lainalaisuuksia ja todellisuuskuvaa. Teknologian kehittämisen arvot ja tavoitteet ovat kaupallisia ja ne palvelevat ihmisen toimeentuloa sekä tuotanto- ja talouselämää. Toimeentulon turvaamispyrkimys tuo arvoihin mukaan yrittäjyyden aspektin.
- 2 Teknologian käyttäjien ja etenkin suunnittelijoiden pitäisi tiedostaa, että kaikilla teknologisilla keksinnöillä on sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia. Luontoon kohdistuvat kielteiset vaikutukset voivat olla pitkäaikaisia. Siksi ne pitää pyrkiä minimoimaan parantamalla teknologiaa. Jo aiheutuneita haittoja voidaan ja niitä pitää korjata (teknologian avulla).

- 3 Teknologisten uudisteiden keksimisen lähtökohtana on, että henkilö hallitsee riittävästi alan peruskäsitteistöä. Se puolestaan edellyttää kiinnostumista teknologian ilmiöistä ja käytöstä, niiden toimintaperiaatteiden pohdintaa, erittelyä sekä konstruointia teknologiseksi tiedoiksi ja taidoiksi. Lisäksi se edellyttää pysyvää innostuneisuutta, sillä keksiminen on luova prosessi, jossa ongelmia työstetään pitkään teknisinä mielikuvina tietoisessa ja tiedostamattomassa ajattelussa.
- 4 Innovaatioprosessi on teknologista keksimistoimintaa, jossa korostuvat tiedostamis-, oppimis- ja suunnitteluprosessit.

### 3.4 Yleissivistävän teknologian määrittely

Tutkimustehtävän ensimmäisen kysymyksen eli teknologian käsitteen määrittelyn ratkaisemiseksi olen tiivistänyt tämän pääluvun sisällöt ja laatinut niiden perusteella seuraavanlaiset verbaaliset määritelmät (ensimmäinen alaongelma) sekä teknologian olemusta havainnollistavan kuutiomallin (toinen alaongelma).

#### 3.4.1 Verbaalinen määrittely

Teknologian käsitteen määrittely jonkin rajatun alan tai tutkimuksen näkökannalta on suhteellisen helppoa. Mitä laajempi tarkastelukulma ilmiöön otetaan, sitä mutkikkaammaksi määrittely käy ja sitä yleisempään ilmaisutasoon joudutaan tyytymään. Suoritetun analyysin perusteella yleissivistävän teknologian käsitettä on siis mahdotonta määrittellä kattavasti ”yhdellä lauseella”. Määrittely on tehtävä erikseen ainakin etymologiselta, teknologian vaikutusten, teknologisten järjestelmien sekä innovaatioprosessien näkökannalta.

*Etymologisessa määrittelyssä* teknologiaa tarkastellaan tietoteoreettisena rakennelmana. Se muodostuu kahdesta, toisiaan täydentävästä käsitteestä. Toisen osan muodostavat tekniikan ilmiöt, välineet, laitteet, koneet sekä niiden rakenteet ja toimintaperiaatteet (teknos). Toinen osa sisältää sen teorian, tietämisen, järjelyn ja ymmärtämisen (logos), joka on tekniikan käsitteellistämisen taustalla. Etymologinen määritelmä ei kuitenkaan ilmoita mitään ”todellista” siitä käytännön teknologiasta, jonka kanssa olemme tekemisissä jokapäiväisissä toimissamme. Siksi teknologialle on annettava konkreetti konteksti.

*Teknologian vaikutusten* näkökannalta tarkasteltuna teknologia on vuorovaikutusprosessi, jossa ensinnäkin teknologia ohjaa kulttuurin ja yhteiskunnan kehittymistä ja toiseksi niiden muuttuminen puolestaan ohjaa teknologian kehittymistä. Kehitys etenee usein hyppäyksittäin tieteen mahdollistamissa rajoissa. Toisaalta myös tieteen ja teknologian kehittyminen tapahtuu vuorovaikutusprosessina. Teknologian käyttöönoton taustalla on ajatus ruumiillisen työn helpottumisesta ja teollisen tuotannon lisääntymisen mukanaan tuomasta aineellisesta vaurastumisesta. Vaurastumisen pitäisi kuitenkin pysyä sekä luonnonvarojen että luonnon sietokyvyn asettamissa rajoissa.

*Yhteiskunnan teknologisten järjestelmien* kannalta katsottuna teknologia muodostaa moniulotteisen informaatio-, palvelu- ja tuotantokoneiston sekä kansalaisten ohjaus- ja hallintaverkoston eli yhteiskunnan infrastruktuurin.

Järjestelmät koostuvat yksittäisistä tuottamis- tai toimintaprosesseista, jotka perustuvat teknologisiin keksintöihin. Tuloksena on tuotteita, jotka voivat olla esineitä, palveluja tai tieto- ja vaikutelmatuotteita.

*Innovaatioprosessien* näkökannalta teknologia on ihmisrajille ominainen, tietoinen tai tiedostamaton, pääasiassa aineellisten olosuhteiden parantamis- ja uudistamisprosessi. Siinä tullaan tietoiseksi erilaisista teknologisista mahdollisuuksista, opitaan käyttämään ja ymmärtämään niitä, suhtaudutaan kriittisesti teknologian vaikutuksiin, esitetään parannuksia, suunnitellaan sekä tuotetaan uusia, entistä parempia ja entistä vähemmän luontoa kuormittavia ratkaisuja. Niiden kehittämistä suuntaavat kaupalliset arvot: kuluttajat määräävät lopullisesti uusien innovaatioiden elinkelpoisuuden.

### 3.4.2 Teknologian määrittelyn kuutiomalli

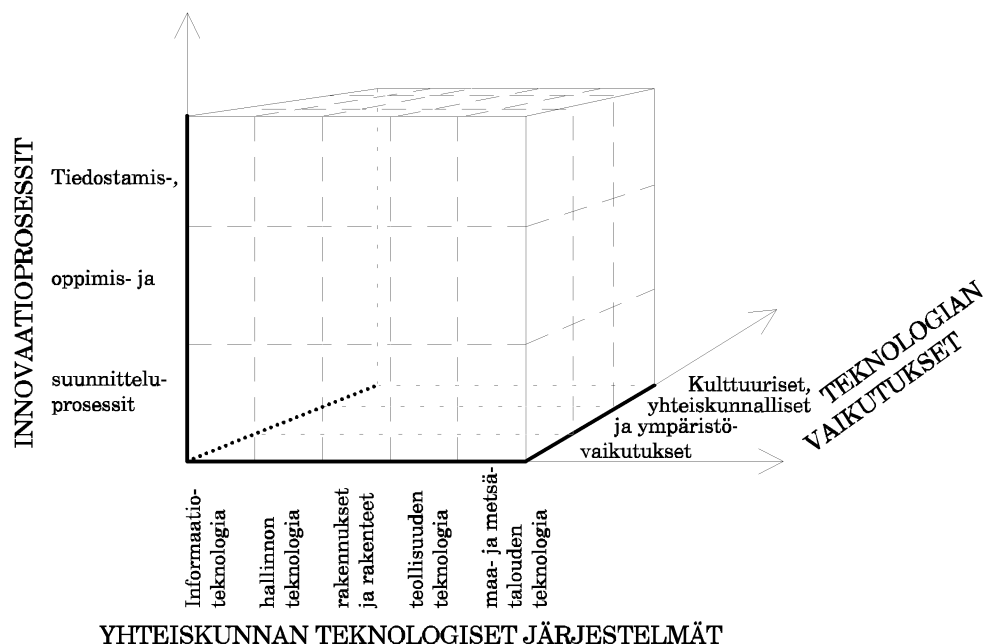
Tässä luvussa esitettyjen verbaalisten määritelmien pohjalta on mahdollista rakentaa teknologian ulottuvuuksia havainnollistava malli. Se selittää tasokuvaus- ja pelastustoimen teknologia, rakennukset ja rakenteet, teollisuuden tuotantoprosessit sekä maa- ja metsätalouden koneet ja muu teknologia). Samalla tavalla on käytännössäkin. Teknologisen elämäntavan valinneiden yhteiskuntien käytännön toimintojen systeeminen perusta rakentuu erilaisista teknologisten järjestelmien varaan.

Yhteiskunnan keskeisten teknologiajärjestelmien voidaan ajatella muodostavan kuvion pohjan (ks. luku 3.3.4: telekommunikaatio- ja informaatioteknologia, terveydenhuollon sekä järjestys- ja pelastustoimen teknologia, rakennukset ja rakenteet, teollisuuden tuotantoprosessit sekä maa- ja metsätalouden koneet ja muu teknologia). Samalla tavalla on käytännössäkin. Teknologisen elämäntavan valinneiden yhteiskuntien käytännön toimintojen systeeminen perusta rakentuu erilaisista teknologisten järjestelmien varaan.

Teknologian tiedostamis-, oppimis-, suunnittelu- ja innovaatioprosessit mahdollistavat teknologian ymmärtävän käytön sekä sen edelleen kehittämisen. Ne ovat läheisessä vuorovaikutussuhteessa teknologiajärjestelmien kanssa, koska juuri teknologiajärjestelmiin perustuvat käsitteet toimivat innovaatioprosesseissa ajattelun välineinä. Yhteiskunnan teknologisen kehitystason mahdollistamat innovaatioprosessit kuvaavat sitä, miten vaativaa eli korkeaa teknologiaa kyseinen yhteiskunta pystyy hyödyntämään ja tuottamaan. Tässä mallissa ne ilmentävät kuvion korkeutta.

Teknologian käyttö puolestaan mahdollistaa ja aiheuttaa sekä myönteisiä että kielteisiä kulttuuriin, yhteiskuntaan ja ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia. Niiden tunnistamisen ja hyötykäytön mahdollisuuksia kuvaa särmiön syvyys-ulottuvuus. Myönteisten vaikutusten hyödyntäminen sekä kielteisten vaikutusten sietäminen ja minimoiminen tai niistä luopuminen riippuu yhteiskunnan omaksumista arvoista.





KUVIO 8 Teknologian määrittelyn kuutiomalli

Laatimani kolmiulotteinen malli muodostaa teknologiakompetenssin näkemyksellisen osan. Sitä on mahdollista hyödyntää tutkimukseni seuraavissa vaiheissa. Selvitettäessä kansalaisten tarvitsemaa teknologiakompetenssia, voidaan sen tekijät ryhmitellä mallin avulla yleissivistyksen kannalta kolmeen, selkeästi perusteltavissa olevaan ulottuvuuteen.

Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat teknologiajärjestelmät, jotka ovat aineellisen hyvinvointimme perustana. Kompetenssin toisen ryhmän muodostavat teknologian hyödyntämisessä ja suunnittelussa tarvittavat innovaatioprosessit. Kolmanteen ryhmään kuuluvat teknologian kulttuuri-, yhteiskunta- ja ympäristövaikutusten tiedostamiseen ja ymmärtämiseen liittyvät sisällöt.

Teknologiakasvatuksen käsitettä ja koulutuksen järjestämismahdollisuuksia analysoitaessa mallia voidaan käyttää oppiainejaon ja aihekokonaisuuksien suunnittelun lähtökohtana. Sen avulla on myös mahdollista tarkistaa, että suunnitelmat sisältävät tasapainoisesti mallissa esitettäviä teknologian näkökulmia tai että niissä painotetaan valittuja teknologiakasvatuksen osatekijöitä. Mallia on tarkoitus tulkita joustavasti eikä kaavamaisesti esimerkiksi niin, että ottaisi tarkasteltavaksi erikseen jokaisen tilavuusalkion, joita on  $3 \times 3 \times 5$  eli 45 kappaletta. Alueen tutkimuksen rajauksessa on tietenkin mahdollista tarkastella myös erikseen näitä alkioita. Esimerkiksi informaatioteknologian tiedostamis-, oppimis- ja suunnitteluprosesseja voidaan tarkastella niiden kulttuuristen, yhteiskunnallisten ja ympäristövaikutusten näkökannalta.

### 3.5 Pohdinta

Tässä pääluvussa olen pyrkinyt selvittämään mahdollisimman monelta kannalta teknologian käsitteen yhteydessä olevia tekijöitä sekä määrittelemään niiden varassa yleissivistävän teknologian käsitteen. Esittelen seuraavaksi analyysissa korostuneita näkökantoja.

Yleissivistävän teknologian käsite on paljon monitahoisempi kuin tavallisesti ymmärretään. Ammatillisesti ja teollisuuteen läheisesti liittyvänä insinööritieteenä (teknilliset korkeakoulut) se on itsenäinen, moniin alakokonaisuuksiin jakautunut tiedonala. Yleissivistävänä se ei kuitenkaan ole ”puhdasta” tiedettä, vaan se liittyy kaikkeen ihmisen tuottamaan tai muokkaamaan elinympäristöön. Yleissivistävän koulun oppiaineiden näkökulmasta katsottuna se liittyy erityisesti matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin, käsityöhön ja kuvaamataitoon, mutta hyvin läheisesti myös historiaan ja vieraisiin kieliin sekä etenkin ympäristökasvatuksen ja yrittäjyyskasvatuksen aihekokonaisuuksiin.

Teknologisen elämäntyylin omaksuneiden yhteiskuntien jäsenten tulee ymmärtää laaja-alaisesti teknologian olemusta voidakseen hyödyntää sen suomia mahdollisuuksia sekä samalla arvioida itsenäisesti sen vaikutuksia kulttuurin, yhteiskunnan ja luonnon vuorovaikutusprosessissa. Humanismiin kuuluva asioiden yhteyksien eettinen pohdinta antaa ihmiselle lähtökohdat oman toiminnan seurausten havaitsemiseen ja niistä vastuun ottamiseen. Kun teknologia perustuu pääosin tuotantoelämän kaupallisiin, aineellisiin arvoihin, niin humanismin näkökannalta katsottuna teknologian päämäärien ja luonnon kestokyvyn välille tulee selvä ristiriita. Ratkaisuksi siihen tarjotaan kestävän kehityksen sekä kestävän luonnonvarojen käytön periaatteita (Mexpert 1985, 10; Pantzar 1996). Edellä mainitsemiini seikkoihin perustuu juuri ekologian ja ympäristökasvatuksen tarpeen voimistuminen sekä toisaalta vastuullisen yrittäjyyskasvatuksen merkityksen korostaminen koulussa.

Teknologia liitetään hyvin läheisesti luonnontieteisiin, ja se mielletään siinä yhteydessä yleensä luonnontieteiden sovelluksena tai niitä soveltavana tieteenä. Teknologian ja käsityön yhteyksien merkitys tuodaan vain harvoin esille ja silloinkin usein teknologian kehittymisen historiallisena vaiheena. Molemmat näkökannat tarvitsevat kuitenkin lähempää tarkastelua.

Tieteen, teknologian ja yhteiskunnan suhteita kuvataan usein teknologisen determinismin näkemyksen mukaisesti niin, että teknologian kehittyminen olisi ihmisen tahdosta riippumattomien ”tekniikan lakien” määräämää. Jos lisäksi oletetaan luonnontieteiden ja teknologian suhde sellaiseksi, että tuotteiden tie etenee luonnontieteellisen tutkimuksen antamasta tiedosta tuotekehityksen kautta suoraan tuotteiksi ja siitä edelleen markkinoille, kutsutaan syntynyttä ketjua *lineaariseksi innovaatiomalliksi*.

Manninen (1993) osoittaa lineaarisen innovaatiomallin kovin yksipuoliseksi, suorastaan virheelliseksi. Hän kuvaa kyseistä ajattelua liukuhihnaradaksi, jonka ensimmäisellä työasemalla harjoitetaan puhdasta (luonnon)tieteellistä tutkimusta. Seuraavalla työasemalla muokataan tutkimusten tuloksista käytännön sovellusten alkioita varsinaista tuotekehitystä varten. Kolmas työasema valmistaa tuotteet ja lähettää ne markkinoille. Manninen kritisoi tätä mallia erityisesti siksi, että siitä

voi syntyä mielikuva eri työasemien arvojärjestyksestä. Varhaisemmilla työasemilla työskentelevät nauttivat suurinta arvonantoa ja myöhemmillä asemilla työskentelevät ovat muka vähämerkityksisempiä (Manninen 1993, 15).

Myös historiallisesti asiaa tarkasteltaessa ajattelumalli osoittautuu virheelliseksi. Teknologinen tieto ei koostu pelkästään perustutkimuksen tuloksista, eikä tiede johda sinänsä suoraan keksintöihin. Suurimman osan nykyisistäkin patenttiin johtaneista keksinnöistä tekevät tavalliset ihmiset käytännön taitojen perusteella ilman minkäänlaista tietoista matemaattis-luonnontieteellistä pohdintaa. Keksintöjen synnyssä on keskeisinä tekijöinä innostuminen ja syvälinen sitoutuminen asiaan, harjoittelemalla ja tekemällä hankitut taidot sekä intuitiivinen ja usein jopa epäilevä suhtautuminen tieteeseen "totuuksiin". Teknologian (insinööritieteiden) tietopohjana on tieteen lisäksi luovan ajattelun ja käytännön työnteon taidot (Rapp 1982, 376). Manninen ilmaisee saman asian toteamalla, että tieteen ja teknologian välillä vallitsee tasapuolinen vuorovaikutussuhde eikä alistainen sovellussuhde: "perustutkimus ei ole innovaatioiden moottori, mutta se on niiden tarvitsema voimavara" (Manninen 1993, 19). Luonnonlait asettavat teknologian kehitykselle rajat.

Israel (1992) korostaa edellä olevan lisäksi menneen ajan kirjoittamattoman taitotiedon eli "työpajakulttuurin" säilymisen tärkeyttä. Hän mainitsee esimerkkinä Japanin, jossa kunnioitetaan eri alojen vanhojen käsityömaestareiden osaamista. Japanilaiset eivät ole uusissakaan tuotantolaitoksissa eristäneet tuotteiden valmistusta tutkimuksesta ja tuotekehityksestä (industrial research). Eri osastojen joustavuuden ja avoimuuden avulla he pystyvät saamaan aikaan helposti pieniä innovaatioita, eivät niinkään suuria teknologisia mullistuksia (Israel 1992, 189). Tilannetta kuvaa hyvin myös se, että esimerkiksi monet japanilaiset autotehtaat järjestävät vuosittain työntekijöilleen kilpailuja "uudenlaisten liikkumisvälineiden" keksimisessä. Niiden vuotuisesta esittelystä on tullut vähitellen suorastaan kansanjuhla.

Edellä kerrotun perusteella pitäisi meilläkin selvästi nykyistä enemmän arvostaa käsityön sekä laajemmin ymmärrettynä taito- ja taideaineiden merkitystä yhteiskunnan materiaalsen ja henkisen hyvinvoinnin osatekijöinä. Tällaisen osaamisen varaan perustetaan vuosittain yli puolet maamme pk-yrityksistä.

## **4 TEKNOLOGIAKOMPETENSSI JA TEKNOLOGINEN YLEISSIVISTYS**

### **4.1 Teknologiakompetenssin tutkiminen**

Tässä luvussa selvitän teknologiakompetenssin tutkimusprosessin etenemisen. Tuloksena syntyvä teknologiakompetenssin rakennemalli tuo ratkaisun tutkimuksen toiseen ongelmaan eli siihen, mitä teknologiakompetenssi yleissivistä-vässä koulutuksessa tarkoittaa. Ratkaisussa yhdistyy edellisessä luvussa selvitetty teknologian käsitteen näkemyksellinen osa ja tässä luvussa käsittelemäni teknologiakompetenssin toiminnallinen rakenne. Tulevaisuuden teknologisten kehitysvaihtoehtojen ennakointi sitoo nämä kaksi tarkastelukulmaa yhdeksi kokonaisuudeksi, teknologiakompetenssiksi. Peruskoulussa ja lukiossa hankittava riittävä teknologiakompetenssi puolestaan luo pohjan teknologisen yleissivistyksen kehittymiselle ja ajantasalla pitämiselle.

### **4.2 Teknologiakompetenssin määrittelyn lähtökohdat**

Kompetenssi tarkoittaa kelpoisuutta, pätevyyttä, osaamista ja kykyä hoitaa esimerkiksi jokin tehtävä, toimenpide tai vaikkapa virka. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 -asiakirjassa (1994, 11 ja 105) puhutaan jokapäiväisessä elämässä tarvittavista käytännön taidoista ja arkielämän taidoista. Siinä tarkoitetaan niitä perusvalmiuksia, joiden varassa jokainen meistä voisi selviytyä teknologisen tietoyhteiskunnan jäsenenä. Opetusministeriön visioryhmä puhuu muistiossaan (1992) osaamisesta, joka voi olla yleisosaamista, ammatillista

perusosaamista, ammatillista erityisosaamista, tiedeosaamista ja kulttuuriosaamista. Tässä tarkoitettu teknologiakompetenssi sijoittuu yleisosaamisen ryhmään. Oppivelvollisuuskoulussa hankittu yleissivistys antaa pohjan yleisosaamisen elinikäiseen ylläpitoon (Sivistys-Suomi 2010, 1992, 41 - 42). Kananoja (1997b, 14) käyttää samassa merkityksessä käsitettä jokapäiväisen elämän selviytymistaidot (survival skills). Kyseessä on siis sellaisten käytännön elämän taitojen ulottuvuus, jonka toisessa päässä on niin kutsuttu teknologinen uusavuttomuus.

Teknologiakompetenssia käytetään myös teknologian lukutaidon (technological literacy) synonyyminä. Silloin painotetaan usein tietokoneen hyväksikäyttöä ja tietoteknistä osaamista (Dyrenfurth 1991b; Capstick 1994). Myös meillä on teknisen työn aineenopettajakoulutuksessa Raumalla otettu käyttöön termi teknologian lukutaito. Siellä se määritellään ”teknisen työn sisältöjä laajentavaksi ilmiöksi eikä omaksi aihealueekseen” (Kankare 1997, 115). Raunalainen tulkinta perustuu siis oletukseen, että teknologinen lukutaito hankitaan käsityökasvatuksessa, jonka ulottuvuuksina ovat toisaalta perinteinen käsityö, toisaalta teknologinen käsityö (Kankare 1997, 138; Peltonen 1995, 1988).

Teknologiakompetenssissa tai teknologisessa lukutaidossa voidaan myös painottaa niitä valmiuksia, joiden avulla on mahdollista selviytyä teknologisessa ympäristössä, ymmärtää ja hallita teknologian vaikutuksia, ottaa kantaa teknologiaan ja ohjata sen suuntaa (Blandow 1992; Dugger 1997; Hacker & Barden 1988; Kananoja 1989; Kolehmainen 1996; Lindh 1996; Parikka & Rasinen 1994; Raat 1993; Todd 1991; de Vries 1997; Wright 1993).

Kantola (1997) korostaa ihmisen toiminnan taustalla olevien arvojen merkitystä kasvatuksessa. Hänen mukaansa tulevaisuudessa painottuvat etenkin eettiset, ekologiset ja esteettiset arvot. Uutena arvona nousee esille *teknologiakompetenssi*, joka tarkoittaa edellä mainittujen arvojen lisäksi sellaista henkistä pääomaa, joka pitäisi olla kaikilla kansalaisilla 2000-luvun teknologisessa yhteiskunnassa (Kantola 1997, 174).

Layton (1993) on laatinut teknologiakompetenssin rakennekuvauksen. Se muodostuu seuraavista tekijöistä:

- 1 *teknologian vastaanottamistaito* (receiver competence) eli kyky tunnistaa teknologiaa käytännössä sekä tiedostaa sen mahdollisuudet
- 2 *teknologian käyttämistaito* (user competence) eli kyky käyttää teknologiaa tiettyyn tarkoitukseen
- 3 *teknologinen tuottamistaito* (maker competence) eli kyky suunnitella ja toteuttaa, huoltaa ja korjata
- 4 *teknologian vaikutusten seurantataito* (monitoring competence) eli kyky seurata teknologian kehityksen vaikutuksia yksilö- ja yhteisötasolla
- 5 *teknologinen kokonaisvaltaisuus* (holistic competence) eli kyky hyväksyä ja soveltaa käytäntöön teknologisen luovuuden prosessimalleja
- 6 *teknologinen kriittisyys* (critic competence) eli kyky arvioida teknologian kehityksen vaikutuksia arvojen näkökulmasta. (Layton 1993, 61.)

Kolehmainen (1998; 1996) on Dyrenfurthia (1991a) mukailleen laatinut luettelon teknologisen lukutaidon avainkompetensseista (key competencies):

- 1 kyky toimia ryhmän jäsenenä, kyky tehdä kompromisseja ja kyky ottaa sosiaalista vastuuta
- 2 *kyky ymmärtää käytännöllisen erityistiedon ja järjestelmäorientoituneen tiedon (teoreettisen tiedon) välinen tasapaino sekä teknologian ja ihmiskeskeisyyden vuorovaikutus*
- 3 *kyvykyys ajatella analyttisesti ja hahmottaa / muotoilla teknisiä ja teknologisia tarpeita ja tavoitteita*
- 4 *kykenevyys arvioida teknologisia tehtäviä ja toimintoja, muotoilla päätöksiä ja toteuttaa ongelmanratkaisu- ja innovaatioprosesseja*
- 5 kyky voittaa strategiasuuntautuneissa ongelmanratkaisuprosesseissa kohdattavia esteitä tulkitsemalla / strukturoimalla / poistamalla / hankkimalla / vähentämällä / yhdistämällä / arvioimalla prosessiin liittyvää informaatiomassaa
- 6 **kykenevyys elinikäiseen oppimiseen** sekä teknologisten, ekologisten, ekonomisten ja sosiaalisten vaatimusten yhdistämiseen ja sulauttamiseen
- 7 kyky ajatella systeemisillä käsitteillä ja hierarkkisin rakentein
- 8 kyky hahmottaa ajatuksissaan nykytrendejä ja tulevaisuuden tavoitteita sekä integroida tulevaisuuden kehitysnäkymät tämän päivän päätöksentekoon
- 9 *tiedostaminen - taito tunnistaa teknologian mahdollisuudet ja käyttö*
- 10 *teknologian soveltaminen - taito käyttää teknologiaa johonkin tarkoitukseen*
- 11 *teknologinen kyvykyys - taito suunnitella ja valmistaa, huoltaa ja korjata*
- 12 **teknologisen panostuksen arvioinnin taito** - taito arvioida teknologian ilmenemismuotoja
- 13 *teknologinen tietoisuus - kokonaisvaltainen kykenevyys ja myönteinen asenne teknologiseen ongelmanratkaisutoimintaan*
- 14 *teknologian arviointi - kyky kriittiseen teknologisen kehityksen arviointiin yksilön ja yhteisön arvooperustasta käsin. (Kolehmainen, 1998,75.)*

Kahdesta esitetystä teknologiakompetenssin kuvauksesta on löydettävissä monia yhteisiä tekijöitä. Kolehmaisen esittämä luettelo sisältää useissa kohdin (kohdat 1, 5, 7 ja 8) koulutuksen yleisten kasvatustavoitteiden mukaisia osioita. Jos ne jätetään huomiotta, jää jäljelle luettelo, joka on lähes yhteneväinen Laytonin esityksen kanssa. Yhtenevät käsitykset on kursivoitu edellä olevissa luetteloissa. Uusina asioina Kolehmaisella ovat teknologian mukanaan tuoma elinikäisen oppimisen vaatimus sekä teknologisen panostuksen arvioimisen taito (luettelossa lihavoidut).

Olen sijoittanut taulukossa 14 Laytonin ja Kolehmaisen väittämät laatimani teknologian kuutiomallin mukaiseen kolmeen luokkaan. Näin hahmottuu alustava teknologiakompetenssin sisällöllinen ja toiminnallinen rakenne.

TEKNOLOGIAN RAKENNETEKIJÄT	Layton	Kolehmainen
Yhteiskunnan teknologiajärjestelmät	- tiedostaminen ja tunnistaminen (L1) - käyttäminen tiettyyn tarkoitukseen (L2)	- tiedostaminen, tunnistaminen ja soveltaminen (K9) - ymmärtäminen (K2)
Innovaatioprosessit	- suunnitteleminen ja toteuttaminen, huoltaminen ja korjaaminen (L3) - teknologisen luovuuden prosessimallien soveltaminen käytäntöön (L5) - teknologian kehityksen vaikutusten arviointi arvojen näkökulmasta (L6)	- ajattelemisen analyyttisesti ja tavoitteiden hahmottaminen (K3) - toimintojen arvioiminen, päätösten muotoileminen ja ongelmanratkaisu- ja innovaatioprosessien toteuttaminen (K4) - kykenevyys elinikäiseen oppimiseen sekä teknologisten, ekologisten, ekonomisten ja sosiaalisten vaatimusten sulauttamiseen (K6)
Teknologian kulttuuriset, yhteiskunnalliset ja ympäristövaikutukset	- teknologian kehityksen vaikutusten seuraaminen (L4) - teknologian kehityksen vaikutusten arvioiminen arvojen näkökulmasta (L6)	- teknologian kehityksen kriittinen arvioiminen yksilön ja yhteisön arvoperustasta käsin (K 14)

Laytonin ja Kolehmaisen esittämät luonnehdinnat muodostavat ajatusrakennelman, joka kattaa kokonaisuutena jokseenkin hyvin edellisen luvun kuvaaman teknologian käsitteen. Tiedostamis-, oppimis- ja innovaatiosisällöt ovat niissä vankimmin edustettuina. Kaksi muuta teknologian käsitteen aluetta jäävät vähemmälle määrittelylle.

Taulukossa on selvästi esillä teknologian oppimisen lähtökohdat ja sen etenemisen vaiheet: tunnistaminen, tiedostaminen, ymmärtäminen sekä erilaisten taitojen vakiinnuttaminen harjoittelemalla (huoltaminen ja korjaaminen). Ne edustavat *sopeutumista teknologiaan* niin, että yksilö kokee tulevansa toimeen teknologian kanssa. Suunnittelu, analyyttinen ajattelu sekä ongelmanratkaisu- ja innovaatioprosessien toteuttaminen edustaa *teknologian uudistamista*, uusien ongelmien havaitsemista, tarpeitten luomista sekä ratkaisujen etsimistä tai löytämistä. Teknologian vaikutusten seuraaminen ja kriittinen arviointi yksilön ja yhteisöjen arvoperustasta käsin puolestaan osoittaa *teknologian olemuksen syvällistä ymmärtämistä* niin, että yksilö voi pitää sitä vain toiminnan välineenä, ei itseisarvona eikä ihmisen määrääjänä.

Vaikka Laytonin ja Kolehmaisen laatimat teknologiaкомпетенсин kuvaukset eivät sinällään sovellukaan opetussuunnitelmien perusteiden pohjamateriaaliksi, olen käyttänyt niitä taustarakenteena tämän tutkimuksen kyselykaavakkeen laadinnassa. Niistä on saanut ideoita ja tukea eniten opiskelun tavoiteosioiden

laadintaan sekä jonkin verran myös opiskeluisältöjä käsittelevien osioiden suunnitteluun.

### 4.3 Tutkimusaineiston hankinta

Yleissivistävän teknologiakompetenssin tarkempaa määrittämistä varten laadin taulukossa 14 esitettyjä kompetenssikuvauksia soveltaen kyselyn kansalaisen nykyään ja lähitulevaisuudessa tarvitsemista teknologiavalmiuksista. Jaoin kysymykset opetussuunnitelmien laadinnassa usein käytössä olevan menettelytavan mukaisesti erikseen opiskelutavoitteiden, opiskelumenetelmien ja opiskeluisältöjen luokkiin (Malinen 1992). Vastaajilta tiedusteltiin lisäksi, minkälaisia teknologian lähitulevaisuuden kehitystrendejä on heidän mielestään ennustettavissa ja miten teknologiakasvatus pitäisi koulussa järjestää. Kysely toteutettiin strukturoidun ja osittain strukturoidun kyselylomakkeen avulla (liite 3), ja se lähetettiin vastattavaksi teknologian ja tuotannon, kasvatustieteen, filosofian, matemaattis-luonnontieteellisen, käsityön, taloustieteen ja yrittäjyyden sekä taiteen ja taideteollisuuden alan erityisasiantuntijoille.

#### 4.3.1 Mittarin laadinta

Olen tarkastellut teknologian käsitettä tähän saakka pääasiassa näkemykselliseltä kannalta. Tästä eteenpäin tarkastelukulma muuttuu ja täsmentyy siten, että mukaan otetaan kasvatuskäytäntöjen, opettamisen, opiskelun ja oppimisen vaatimukset. Siitä syystä oli kyselylomaketta laadittaessa luontevaa jakaa toiminnallisen teknologiakompetenssin tekijät 1) opiskelutavoitteisiin, 2) opiskelumenetelmiin sekä 3) opiskeluisältöihin liittyviin tarkastelukulmiin. Tavoitteet ilmaisevat, mitä edellytetään eli ne määrittävät suoraan kompetenssia. Menetelmät kertovat, millä tavoilla osaaminen ilmenee eli miten ajatellaan ja toimitaan teknologisesti. Sisällöt rajaavat ilmiöön kuuluvan alueen eli selvittävät, mitkä eri alueet liittyvät läheisesti teknologiakompetenssiin. Pyrkimyksenä oli siis laatia mittari, jonka varassa voisi saada mahdollisimman yksinkertaisen, mutta samalla riittävän monipuolisen ja selkeän kuvan asiantuntijoiden näkemyksiin sisältyvästä teknologiakompetenssin olemuksesta.

Mittarin laadinta tapahtui kolmessa vaiheessa. Ensimmäisen version laadin täydentämällä luokanopettajaksi opiskeleville opintojen alussa käyttämämme teknologian ja teknisen työn sisältöjen opintotarpeen kyselylomaketta opiskelutavoitteita ja -menetelmiä kartoittavalla osiolla. Täydennyksen tuloksena syntyi kyselylomake, jossa oli 17 opiskelutavoitetta, 9 opiskelumenetelmää sekä 63 opiskeluisältöä selvittävää Likert-tyyppistä kysymysosiota. Mittaria käytettiin keväällä 1997 teknisen työn ja teknologian didaktiikan luentosarjan aikana opiskelijoiden oppiaineen kehittämistarpeen arviointiin. Vastaajilla oli myös mahdollisuus kommentoida kysymyksiä sekä täydentää niitä vapaamuotoisesti. Samalla selvitin mittarin ymmärrettävyyttä ja korjasin havaitut puutteet.



Opiskelijoilla testatun mittarin pohjalta laadimme Hämeenlinnan ja Savonlinnan opettajankoulutuslaitosten teknisen työn lehtoreiden kanssa yhteistyössä peruskoulun oppilaiden vanhemmille tarkoitetun kyselylomakkeen. Siinä heiltä kysyttiin, miten peruskoulun tavoitteita, opetusjärjestelyjä ja sisältöjä pitäisi kehittää niin, että ne vastaisivat entistä paremmin lähitulevaisuudessa jokaisen tarvitsemia arkielämän teknologisia taitoja. Myös tässä oli vastaajilla mahdollisuus täydentää tehtäviä vapaamuotoisesti. Lomake sisälsi lisäksi osion, jolla selvitettiin kotien tarjoamat tekniset harrastusmahdollisuudet. Kyselyyn saatiin 651 oppilaan huoltajalta vastaus loppukeväästä 1997.

Lopullisen kyselylomakkeen (ks. liite 3) laadin edellisten pohjalta täydentäen ja parantaen sitä saatujen vastausten perusteella. Se käsittää viisi osa-aluetta. Ensimmäisessä kysytään vastaajien taustatietoja. Toinen koostuu 18:sta teknologian opiskelutavoitteita, kolmas 12:sta opiskelumenetelmiä sekä neljäs osa-alue 11:stä opiskelusisältöjä käsittelevästä väittämästä. Niihin vastattiin viisiportaisella Likert-asteikolla. Vastaajille tarjottiin lisäksi joka osiossa mahdollisuus täydentää haluamiaan kohtia ja tuoda esiin muita tärkeinä pitämiään asioita. Viidennessä osiossa kysytään vastaajien näkemyksiä teknologian kehityksestä lähitulevaisuudessa, koulun teknologiakasvatuksen edistämismahdollisuuksista sekä opetusjärjestelyiden kehittämistarpeesta. Tämän osion tehtäviin vastattiin avoimilla vastauksilla.

Suomessa ei opetussuunnitelmissa ole perinteisesti käsitelty lainkaan opetusmenetelmällistä puolta. Tähän tutkimukseen ne kuitenkin otettiin yhdeksi muuttujakokonaisuudeksi, koska tässä niillä katsotaan olevan sekä yleistä transferarvoa että erityistä arvoa teknologian innovaatiotoiminnan ymmärtämiseksi. Opetusmenetelmällisen puolen puuttumiseen peruskoulun opetussuunnitelmista kiinnitti huomiota myös kansainvälinen arviointityöryhmä vuonna 1996 (Noris, Aspland, MacDonald, Shoestak ja Zamorski 1996, 43).

Kuviossa 9 selvitetään teoreettisen teknologiakompetenssin ilmiön operationalistaminen kyselylomakkeen arviointitehtäviksi ja arvioitsijoiden vapaamuotoisiksi, aluetta koskeviksi kannanotoiksi.



KUVIO 9 Teknologiakompetenssin toiminnallisen tason operationaalistaminen

Koko tutkimuksessa, mutta etenkin kyselyn viidennessä osassa eli tulevaisuuden teknologisten kehittämismahdollisuuksien ennustamisessa on kyse myös tulevaisuudentutkimuksesta. Siinä on johtajatuksena, että tulevaisuus ei välttämättä seuraa nykyisyyden viitoittamia reittejä eikä sitä voi ennustaa pelkästään nykyisyyttä "jatkamalla". Tarkoituksena on edetä ensin ajatuksellisesti lähitulevaisuuden todennäköisiin ja mahdollisiin teknologiaratkaisuihin ja palata sitten kuvitteellisesti sieltä takaisin nykyisyyteen.

Yksi käytetyimmistä tulevaisuuden tutkimusmenetelmistä on Delfoi-menetelmä. Kaivo-ojan, Kuusen ja Kosken (1997, 12) mukaan sitä voidaan käyttää erityisesti arvojen, uusien näkemysten ja ideoiden tuomisessa suunnittelun ja päätöksenteon pohjaksi. Heidän mukaansa Delfoi-menetelmää on käytetty menestyksellisesti monissa koulutusta ja kulttuuripolitiikkaa käsittelevissä tutkimuksissa ja se on vakiintunut arvojen keskeisyyttä korostavan tulevaisuuden tutkimuksen osaksi (ks. tarkemmin Bell 1997a, 261 - 265 ja Bell 1997b, 67 - 111).

Delfoi-tutkimusprosessi etenee yleensä seuraavien vaiheiden kautta etenkin silloin, kun se perustuu etukäteen laadittuun kyselylomakkeeseen:

- 1 Kootaan tutkimukseen osallistuva ryhmä, jonka jäsenet ovat tutkittavan alueen asiantuntijoita. Jäseniksi voidaan valita myös kriittisiä ulkopuolisia asiantuntijoita.
- 2 Laaditaan kyselylomake ensimmäistä kyselykierrosta varten. Testataan ja korjataan se.
- 3 Suoritetaan ensimmäinen kyselykierron joko kirjallisena tai suullisena haastatteluna.
- 4 Analysoidaan saadut vastaukset. Laaditaan yhteenveto ja sen perusteella lomake toista kyselykierrosta varten.
- 5 Toteutetaan toinen kyselykierron.
- 6 Analysoidaan saadut tulokset (ja toteutetaan tarvittaessa useampia kyselyitä) sekä laaditaan niiden perusteella tutkimusselostus. (Kaivo-oja ym. 1997, 14.)

Tässä tutkimuksessa jouduttiin resurssien vähyyden vuoksi hylkäämään normaali Delfoi-prosessi ja tyytymään yksinkertaistettuun sovellukseen. Vaikka tutkimusryhmään pyrittiinkin tarkoitushakuisesti löytämään teknologian ja sen lähialojen näkemykselliseksi tunnettuja edustajia, siinä ei onnistuttu täydellisesti, koska kyselylomakkeet jouduttiin lähettämään heille ottamatta etukäteen selvää heidän osallistumismahdollisuuksistaan. Myöskään tutkimusryhmän yhteisiä kokoontumisia ei ollut mahdollista järjestää, vaan kaikki kanssakäyminen tapahtui postin tai sähköpostin välityksellä. Kommunikointimenetelmien puutteista huolimatta osallistuminen oli aktiivista, vastausprosentti oli 86. Kyselyn viides vaihe eli tulevaisuuden teknologisten kehittymisvaihtoehtojen selvittämisen toinen kyselykierron jouduttiin toteuttamaan niin, että laadin ensimmäisen kyselyn vastauksista yhteenvedon ja lähetin sen postitse asiantuntijoille kommentointia ja täydentämistä varten. Jos vastaaja oli tyytyväinen alkuperäiseen kommentointiin, käytin sitä tutkimuksessa sellaisenaan. Lähes puolet asiantuntijoista hyväksyi alussa lähettämänsä vastauksen ja siitä tehdyn yhteenvedon. Muut täydensivät näkemyksiään jollakin tavoin.

#### 4.3.2 Tutkimusaineiston keruu

Tässä tutkimuksessa oli tarkoituksena löytää koululaitoksen ulkopuolelta uusia näkökulmia teknologiakasvatuksen järjestämiseen. Siksi mukaan valittiin harkinnanvaraisesti sellaisia henkilöitä, joilla tiedettiin olevan laaja-alaista ja syvällistä näkemystä teknologian kehittymisen tulevaisuuden vaihtoehdoista. Valinnan perusteina käytettiin henkilön peruskoulutusta, kirjallista tuotantoa, julkista toimintaa tai muita vastaavia erityisansioita kuten alan tai lähialueen monipuolista tutkimustoimintaa taikka kirjallista tuotantoa.

Kysely lähetettiin 37:lle teknologian, kasvatustieteen, filosofian, matemaattis-luonnontieteellisen, käsityön, taloustieteen ja yrittäjyyden sekä taiteen ja taideteollisuuden erityisasiantuntijalle. Vastaajat jakautuivat eri toimialoille taulukon 15 osoittamalla tavalla.

TAULUKKO 15 Asiantuntijat toimialoittain

Toimiala	Asiantuntijoiden lukumäärä
Teknologian korkeakouluopetus tai tuotanto	10
Kasvatustiede	4
Filosofia	1
Matemaattis-luonnontieteelliset alat	7
Käsityö	6
Taloustiede ja yrittäjyys	2
Taide ja taideteollisuus	2
YHTEENSÄ	32

Vastaajista kolme oli koulutustaustaltaan vähintään ylemmän korkeakoulututkinnon tai vastaavan ja lisäksi alan ammattitutkinnon suorittaneita, kaksi lisensiaatin tutkinnon sekä muut tohtorin tutkinnon suorittaneita. Vastaajista neljä oli naisia. Kaikki vastaajat olivat toimineet edustamallaan alalla yli 8 vuotta. Ammatissa toimimisaajan keskiarvo on 25,5 vuotta.

30 vastaajaa palautti kyselyn kokonaan täytettynä. Kaksi vastaajista otti kantaa vain mittarin avoimiin osioihin. Yksi vastasi erikseen peruskoulun ja lukion osalta. Mainitut seikat on otettu huomioon aineiston käsittelyn yhteydessä.

#### 4.4 Tutkimusaineiston analysointi ja tulokset

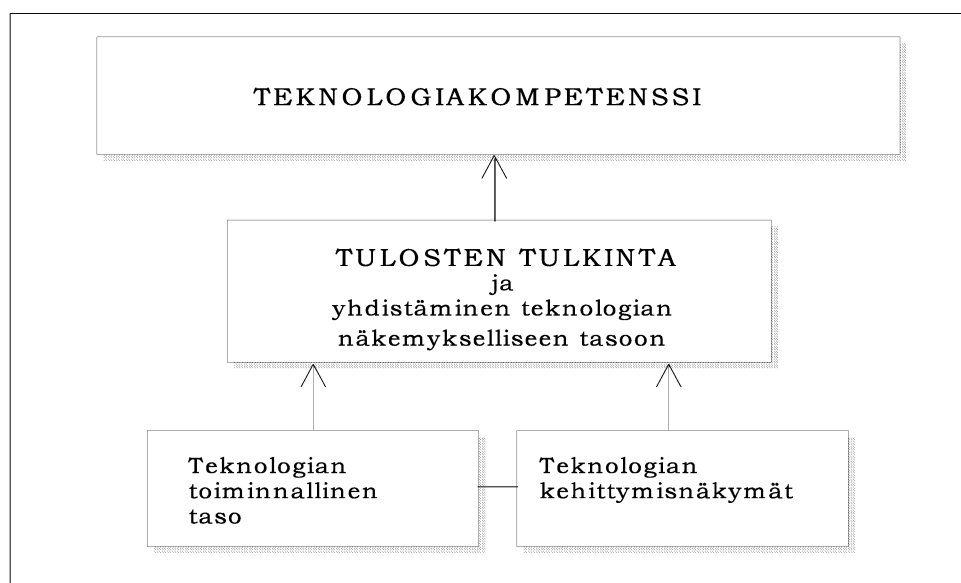
Tämän tutkimuksen tavoitteena oli löytää annettujen vastausten perusteella tutkittavista käsitteistä yleistyksiä sekä kuvata niitä teoreettisesti. Tarkastelu kohdistettiin siksi etenkin arviointien muuttujakohtaisiin jakaumiin, keski- ja hajontalukuihin sekä muuttujien faktorirakenteeseen. Teknologiakompetenssin toiminnallisen tason rakennetta tutkittiin analysoimalla asiantuntija-arvioinnit erikseen strukturoitujen ja avoimien tehtävien osalta.

Asiantuntijoiden kannanottoja analysoitiin strukturoitujen tehtävien osalta aluksi aritmeettisten keskiarvojen ja keskihajontojen pohjalta. Keskiarvojen perusteella on mahdollista saada alustava kuva siitä, miten eri tehtäväosiot sijoittuivat vastaajien tarpeellisuus- tai hyödyllisyysarvioinneissa. Kun siihen lisätään asiantuntijoiden avoimilla osioilla selvitettyt kannanotot, muodostuu jokseenkin tarkka kuva teknologian toiminnallisesta kompetenssista. Vaikka asiantuntijoista vain neljä oli naisia, tarkasteltiin keskiarvojen perusteella suoritettujen analyysien lopuksi myös sitä, miten miesten ja naisten näkemykset erosivat toisistaan.

Teknologiakompetenssin tekijöiden rakennetta tutkittiin strukturoitujen tavoite-, menetelmä- ja sisältöosioiden osalta lisäksi faktorianalyysin avulla siitä huolimatta, että vastaajia oli vain 30. Menettelyä pidettiin perusteltuna, koska tässä ei ole tarkoitus yleistää tuloksia koskemaan muita asiantuntijoita, vaan etsiä kuvattavalle käsittekokonaisuudelle alustavaa teoreettista rakennemallia.

Toisessa vaiheessa selvitettiin, minkälaiselta teknologian lähitulevaisuuden kehittyminen asiantuntijoiden mielestä näyttää. Sen selvittäminen on opetussuunnitelman ajankohtaisuuden arvioinnin kannalta merkityksellistä, sillä opetuksen pitäisi kohdistua etenkin niihin valmiuksiin, joita nuoret tarvitsevat sijoittuakseen aikanaan työmarkkinoille (Aittola 1992; Kaivo-oja ym. 1997; Hirsjärvi ja Hirsjärvi 1986). Oletuksena oli, että muodostuvaa kokonaisuutta on mahdollista ymmärtää selvemmin tulevaisuuden visioista käsin tarkasteltuna kuin pelkästään tämän päivän olosuhteiden mukaan tulkittuina.

Tutkimusprosessi kokonaisuudessaan eteni kuvion 10 osoittamalla tavalla.



Kuvio 10 Teknologiakompetenssin tutkimusprosessin eteneminen

#### 4.4.1 Teknologiakompetenssin toiminnalliset tekijät

##### 4.4.1.1 Keskiarvoihin ja yksittäisiin näkemyksiin perustuva analyysi

Kyselylomakkeen strukturoitujen osioiden avulla selvitettiin asiantuntijoiden näkemyksiä erikseen opiskelutavoitteiden, opiskelumenetelmien ja opiskeluisäl-  
töjen osalta. Lomakkeessa arvioijia pyydettiin ottamaan esitettyihin väitteisiin  
kantaa käyttäen seuraavaa asteikkoa:

- 5 = erittäin tarpeellinen tai hyödyllinen
- 4 = hyvin tarpeellinen tai hyödyllinen
- 3 = jonkin verran tarpeellinen tai hyödyllinen
- 2 = vain vähän tarpeellinen tai hyödyllinen
- 1 = ei lainkaan tarpeellinen tai hyödyllinen <sup>1</sup>

Avoimissa osioissa asiantuntijoille tarjottiin mahdollisuus esittää yksilöllisiä  
näkemyksiä strukturoitujen väitteiden ulkopuolelle jäävistä asioista. Tällä pyrit-  
tiin vähentämään strukturoitujen kysymysten aiheuttamaa teknologian käsitteen  
rajaamista pelkästään niissä esille tuotuihin seikkoihin.

Asiantuntijoiden yhteisten näkemysten löytämiseksi laskettiin annetuista  
arvioinneista SPSS-tilasto-ohjelman versio 6.1 for Windows (Norusis 1994) avulla  
kysymysosioittain esiintymisfrekvenssit, aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajon-  
nat. Ne ovat taulukoituina liitteissä 4, 5 ja 6. Arviointien perusteella lasketut  
keskiarvot kuvaavat osioittain asiantuntijoiden yhteistä näkemystä arvioitavasta  
kohteesta. Keskihajontaa puolestaan käytetään tässä ilmaisemaan asiantuntijoiden  
näkemyksen yksimielisyyttä ja mielipide-eroja. Käytännön päätelmänä voidaan  
todeta, että jos vastaajien arviointien keskihajonta on noin yksi arviointipiste tai  
sitä pienempi, ovat arvioijat olleet asiasta jokseenkin yksimielisiä.

Asiantuntijoiden esittämät omat lisäkommentit esitetään alueittain vastaajan  
ilmaisemassa muodossa kunkin osa-alueen muiden tulosten jälkeen. Vaikka niitä  
kutakin olisi esittänyt vain yksi henkilö, ne voivat olla opetuskäytäntöjen kehitys-  
työssä sangen arvokkaita. Siitä syystä olen ottanut niiden perusteella tekemäni  
yhteenvedon mukaan keskiarvojen perusteella laaditun toiminnallisen tekno-  
logiakompetenssin havainnollistamiskuvioihin (kuviot 14 ja 18).

*Opiskelutavoitteiden* arviointiosiot olivat seuraavat:

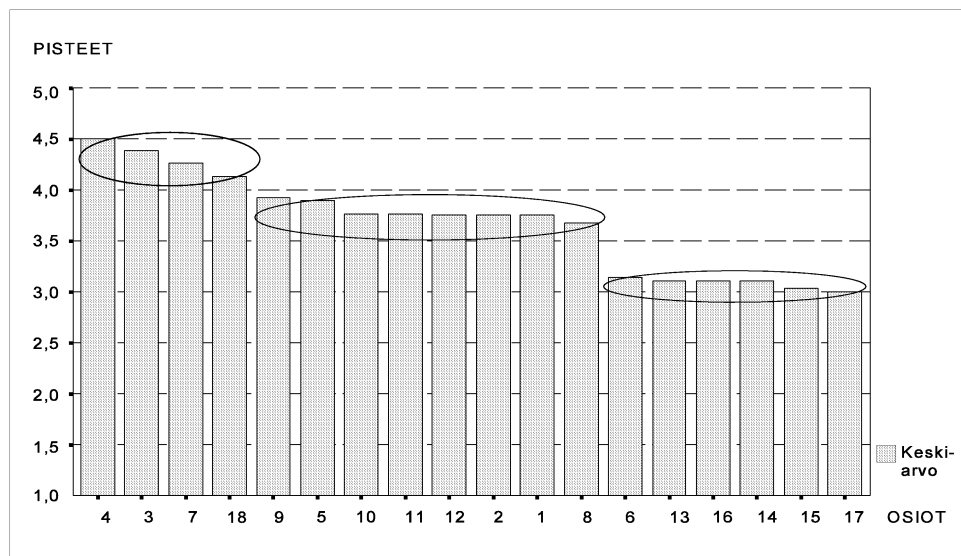
- 1 Opitaan suunnitelmallisen työnteon taitoa eli sitä, miten esimerkiksi ammattitaitoinen  
työntekijä taikka korjaaja työskentelee
- 2 Opitaan teknisiä perustaitoja ja työturvallisuuden perusteita
- 3 Harjoitellaan teknistä ajattelua ja keksimistaitoja (ideoista tuotteiksi)
- 4 Tutkitaan luonnonilmiöitä ja luonnontieteitä sekä niiden teknologisia sovelluksia,  
esimerkiksi vivun käytännön sovelluksia
- 5 Tutustutaan käytännön teknologisiin järjestelmiin, esimerkiksi kodin lämpö-, vesi- ja  
viemärointi- sekä ilmastointijärjestelmien toimintaan
- 6 Opitaan teknologista käsitteistöä ja teknistä piirtämistä
- 7 Tutustutaan kestävän kehityksen aikaansaamiseksi eri materiaalien ominaisuuksiin,  
niiden kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön

---

<sup>1</sup> Tästä eteenpäin käytän termien tarpeellinen tai hyödyllinen sijasta termiä hyödyllinen.

- 8 Tutustutaan teknologian historiaan ja kulttuurisiin vaikutuksiin
- 9 Arvioidaan teknologisen maailman kehittymistä (mikä on oikein, mikä väärin) ja otetaan kantaa sen yhteiskunnallisiin seurauksiin
- 10 Opetellaan käyttämään tietokoneita monenlaisissa töissä
- 11 Tutustutaan yrittäjyyteen, tuotantoelämään ja teollisuuden toimintatapoihin
- 12 Opitaan käsityötaitoja eli opitaan tekemään erilaisia tuotteita käsityövälineillä
- 13 Opetellaan kodin sallittuja sähkötöitä
- 14 Opetellaan kunnostamaan kodin laitteita ja välineistöä
- 15 Opetellaan tekemään kodin pieniä remonttistöitä (esimerkiksi seinien maalaus ja tapetointi)
- 16 Opetellaan huoltamaan suksia, polkupyörää, mopoa yms.
- 17 Tutustutaan erilaisiin teknisiin harrastuksiin, esimerkiksi lennokkirakenteluun
- 18 Opetellaan asettamaan omia oppimistavoitteita ja arvioimaan omaa oppimistyöskentelyä

Kuviossa 11 esitetään asiantuntijoiden arviointien keskiarvojen perusteella piirretyt histogrammit.



KUVIO 11 Opiskelutavoitteiden hyödyllisyysarviointien keskiarvot (N=30)

Kuviosta käy ilmi, että kaikkien tavoitteiden hyödyllisyyden keskiarvo on kolme tai sitä suurempi. Asiantuntijat pitävät kaikkia tavoitteita siis ainakin jonkin verran hyödyllisinä. Ero korkeimman keskiarvon eli hyvin tai erittäin hyödyllisen ja matalimman keskiarvon eli jonkin verran hyödyllisen välillä on 1,5 arviointiyksikköä. Tulos osoittaa, että väittämät oli mahdollista arvottaa selvästi toisistaan eroaviksi.

Pienin keskihajonta eli suurin yksimielisyys vallitsee kohdasta 4 (0,68). Suurin hajonta on osion 15 kohdalla (1,15) (ks. liite 4). Keskimääräinen keskihajonnan arvo on 0,85 eli asiantuntijat ovat hyvin yksimielisiä arvioinneissaan. Jos useampi arvioitava kohde on saanut saman keskiarvon, hyödyllisemmäksi on sijoitettu se, jolla on pienempi keskihajonta eli josta ollaan selvemmin yksimielisiä.

Tavoitteet ryhmittyvät kolmeen, toisistaan selvästi erottuvaan ryhmään. Ensimmäisen ryhmän muodostavat tavoitteet, joiden keskiarvo ylittää neljän eli joita asiantuntijat pitivät erittäin hyödyllisinä. Ne ovat seuraavat:

- 4 Tutkitaan luonnonilmiöitä ja luonnontieteitä sekä niiden teknologisia sovelluksia, esimerkiksi vivun käytännön sovelluksia
- 3 Harjoitellaan teknistä ajattelua ja keksimistaitoja (ideoista tuotteiksi)
- 7 Tutustutaan kestävän kehityksen aikaansaamiseksi eri materiaalien ominaisuuksiin, niiden kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön
- 18 Opetellaan asettamaan omia oppimistavoitteita ja arvioimaan omaa oppimistyös-kentelyä.

Tässä ryhmässä korostuvat *luonnontieteellisten ja teknologisten ilmiöiden integraatio sekä teknisen ajattelun ja keksimisen taidot kestävän kehityksen aikaansaamiseksi*. Lisäksi ryhmässä painottuu *omien oppimistavoitteiden asettaminen sekä oppimistoimintojen tuloksellisuuden itsearviointi*.

Toisen ryhmän muodostaa kahdeksan tavoitetta, joiden keskiarvo on yli 3,5 ja joita asiantuntijat pitivät hyvin hyödyllisinä. Siihen ryhmään sijoittuvat seuraavat tavoitteet:

- 9 Arvioidaan teknologisen maailman kehittymistä (mikä on oikein, mikä väärin) ja otetaan kantaa sen yhteiskunnallisiin seurauksiin
- 5 Tutustutaan käytännön teknologisiin järjestelmiin, esimerkiksi kodin lämpö-, vesi- ja viemärinti- sekä ilmastointijärjestelmien toimintaan
- 10 Opetellaan käyttämään tietokoneita monenlaisissa töissä
- 11 Tutustutaan yrittäjyyteen, tuotantoelämään ja teollisuuden toimintatapoihin
- 12 Opitaan käsityötaitoja eli opitaan tekemään erilaisia tuotteita käsityövälineillä
- 2 Opitaan teknisiä perustaitoja ja työturvallisuuden perusteita
- 1 Opitaan suunnitelmallisen työnteon taitoa eli sitä, miten esimerkiksi ammattitaitoinen työntekijä taikka korjaaja työskentelee
- 8 Tutustutaan teknologian historiaan ja kulttuuriin vaikutuksiin.

Tässä ryhmässä painottuvat eniten *käytännön teknologisten järjestelmien toiminnan ymmärtäminen, niiden kehittymisen seuraukset eettiseltä kannalta tarkasteltuna sekä tietotekniikan monipuolinen käyttö*. Hyvin hyödyllisenä pidettiin myös *yrittäjyyteen, tuotantoelämään ja teollisuuden toimintatapoihin tutustumista*. Samaan asiakokonaisuuteen liittyvät läheisesti myös *käsityötaitojen, erilaisten teknisten taitojen ja työturvallisuuden sekä yleensä suunnitelmallisen työnteon taitojen korostuminen*. *Teknologian historian ja kulttuuristen vaikutusten ymmärtämisen puolestaan voidaan olettaa auttavan edellä mainittujen asioiden kokonaisvaltaista hahmottamista*.

Viimeisen ryhmän muodostavat seuraavat jonkin verran hyödyllisiksi arvioidut opiskelutavoitteet:

- 6 Opitaan teknologista käsitteistöä ja teknistä piirtämistä
- 13 Opetellaan kodin sallittuja sähkötöitä
- 16 Opetellaan huoltamaan suksia, polkupyörää, mopoa yms.
- 14 Opetellaan kunnostamaan kodin laitteita ja välineistöä
- 15 Opetellaan tekemään kodin pieniä remonttistöitä (esimerkiksi seinien maalaus ja tapetointi)
- 17 Tutustutaan erilaisiin teknisiin harrastuksiin, esimerkiksi lennokkirakenteluun

Tähän ryhmään sijoittuvat *teknologiseen käsitteistöön ja teknisen piirtämisen oppimiseen sekä kodin ja harrastevälineiden huoltoon ja kunnostukseen liittyvät asiat*.



Strukturoitujen tavoitteiden lisäksi yksittäiset asiantuntijat pitivät tärkeinä muita opiskelutavoitteisiin kuuluvia omia näkemyksiään seuraavasti:

- \* Tutustutaan uuden teknologian aiheuttamiin työturvallisuusriskitekijöihin (fyysiset / psyykkiset)
- \* Teknologian vaaratekijöiden näkeminen, analysointi (informaatio- ja tietokoneerikokset)
- \* Opetellaan selviytymään maailmalla nykyteknologiaa hyväksikäyttäen (virtuaali- ja digitaalitekniikka)
- \* Opetellaan tietokoneen avulla töiden suunnittelua, harjaannutetaan teknologisen tiedon etsintään
- \* Opitaan hallitsemaan ja valikoivasti soveltamaan teknisten ongelmien ratkaisemisessa tarpeellisia ongelmanratkaisustrategioita / vaihtoehtoisia ratkaisumenetelmiä
- \* Opetellaan luottamaan omaan kykyyn ratkaista ongelmia sekä suhtaudutaan uteliaasti ympäristöön, kanssatoimijoihin ja tietoon
- \* Suoritetaan teknisiä kokeiluja ja leikkejä, joissa voi monella tavalla yrittää, erehtyä ja oivaltaa
- \* Opitaan tiedonhankintavalmiuksia
- \* Työn laatu ja työmoraaali
- \* Työn (tekijän) etiikka, työn kunnioitus, tavoitteellisuus, vastuu oman työn tuloksista
- \* Opetellaan vastaamaan käytettävistä laitteistoista
- \* Luonnonmukaisen tekniikan periaatteet; kierrätys
- \* Opitaan ymmärtämään järjestelmän / koneen toiminta / toimimattomuuden syy(t)
- \* Opitaan mistä Suomi todella elää (metsäteollisuus, metalliteollisuus, elektroniikkateollisuus)
- \* Kilpailuun oppiminen.

Omissa näkemyksissä tuotiin esiin *kriittisyys teknologiaa kohtaan*. Se toteutuisi perehtymällä myös teknologiaan liittyviin ongelmiin ja riskeihin. *Tiedonhankinta-, suunnittelu- ja ongelmanratkaisuprosessien hallintaa* opiskelutavoitteina korostettiin. Tarpeellisenä pidettiin sitä, että koulussa opitaan *työn arvostamista, laadukkaan työn tekemistä, vastuuntuntoa ja työmoraaalia*. Tärkeänä pidettiin myös sitä, että tiedostetaan maamme *tuotantoelämän vahvuusalueet* sekä mahdollisuudet pärjätä tulevaisuudessa kansainvälisessä kilpailussa.

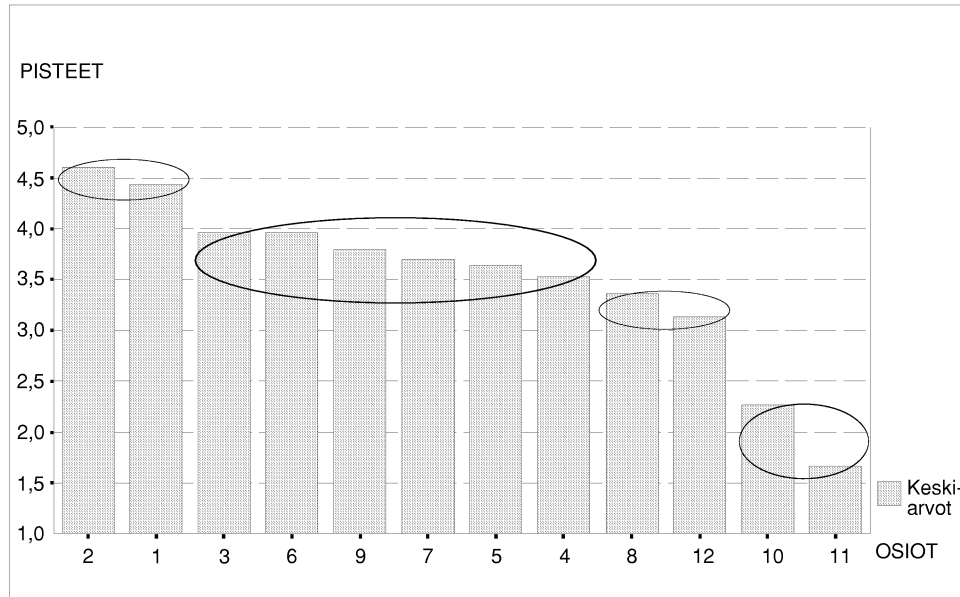
Tavoitteiden osalta saatu tulos on kokonaisuutena linjassa myös sivistyksen tulevaisuusbarometrin (1997) tietoyhteiskuntakehityksen ja elinikäisen oppimisen näkemysten kanssa. Vahvimman painoarvon siinä sai sellainen väittämä, että "tulevaisuudessa 'poikkiopetussuunnitelmallisten taitojen' kehittyminen (oppi-oppiminen, sosiaaliset taidot, kommunikaatiotaidot, ongelmanratkaisutaidot jne.) korostuu" (Kaivo-oja ym. 1997, 36).

*Opiskelumenetelmien* arviointiosiot olivat seuraavat:

- 1 Ryhmänä työskentely, sosiaalisuus eli yhteisvastuulliset menetelmät, esimerkiksi projekti- ja tiimityöskentely
- 2 Asioiden itsenäinen selvilleotto ja asioiden merkityksen arviointi, esimerkiksi kirjaston ja internetin käyttö
- 3 Omavastuinen etätöskentely, esimerkiksi oppimistehtävien tekeminen, tietojen hankinta haastattelulla, tietokoneavusteinen suunnittelu
- 4 Käyttöohjeiden ja ohjekirjojen avulla työskentely
- 5 Vieraalla kielellä opiskelu eli kielen oppiminen toiminnallisissa yhteyksissä
- 6 Tutkiminen ja kokeilu, esimerkiksi lujuus- tai liimauskokeiden tekeminen
- 7 Toiminnalliset opintokäynnit yrityksiin (opintokäynnin aikana oppilaat tekevät tutustumiskohteessa jotakin konkreettista eivätkä vain kulje esittelijän mukana)
- 8 Kuummyritystoiminta (yhteistyö paikkakunnan jonkin yrityksen kanssa)

- 9 Oman työskentelyn ja oppimistoimintojen arviointi sekä esitysten tekeminen oppimisjärjestelyjen parantamiseksi
- 10 Mallin mukaiseen toimintaan harjaantuminen, jäljentäminen
- 11 Sarjatyönomainen työskentely (liukuhihnatyöskentely)
- 12 Alan kilpailu- ja näyttelytoiminta (osallistuminen oman koulun, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla).

Kuviossa 12 esitetään asiantuntijoiden arviointien keskiarvojen perusteella opiskelumenetelmien hyödyllisyydestä piirretyt histogrammit.



KUVIO 12 Opiskelumenetelmien hyödyllisyysarviointien keskiarvot (N=30)

Opiskelumenetelmiä käsittelevien asiantuntija-arviointien hyödyllisimmän ja vähiten hyödyllisen osion ero on lähes kolme arviointipistettä. Kuvioista käy ilmi, että asiantuntijat pitävät kaikkia muita menetelmiä paitsi menetelmiä 10 (mallin mukaiseen toimintaan harjaantuminen, jäljentäminen) ja 11 (sarjatyönomainen työskentely [liukuhihnatyöskentely]) ainakin jonkin verran hyödyllisinä. Erittäin hyödyllisenä he pitivät osiota 2, (asioiden itsenäinen selvilleotto ja niiden merkityksen arviointi, esimerkiksi kirjaston ja internetin käyttö).

Pienin keskihajonta eli suurin yksimielisyys vallitsee osiosta 2 (0,67) ja suurin keskihajonta oli osiossa 5 (1,22) (ks. liite 5). Keskimääräinen keskihajonnan arvo on 0,96 eli asiantuntijat ovat yleisesti jokseenkin yksimielisiä arvioinneissaan. Asiantuntija-arviointien perusteella opiskelumenetelmät jakautuvat neljään ryhmään.

Ensimmäisen ryhmän muodostavat seuraavat kaksi osiota, jotka on arvioitu joko erittäin tai hyvin hyödylliseksi:

- 2 Asioiden itsenäinen selvilleotto ja asioiden merkityksen arviointi, esimerkiksi kirjaston ja internetin käyttö
- 1 Ryhmänä työskentely, sosiaalisuus eli yhteisvastuulliset menetelmät, esimerkiksi projekti- ja tiimityöskentely.

Tässä ryhmässä korostuu *asioiden itsenäinen selvilleotto* sekä *opiskelijan tai opiskelijaryhmän työskentelyn itsenäisyys*. Työskentely voi tapahtua koulussa tai koulun ulkopuolella, esimerkiksi paikkakunnan kirjastossa.

Toisen ryhmän muodostavat seuraavat kuusi osiota, jotka on arvioitu ainakin jonkin verran hyödyllisiksi:

- 3 Omavastuinen etätyöskentely, esimerkiksi oppimistehtävien tekeminen, tietojen hankinta haastattelulla, tietokoneavusteinen suunnittelu
- 6 Tutkiminen ja kokeilu, esimerkiksi lujuus- tai liimauskokeiden tekeminen
- 9 Oman työskentelyn ja oppimistoimintojen arviointi sekä esitysten tekeminen oppimisjärjestelyjen parantamiseksi
- 7 Toiminnalliset opintokäynnit yrityksiin (opintokäynnin aikana oppilaat tekevät tutustumiskohteessa jotakin konkreettista eivätkä vain kulje esittelijän mukana)
- 5 Vieraalla kielellä opiskelu eli kielen oppiminen toiminnallisissa yhteyksissä
- 4 Käyttöohjeiden ja ohjekirjojen avulla työskentely.

Ryhmän osioissa korostuu *opiskelijan aktiivisuus, omavastuisuus, ilmiöiden tutkiminen ja kokeilu* sekä *niiden merkityksen arviointi* sekä *oman työskentelyn tuloksellisuuden arviointi ja tehostaminen*. Tässä on kuitenkin edellistä selvemmin kyse jonkin instituution, opettajan tai oppimateriaalin ohjaamasta oppimistoiminnasta.

Kolmannen ryhmän muodostavat seuraavat kaksi osiota, joita arvioijat ovat pitäneet jonkin verran hyödyllisinä:

- 8 Kummiyritystoiminta (yhteistyö paikkakunnan jonkin yrityksen kanssa)
- 12 Alan kilpailu- ja näyttelytoiminta (osallistuminen oman koulun, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla).

Molemmissa menetelmissä on pohjimmiltaan kyse opiskelun suuntautumisesta *tuotantoelämään* sekä arkielämän todellisuudesta, jossa myös kilpailemaan totuttamisella on tärkeä merkitys.

Neljännän ryhmän muodostavat loput kaksi osiota, joita asiantuntijat ovat pitäneet joko vain vähän tai ei lainkaan hyödyllisinä:

- 10 Mallin mukaiseen toimintaan harjaantuminen, jäljentäminen
- 11 Sarjatyönomainen työskentely (liukuhihnatyöskentely).

Asiantuntijoiden näkemysten mukaan siis *mallin mukainen toiminta tai sarjatyö* sopii huonosti teknologian opiskelumenetelmäksi.

Strukturoitujen menetelmäosioiden lisäksi asiantuntijat esittivät ja pitivät tärkeinä opiskelutavoitteisiin kuuluvia omia näkemyksiään seuraavasti:

- \* Opiskelun rakentaminen terveellä tavalla konstruktivistien oppimisen näkemysten varaan
- \* Opittavan/opitun jäsentely
- \* Kokonaisuuksien opettelu / harjoittelu (suunnittelu, rakentaminen, testaaminen, arviointi projektin onnistumisesta = pienimuotoisia 'diplomitöitä')
- \* Omien kokemusten, tutkimusten, havaintojen jne. kirjallinen ja kielellinen raportointi sekä arviointi
- \* Tutustuminen jonkin toteutetun projektin/tuotteen syntyhistoriaan, ongelmiin, ratkaisuihin ja nykytilanteeseen

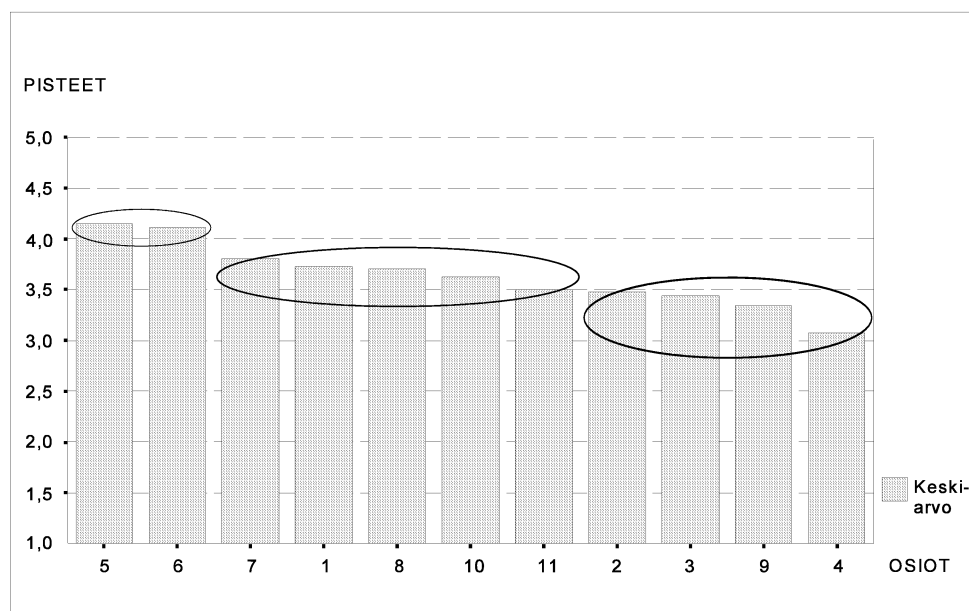
- \* Tutustuminen eri alojen tutkimustoimintaan erilaisissa ympäristöissä esim. yliopisto, tekniset oppilaitokset, VTT, yritykset, käsiteollisuus
- \* Itsenäinen tekeminen yleensä vaikka pieniä / vaatimattomia töitä, sillä vain tekemällä oppii
- \* Tulee rohkaista myös sellaisiin kokeiluihin, joissa saisi tehdä virheitä eikä niistä moittittaisi
- \* Yksilöllinen, luova toiminta.

Asiantuntijat korostivat, että opiskelun pitäisi menetelmällisesti sisältää *uusien oppimiskäsitysten* mukaista toimintaa, esimerkiksi kokonaisuuksien hahmottamista, opittavan asian jäsentelyä, omien kokemusten ja tutkimusten raportointia sekä arviointia. Tärkeänä pidettiin myös *pitkäjänteistä työskentelyä*, tutustumista eri alojen *keksimis- ja tutkimustoiminnan etenemisprosesseihin* sekä yleensä *luovaan toimintaan*.

Opiskelusisältöjen arviointiosiot olivat seuraavat:

- 1 *Puuteknologia*, esimerkiksi mittaaminen ja merkitseminen, sahaus, poraus, höyläys, taltaus ja vuolu, sorvaus, liitosten tekeminen, pintakäsittely, materiaalituntemus
- 2 *Metalliteknologia*, esimerkiksi sahaus, viilaus, poraus, pehmytjuotto (esim. finaliiotos), kovajuotto (esim. hopeajuotos), kaasus- ja sähköhitsaus, pakotus (esim. kuparilevyn muotoilu pakotusvasaralla), niittaus, pintakäsittely, materiaalituntemus
- 3 *Muoviteknologia*, esimerkiksi taivutus, liimaus, pintakäsittely, muovilajit ja materiaalituntemus
- 4 *Askartelu*, esimerkiksi pienoismallien rakentelu, lennokit, leijat, kuumailmapallot, materiaalituntemus
- 5 *Sähköoppi ja elektroniikka*, esimerkiksi sähköilmiöiden perusteet, paristot, akut, aurinkokennot, elektroniikan komponentit, laiterakentelu (esim. vilkkuvalo)
- 6 *Tietotekniikka*, esimerkiksi piirto-ohjelmien käyttö, taulukko-ohjelmien käyttö, tekninen piirtäminen (CAD), CNC-teknologia = tietokoneella ohjattujen työstökoneiden käyttö, ohjaus ja säätötekniikka, mekatroniikka
- 7 *Mekaniikka*, esimerkiksi kalteva taso, vipu, akselit ja laakerointi, voimansiirto ja vaihteistot, laiterakentelu (esim. rakentelutarjoista rakennukset, sillat, nosturit, kulku-välineet yms.)
- 8 *Sähköalan sallitut työt*, esimerkiksi lampun vaihto, sulakkeen vaihto, valaisimen vaihto, pistorasian korjaus, jatkojohdon teko, tv- ja radioantennin asennus, sähköturvallisuus
- 9 *Huonekalujen ja kodin korjaus*, esimerkiksi puuliimaukset, entisöintimaalaus, huonekalujen verhoilu, tapetointi ja maalaus, tarveaineiden hankinta, töiden esivalmistelu (esim. pintojen puhdistus ja suojaus, pölyn vaikutusten torjunta, liuotinaideiden vaarat, varotoimenpiteet ja suojaus)
- 10 *Muut kodin työt*, esimerkiksi lukkojen, saranoiden ym. huolto, tiivisteiden vaihto esim. vesihanaan tai pesukoneeseen, WC-laitteiston huolto ja säätö, koukut ja proput eri materiaaleihin, jätteiden lajittelu ja hyötykeräys, työvälineiden, esim. saksien, veitsien, kirveiden ja sahan teroitus
- 11 *Vapaa-ajan varusteiden korjaus ja huolto*, esimerkiksi polkupyörän vaijerien säätö ja vaihto, kumin paikkaus, suksien kunnostus ja siteiden kiinnitys, kalastusvälineiden huolto ja korjaaminen.

Kuviossa 13 esitetään asiantuntijoiden arviointien keskiarvojen perusteella piirretyt histogrammit opiskelusisältöjen hyödyllisyydestä.



KUVIO 13 Opiskelusisältöjen hyödyllisyysarviointien keskiarvot (N=30)

Opiskelusisältöjen hyödyllisyyden arviointi näyttää olleen edellisiä vaikeampi tehtävä. Asiantuntijat pitivät ensinnäkin kaikkia sisältöjä ainakin jonkin verran hyödyllisinä. Eri sisältöalueet eivät myöskään erottuneet aivan niin selvästi toisistaan eivätkä ryhmittyneet niin selviksi kokonaisuuksiksi kuin opiskelutavoitteet ja -menetelmät. Yhtenä syynä suhteellisen pieniin eroihin on varmaankin se, että sisällöt muuttuvat ja vaihtuvat teknologian kehityksen myötä yhä nopeammin. Nähtävästi ei myöskään ole helppoa päätellä, mitkä sisällöt johtavat tehokkaimmin toivottuihin tuloksiin tai mitkä ovat tulevaisuudessa hyödyllisempiä tai pysyvämpiä kuin muut.

Asiantuntijat olivat edellä esitetystä huolimatta näkemyksissään hyvin yksimielisiä. Pienin keskihajonta oli osiossa 5 (0,73) ja suurin hajonta osiossa 11 (0,99) (ks. liite 6). Keskimääräinen keskihajonta on 0,86.

Asiantuntija-arvioinnit on tässäkin mahdollista jakaa kolmeen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään sijoittuvat seuraavat kaksi osiota, jotka on arvioitu hyvin hyödyllisiksi:

- 5 *Sähköoppi ja elektroniikka*
- 6 *Tietotekniikka.*

Nähtävästi arvioijat ovat pitäneet *sähköoppia ja elektroniikkaa* sekä *tietotekniikkaa* sellaisina tulevaisuuden sisältöinä, joiden perusteet kaikkien pitäisi hallita. Toisaalta ne ovat myös selvästi metalli- ja metsäteollisuuden tuotteiden lisäksi maamme päätuotantoaloja. Tietotekniikka painottui myös opiskelutavoitteiden osiossa 10 (opetellaan käyttämään tietokoneita monenlaisissa töissä), ja se arviointiin keskimäärin 3,8:ksi eli hyvin hyödylliseksi.

## Toisen ryhmän muodostavat osiot

- 7 *Mekaniikka*
- 1 *Puuteknologia*
- 8 *Sähköalan sallitut työt*
- 10 *Muut kodin työt*
- 11 *Vapaa-ajan varusteiden korjaus ja huolto.*

Ryhmän sisällä asiantuntijat pitävät *mekaniikan eli fysiikan teknologiasovelluksia* muita hyödyllisempinä. Se voisi johtua pyrkimyksestä löytää teknologiaa ja luonnontieteitä yhdistäviä opiskelusisältöjä. Myös *puuteknologian* sijoittuminen arvioinneissa korkealle selittyy ainakin osittain sillä, että maamme menestyminen kansainvälisessä kilpailussa riippuu tulevaisuudessakin puun käytön ja jalostuksen korkeatasoisesta osaamisesta. Sähköalan sallitut työt sekä kodin ja vapaa-ajan varusteiden kunnosta huolehtiminen eli *arki-elämän tekninen kätevyys* ovat tulevaisuudessakin hyödyllisiä taitoja.

## Kolmannen ryhmän muodostavat

- 2 *Metalliteknologia*
- 3 *Muoviteknologia*
- 9 *Huonekalujen ja kodin korjaus*
- 4 *Askartelu.*

*Metalli- ja muoviteknologia* sijoittuivat *huonekalujen ja kodin korjauksen* kanssa samaan ryhmään eli niitä pidettiin jonkin verran hyödyllisinä. Tulosta voisi selittää niin, että entistä useammat vapaa-ajan varusteet ja kodin laitteet on valmistettu metallista ja muovista, joten metallin ja muovin tuntemus on siksi tarpeellista. *Askartelua* pidettiin nähtävästi kuitenkin lähinnä koulun ulkopuoliseen vapaa-aikaan kuuluvana sisältöalueena siitä huolimatta, että siinäkin on mahdollista käsitellä hyvinkin teknologisia sisältöjä. Asiantuntijat saattoivat myös ajatella mahdollisesti omien lapsuudenkokemustensa tai nykyisten television esittämien askartelutuokioiden tapaan, että askartelu etenee pääasiassa ohjaajan kehittämiä malleja ja toimintakaavoja jäljitellen.

Strukturoitujen menetelmäosioiden lisäksi asiantuntijat pitivät tärkeinä opiskelutavoitteisiin kuuluvia omia näkemyksiään seuraavasti:

- \* Nano- / mikrotekniikan ymmärtäminen; uudet materiaalit, muutoksen ymmärtäminen
- \* Lasertekniikka, aurinkopaneelit, tuulienergia yms.
- \* Sensoritekniikka, robotekniikka
- \* Sähkömagneettisten ilmiöiden sovellusten ymmärtäminen; esim. informaation siirto RF:llä, IR:llä, valolla
- \* Digitaalitekniikan idean ymmärtäminen yksinkertaisten mallien / esimerkkien ja käytännön sovellusten avulla
- \* Tietokoneen asianmukainen käyttö ja hoito sekä tuotteiden taltiointi teknologisissa yhteyksissä
- \* Biotekniikka
- \* Geenitekniikan ymmärtäminen yksinkertaisten mallien / esimerkkien ja käytännön sovellusten avulla
- \* Kemiantekniikka
- \* Käden taidot myös tärkeitä sekä jokapäiväisten laitteiden toimintaperiaatteiden ymmärtäminen; esim. radio, televisio, puhelin, kotitietokone ja CD-soitin.

Asiantuntijat korostivat *uuden teknologian* mukaanoton tärkeyttä ja sen *ymmärrettäväksi tekemistä* jollakin konkreetilla tavalla. Myös jo nykyään arkipäiväiseksi

muuttuneiden *kodin laitteiden ja koneiden toiminnan ymmärtämistä* pidettiin tärkeänä.

Asiantuntijoiden esittämät sisällöt sijoittuvat meidän nykyisten koulukäytänteidemme ulkopuolelle. Opetussuunnitelmien uudistuksen yhteydessä niiden mukaanoton mahdollisuuksia tulisi harkita ja niiden koulusovelluksista pitäisi järjestää kokeiluja.

### **Yhteenveto**

Keskiarvojen perusteella saatujen tulosten ja niistä tehtyjen tiivistelmien perusteella on mahdollista laatia yhteenvetokuvio (kuvio 14). Olen kerännyt tiivistetyt asiantuntijanäkemykset siihen alueittain hyödyllisyysjärjestykseen. Lisäksi olen liittänyt samaan kuvioon myös tiivistelmän asiantuntijoiden tekemistä teknologiakompetenssin rikastuttamisesityksistä.

Asiantuntijat esittivät runsaasti uusia ideoita myös strukturoitujen tehtävien ulkopuolelta. Tavoitteiden kohdalta uutena voidaan pitää vastuuntunnon ja laadukkaan työn arvostamista, vaikka se ei sinänsä mikään uusi näkökulma olekaan. Menetelmien osalta uusina asioina tulivat konstruktivistiset oppimiskäsitteet sekä teollisuuden tutkimus- ja innovaatiotoimintaan tutustuminen. Sisälöissä uutta on uusimman teknologian mukaanoton vaatimus ja toisaalta näkemys kodin teknologian ymmärtämisen korostumisesta.



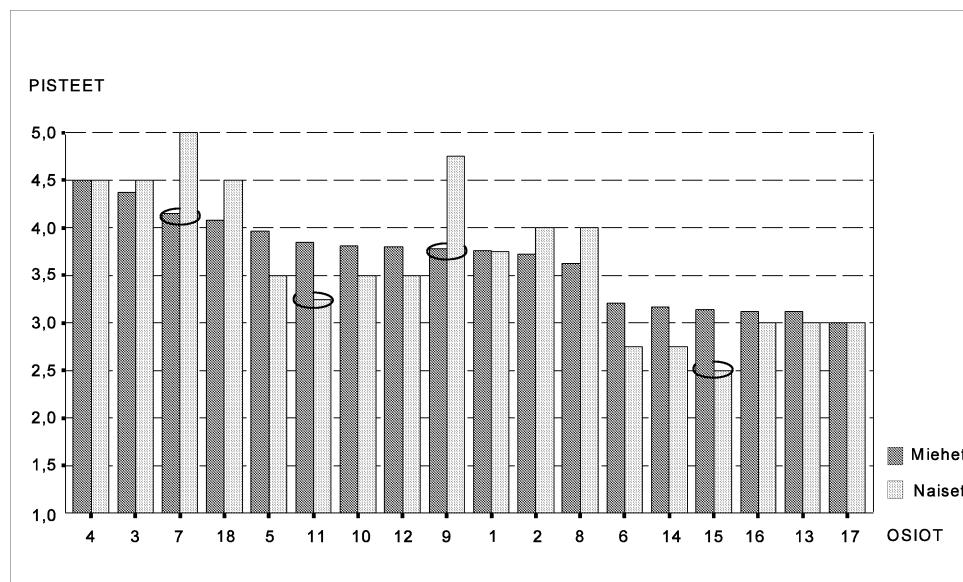
KUVIO 14 Toiminnallisen kompetenssin rakentuminen arviointien keskiarvojen perusteella  
 ([+++] = erittäin, [++] = hyvin, [+] = jonkin verran, [-] = vain vähän tai ei lainkaan  
 hyödyllinen)



### Naisten ja miesten arviointien erilaisuus

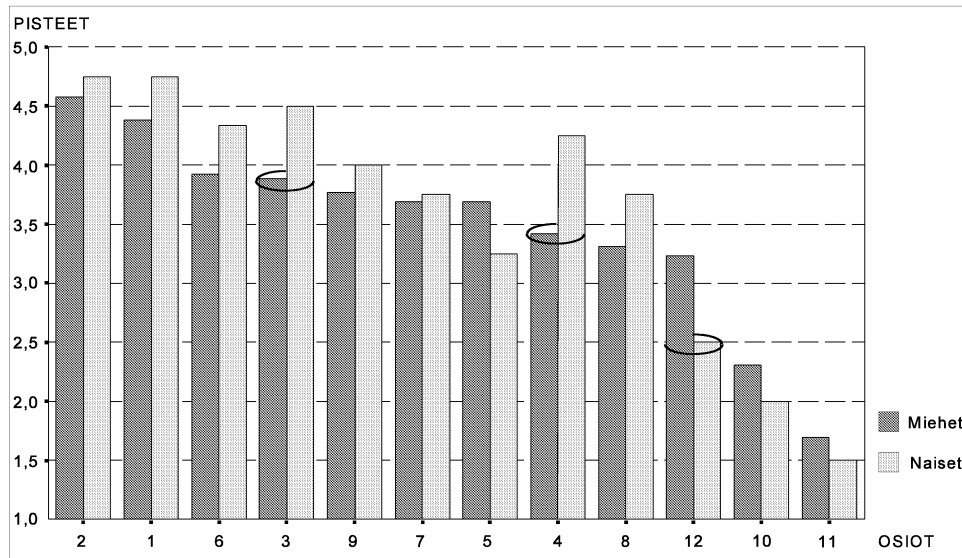
Tässä tutkimuksessa on yhtenä mielenkiinnon kohteena ja näkökulmana naisten ja miesten töiden myyttiin liittyvä, käsityön (etenkin teknisen työn) opetusjärjestelyjen erilaisuus tyttöjen ja poikien kohdalla (ks. Eduskunnan sivistysvaliokunta 1993; Hassi 1988). Vähäisemmän kiinnostuksen ja opetuksen vuoksi naiset hakeutuvat selvästi miehiä harvemmin sovelletun teknologian aloille opiskelemaan (Heinonen 1996).

Edellä mainitun perusteella päätettiin selvittää alustavasti, miten naisten ja miesten vastaukset eroavat tässä tutkimusaineistossa. Koska naisia oli vastaajien joukossa vain neljä, ei analyysin tuloksista voi tietenkään tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Niiden perusteella voidaan kuitenkin laatia alustavia oletuksia. Seuraavat miesten ja naisten vastausten keskiarvojen perusteella laaditut histogrammit on piirretty erikseen tavoitteiden, menetelmien ja sisältöjen osalta. Niistä voidaan havaita, että yleisesti tarkasteltuina miesten ja naisten arvioinnit eivät eroa merkittävästi toisistaan. Muutamissa kohdissa on kuitenkin nähtävissä aika selviä eroja. Tarkastelen niistä selvimpiä lyhyesti kuvioittain.



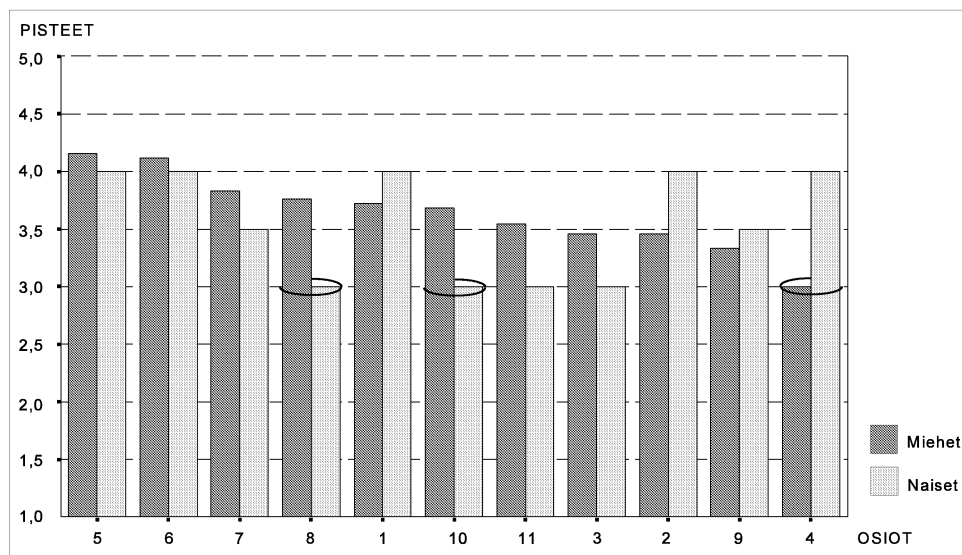
KUVIO 15 Opiskelutavoitteet miesten ja naisten arvioimana

Tavoitteiden selvimmät eroavuudet mies- ja naisvastaajien näkemyksissä ovat osioissa 9 (arvioidaan teknologisen maailman kehittymistä [mikä on oikein, mikä väärin] ja otetaan kantaa sen yhteiskunnallisiin seurauksiin) ja 7 (tutustutaan kestäväen kehityksen aikaansaamiseksi eri materiaalien ominaisuuksiin, niiden kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön). Naiset pitävät mainittuja asioita teknologiakompetenssissa selvästi hyödyllisempinä kuin miehet. Miehet puolestaan pitävät tavoitetta 15 (opetellaan tekemään kodin pieniä remonttitoita [esimerkiksi seinien maalaus ja tapetointi]) ja tavoitetta 11 (tutustutaan yrittäjyyteen, tuotantolämään ja teollisuuden toimintatapoihin) hyödyllisempinä kuin naiset.



KUVIO 16 Opiskelumenetelmät miesten ja naisten arvioimana

Opiskelumenetelmien arvioinneissa oli selviä eroja ainoastaan kolmessa kohdassa. Osioita 4 (käyttöohjeiden ja ohjekirjojen avulla työskentely) ja 3 (omavastuinen etätöskentely, esimerkiksi oppimistehtävien tekeminen, tietojen hankinta haastattelulla, tietokoneavusteinen suunnittelu) naisvastaajat pitivät selvästi miehiä hyödyllisempinä. Miehet puolestaan pitivät osiota 12 (alan kilpailu- ja näyttelytoiminta [osallistuminen oman koulun, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla]) selvästi hyödyllisempänä kuin naiset.



KUVIO 17 Opiskeluympäristöt miesten ja naisten arvioimana

Opiskeluisältöjen hyödyllisyyden arvioissa selviä eroja on kohdissa 4, 8 ja 10. Neljättä osiota (askartelu, esimerkiksi pienoismallien rakentelu, lennokit, leijat, kuumailmapallot, materiaalituntemus) naiset pitivät hyödyllisempänä kuin miehet. Miehet puolestaan pitivät osoita 8 (sähköalan sallitut työt, esimerkiksi lampun vaihto, sulakkeen vaihto, valaisimen vaihto, pistorasian korjaus, jatkojohdon teko, tv- ja radioantennin asennus, sähköturvallisuus) sekä osiota 10 (muut kodin työt, esimerkiksi lukkojen, saranoiden ym. huolto, tiivisteiden vaihto esim. vesihanaan tai pesukoneeseen, WC-laitteiston huolto ja säätö, koukut ja proput eri materiaaleihin, jätteiden lajittelu ja hyötykeräys, työvälineiden, esim. saksien, veitsien, kirveiden ja sahan teroitus) hyödyllisempinä kuin naiset.

Yhteenvetona tarkastelusta voidaan havaita, että miesten ja naisten vastaukset erosivat vain vähän toisistaan. Suurimmaksi osaksi erot selittyvät normaaleina vastausten hajontoina. Vastauksissa näkyy kuitenkin muutamia eroja, jotka antavat viitteitä kulttuurissamme edelleen vallitsevasta naisten ja miesten töiden myytistä. Saatua tulosta voidaan pitää yllättävänä, koska meillä jo pitkään on korostettu miesten ja naisten tasa-arvoa esimerkiksi kodin askareissa sekä kodin laitteiden kunnosta huolehtimisessa. Nähtävästi saatu tulos heijastelee yhteiskunnassa ja koululaitoksessakin edelleen vallitsevaa näkemystä, että teknisluontoiset asiat ovat muka poikien ja miesten alaa.

#### 4.4.1.2 Faktorianalyysiin perustuva tulkinta

Tässä tutkimuksessa on keskeisenä kysymys teknologian, teknologiakompetenssin ja teknologiakasvatuksen kuvailujärjestelmän luomisesta. Jotta saataisiin edellä olevia tuloksiakin yleisemmällä tasolla olevaa tietämystä toiminnallisen teknologiakompetenssin rakenteesta, päätettiin selvittää faktorianalyysin hyödyntämismahdollisuudet. Sen avulla voidaan tutkia keskenään korreloivia muuttujia ja löytää sellaisia uusia muuttujien ryhmiä, joilla on keskenään yhteisiä ominaisuuksia. Täten on mahdollista tiivistää yhteistä aluetta koskevaa tietoa entistä harvalukuisempiin muuttujiin eli faktoreihin.

Koska tässä käytetyn mittarin rakenne on lähellä intervalliasteikkoa, faktorianalyysin suorittaminen on sen puolesta mahdollinen. Jos tuloksia halutaan yleistää koskemaan muitakin kuin käytettyä asiantuntijaryhmää (N=30), vastaajien määrän pitäisi olla ainakin kaksi kertaa suurempi kuin tässä. Kun tässä tutkimuksessa mukana olevat asiantuntijat on lisäksi valittu mukaan harkinnanvaraisesti, niin vastaajaryhmä on jokseenkin yhtenäinen ja faktorianalyysin tulokset kuvaavat siis vain tämän ryhmän käsityksiä. Suoritettu analyysi toimii tiedon tiivistämisen lisäksi kompetenssirakenteiden validuden (sisällöllinen käsitevaliditeetti) tarkistuskeinona.

Analyysin tekemisessä edettiin eksploraatiivisesti. Aluksi laskettiin alueittain muuttujien interkorrelaatiot ja tulostettiin korrelaatiomatriisit. Niiden determinantin arvot, jotka kuvaavat analyysimallin selitysvoimaa, KMO:n arvot sekä p-arvot osoittavat selvää korreloituneisuutta muuttujien välillä (ks. liitteet 7, 8 ja 9), joten faktorianalyysin suorittaminen näytti myös niiden perusteella olevan mahdollista (Nummenmaa, Konttinen, Kuusinen & Leskinen 1997, 250).

Rotaationa käytettiin vinokulmaista oblimin-rotatiota, koska se antoi tulkinnallisesti selvemmän tuloksen kuin varimax-rotatio. Faktorien määrän arvioimiseksi suoritettiin kullakin alueella ensin SPSS-tilasto-ohjelman (versio 6.1 for Windows) avulla alustava faktorointi pääakseliratkaisua käyttäen (principal axis solution). Samassa laskennassa ohjelma tulostaa myös muuttujien kommunaliteetti-arvot (communality). Ne kuvaavat sitä, kuinka paljon tarkasteltavana olevalla muuttujalla on yhteistä varianssia muiden faktoreiden kanssa. Mitä suurempi muuttujan kommunaliteetin arvo on (välillä 0 - 1), sitä paremmin se mittaa kyseistä faktorirakennetta (Nummenmaa ym. 1997, 244). Kommunality-arvot olivat suurimmassa osassa muuttujia selvästi yli .40 (tulokinnassa mukana olevien muuttujien osalta vaihtelu oli välillä .30 - .94). Se osoittaa osaltaan, että mittarin rakennevaliditeetti on tulkintojen tekemiseen riittävä.

### Tavoitekuvausten faktorirakenne

Toiminnallisen kompetenssin tavoitelausumien arvioinneista suoritettussa laskennassa saatiin muuttujille liitteessä 7 esitetty korrelaatiomatriisi. Sen ominaisarvojen perusteella (kuvaaja korrelaatiomatriisin yhteydessä liitteessä 7) voisi päätellä, että jopa kuuden faktorin (arvot yli yhden) ratkaisu olisi mahdollinen. SPSS-ohjelman avulla ei tässä aineistossa voitu suorittaa laskentaa kuin kolmella faktorilla, koska kolmen viimeisen yli yhden olevan ominaisarvon muutosten suuruus ei ollut riittävä. Päädyttiin siis kolmen faktorin ratkaisuun. Ensimmäinen faktori selittää 28 %, toinen 15 % ja kolmas 7 % muuttujien vaihtelusta. Yhdessä ne selittävät lähes 50% muuttujien kokonaisvariانسsista. Taulukossa 16 on esitettyinä lopullisen faktorianalyysin tulokset.

TAULUKKO 16 Tavoitelausumien oblimin-rotatoitu latausmatriisi sekä muuttujien kommunaliteetit ja ominaisarvot

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Communality
14	.92	-.04	-.09	.90
15	.85	-.12	-.09	.77
13	.85	-.16	-.07	.75
16	.82	-.25	.17	.66
5	.71	.10	-.13	.59
2	.64	-.02	.24	.39
17	.55	.20	-.18	.45
6	.50	.39	-.01	.44
18	.21	.07	-.17	.10
9	-.06	.90	.13	.79
8	-.03	.68	.02	.46
3	.03	.60	-.10	.40

10	.04	.53	-.22	.38
4	-.10	.19	.05	.05
7	.19	.45	.84	.75
11	.17	.42	-.54	.64
1	.11	.18	-.46	.31
12	.14	.15	-.22	.12
Ominaisarvo	4.98	2.68	1.27	
% kokonaisvarianssista	27.7	15.0	7.0	

Faktorien nimeäminen oli selväpiirteistä. Ainoastaan faktoreiden viimeisten osioiden kommunaliteetit jäivät niin alhaisiksi, että ne eivät näyttäneet sopivan tähän faktoriratkaisuun.

Ensimmäinen faktori voidaan nimetä *kodin teknologian opiskelun* faktoriksi. Se muodostuu seuraavista tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
14 Opetellaan kunnostamaan kodin laitteita ja välineistöä	.92
15 Opetellaan tekemään kodin pieniä remonttitoita (esimerkiksi seinien maalaus ja tapetointi)	.85
13 Opetellaan kodin sallittuja sähkötoita	.85
16 Opetellaan huoltamaan suksia, polkupyörää, mopoa yms.	.82
5 Tutustutaan käytännön teknologisiin järjestelmiin, esimerkiksi kodin lämpö-, vesi- ja viemärinti- sekä ilmastointijärjestelmien toimintaan	.71
2 Opitaan teknisiä perustaitoja ja työturvallisuuden perusteita	.64
17 Tutustutaan erilaisiin teknisiin harrastuksiin, esimerkiksi lennokkirakenteluun	.55
6 Opitaan teknologista käsitteistöä ja teknistä piirtämistä	.50
18 Opetellaan asettamaan omia oppimistavoitteita ja arvioimaan omaa oppimistyöskentelyä	.21

Tässä faktorissa painottuvat suurilla latauksilla kotiin ja harrasteisiin liittyvät valmiudet (14, 15, 13, 16, 5 ja 17). Niiden opiskelu ja oppiminen edellyttävät turvallisen työskentelyn taitoja (2) sekä teknologisen käsitteistön hallintaa (6). Pienellä latauksella on mukaan tullut myös omien oppimistavoitteiden asettaminen ja niiden saavuttamisen arviointi (18). Vaikka se pinnallisesti tarkasteltuna ei näytä kuuluvan tähän ryhmään, se sopii syvällisemmin analysoituna mukaan oikein hyvin, sillä juuri kodissa itse suoritettavat huollot ja korjaukset edellyttävät itseohjautumisen taitoja. Lähes kaikki tässä luetellut asiat ovat niitä, joita opiskellaan peruskoulussa alkuopetuksen askartelusta lähtien käsitöiden sekä ympäristö- ja luonnontiedon integraatioprojekteissa (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 78 - 79). Muuttujalla 6 on melko suuri (.39) lataus myös kakkosfaktorissa. Se osoittaa, että se luonteensa puolesta sopisi kuvaamaan myös sitä ryhmää.

Toinen faktori nimetään *teknologian sovellusten arvottamisen* faktoriksi. Se muodostuu seuraavista tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
9 Arvioidaan teknologisen maailman kehittymistä (mikä on oikein, mikä väärin) ja otetaan kantaa sen yhteiskunnallisiin seurauksiin	.90
8 Tutustutaan teknologian historiaan ja kulttuurisiin vaikutuksiin	.68
3 Harjoitellaan teknistä ajattelua ja keksimistaitoja (ideoista tuotteiksi)	.60

10 Opetellaan käyttämään tietokoneita monenlaisissa töissä	.53
4 Tutkitaan luonnonilmiöitä ja luonnontieteitä sekä niiden teknologisia sovelluksia, esimerkiksi vivun käytännön sovelluksia	.19

Tähän faktoriin sisältyvistä variaabeleista kaksi ensimmäistä (9 ja 8) ilmaisevat selvästi teknologiaan liittyvien kehitystrendien pohdintaa ja sen perusteella tehtyjen johtopäätösten eettistä arvottamista. Pohdintaa on mahdollista syventää omakohtaisten kokemusten perusteella, jota puolestaan ilmentää osio 3. Sen mukaan harjoitellaan teknistä ajattelua ja keksimistaitoja. Variaabeli 10 eli tietokoneen monipuolinen käyttö ei näytä oikein sopivan tähän joukkoon. Voidaan kuitenkin ajatella, että tietokoneen käyttö liittyy kiinteästi luonnontieteiden ja teknologian sovellusten aikaansaamiseen sekä edustaa teknologian kehittymisen uusinta vaihetta. Muuttuja 4:n lataus on niin pieni, että se voidaan tässä jättää huomiotta.

Kolmas faktori voidaan nimetä lähinnä *kestävän kehityksen* faktoriksi. Se muodostuu seuraavista tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
7 Tutustutaan kestävän kehityksen aikaansaamiseksi eri materiaalien ominaisuuksiin, niiden kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön	.84
1 Opitaan suunnitelmallisen työnteon taitoa eli sitä, miten esimerkiksi ammattitaitoinen työntekijä taikka korjaaja työskentelee	.46
12 Opitaan käsityötaitoja eli opitaan tekemään erilaisia tuotteita käsityövälineillä	-.22
11 Tutustutaan yrittäjyyteen, tuotantoelämään ja teollisuuden toimintatapoihin	-.54

Kestävä kehitys (7) on tässä saanut selvästi suurimman latauksen. Se liittyy nykyään kiinteästi myös yrittäjyyteen sekä kaikkeen teollisuuteen ja tuotantoelämään (11). Tässä on huomattava sen jokseenkin suuri negatiivinen lataus. Sen voidaan olettaa tarkoittavan sitä, että tuotantoelämä ja kestävä kehitys käsitetään edelleenkin ikään kuin toisilleen vieraiksi, jopa vastakkaisiksi ilmiöiksi. Se antaa viitteitä oireesta, joka pitäisi ottaa vakavasti huomioon sekä teknologian kehittämässä että kasvatuksessa. Tämän faktorin ääripäissä olevat variaabelit ovat saaneet suhteellisen suuret lataukset myös toisella faktorilla (arvottaminen), ja ne sopisivat kyllä jokseenkin hyvin myös sinne.

### Menetelmäkuvausten faktorirakenne

Menetelmäosoiden arvioinneista suoritettussa laskennassa saatiin muuttujille liitteessä 8 esitetty korrelaatiomatriisi. Sen ominaisarvojen perusteella (kuvaaja korrelaatiomatriisin yhteydessä liitteessä 8) voi päätellä, että neljän faktorin (arvot yli yhden) ratkaisu olisi mahdollinen. SPSS-ohjelman avulla ei tässäkään pystytty suorittamaan faktorointia kuin kolmella faktorilla, koska kahden viimeisen yli yhden olevan ominaisarvon muutosten suuruus ei ollut riittävä. Päädyttiin siis tässäkin kolmen faktorin ratkaisuun. Kun vielä jätettiin faktoroinnin ulkopuolelle osiot 10 (mallin mukainen toiminta) ja 11 (sarjatyönomainen työskentely), joita asiantuntijat pitivät vain vähän tai ei lainkaan hyödyllisinä, selkeni faktorirakenne entisestään. Kuitenkaan muuttuja 1 (ryhmänä työskentely, sosiaalisuus eli yhteisvastuulliset menetelmät, esimerkiksi projekti- ja tiimityöskentely), ei istu tähän faktorirakenteeseen, koska sen kommunaliteetti on nolla, eikä siis käytetty faktoriratkaisu pysty selittämään sitä. Ensimmäinen faktori selittää 26 %, toinen

12 % ja kolmas 8 % muuttujien vaihtelusta. Yhdessä ne selittävät noin 46 % muuttujien kokonaisvarianssista. Taulukossa 17 esitetään menetelmälausumien lopullisen faktorianalyysin tulokset.

TAULUKKO 17 Menetelmälausumien oblimin-rotatoitu latausmatriisi sekä muuttujien kommunaliteetit ja ominaisarvot

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Communality
3	.96	.02	-.02	.94
2	.69	.18	.09	.53
6	.59	.03	-.09	.38
4	.51	-.20	-.12	.30
1	.01	.01	.00	.00
12	-.24	.74	-.55	.86
9	.07	.56	.16	.34
5	.22	.45	-.13	.33
8	.01	.02	-.68	.47
7	.23	-.06	-.54	.40
Ominaisarvo	2.57	1.22	.75	
% kokonaisvarianssista	26	12	8	

Ensimmäiselle faktorille voidaan antaa nimeksi *asioiden itsenäinen selvittäminen ja kokeilu*. Se muodostuu seuraavista tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
3 Omavastuinen etätyöskentely, esimerkiksi oppimistehtävien tekeminen, tietojen hankinta haastattelulla, tietokoneavusteinen suunnittelu	.96
2 Asioiden itsenäinen selvilleotto ja asioiden merkityksen arviointi, esimerkiksi kirjaston ja internetin käyttö	.69
6 Tutkiminen ja kokeilu, esimerkiksi lujuus- tai liimauskokeiden tekeminen	.59
4 Käyttöohjeiden ja ohjekirjojen avulla työskentely	.51

Faktorin tulkinta on hyvin selväpiirteistä, ja kaikilla variaabeleilla on siinä jokseenkin suuria latauksia. Oppimisteoreettisesti viimeinen variaabeli ei oikeastaan kuulu tähän joukkoon, koska kaikki muut osiot ilmentävät konstruktivistista oppimiskäsitystä, käyttöohjeiden ja ohjekirjojen avulla työskentely (4) taas behavioristista.

Toinen faktori voidaan nimetä *yrittäjämäisen toiminnan* faktoriksi. Se muodostuu seuraavista tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
12 Alan kilpailu- ja näyttelytoiminta (osallistuminen oman koulun, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla)	.74
9 Oman työskentelyn ja oppimistoimintojen arviointi sekä esitysten tekeminen oppimisjärjestelyjen parantamiseksi	.56
5 Vieraalla kielellä opiskelu eli kielen oppiminen toiminnallisissa yhteyksissä	.45

Tämän faktorin nimeäminen oli jossain määrin ongelmallista. Tarkastelun aluksi näytti siltä, että osiot eivät sisältäneet paljoakaan yhteisiä tekijöitä. Syvällisempi paneutuminen osoittaa kuitenkin, että yhteisenä tekijänä niissä on aktiivinen, tavoitteinen ja itseohjautuva toiminta, joka on leimaa antavana tekijänä juuri yrittäjämäisessä toiminnassa (Koiranen 1997; Soininen 1997, 55). Kyrö (1997, 226) nimittää sitä omaehtoiseksi yrittäjyydeksi, jossa oppija kokee itsensä toimintojensa subjektiksi ja oman osaamisensa tuotteistajaksi. Myös vieraan kielen opiskelu toiminnallisissa yhteyksissä edellyttää niitä samoja tekijöitä kuin mitkä kahdessa muussa variaabelissa painottuvat. Kaupankäynnin kansainvälistyminen osaltaan vielä lisää vieraiden kielten osaamisen merkitystä yrittäjyydessä.

Kolmannen faktorin nimeäminen oli selvää, ja sille voitiin antaa nimeksi *yhteistyö tuotantoelämän kanssa*. Se muodostuu seuraavasta kahdesta menetelmäosioista:

Variaabeli	lataus
8 Kummiyritystoiminta (yhteistyö paikkakunnan jonkin yrityksen kanssa)	-.68
7 Toiminnalliset opintokäynnit yrityksiin (opintokäynnin aikana oppilaat tekevät tutustumiskohteessa jotakin konkreettista eivätkä vain kulje esittelijän mukana)	-.54

Menetelmäryhmän ensimmäinen tehtäväosio "ryhmänä työskentely, sosiaalisuus eli yhteisvastuulliset menetelmät, esimerkiksi projekti- ja tiimityöskentely" ei korreloinut selvästi muiden osioiden kanssa minkään faktorin yhteydessä. Siten se oli jätettävä kokonaan tämän tulkinnan ulkopuolelle siitä huolimatta, että asiantuntijat pitivät sitä erittäin hyödyllisenä menetelmänä.



### Sisältökuvausten faktorirakenne

Sisältökuvausten arvioinnesta suoritettussa laskennassa saatiin muuttujille liitteessä 9 esitetty korrelaatiomatriisi. Sen ominaisarvojen perusteella (kuvaaja korrelaatiomatriisiin yhteydessä liitteessä 9) voi päätellä, että vain kolmen faktorin (arvot yli yhden) ratkaisu on mahdollinen. Kun vielä muuttujista poistettiin osio 4 (askartelu, esimerkiksi pienoismallien rakentelu, lennokit, leijat, kuumailmapal- lot, materiaalituntemus), jota asiantuntijat pitivät sisältöjen ryhmässä teknologian näkökulmasta vähiten hyödyllisenä, sekä osio 9 (huonekalujen ja kodin korjaus), jota asiantuntijat nähtävästi pitivät lähes samansisältöisenä kuin osiota 10 (muut kodin työt), oli mahdollista suorittaa analyysi. Ensimmäinen faktori selittää 41 %, toinen 15 % ja kolmas 12 % muuttujien vaihtelusta. Yhdessä ne selittävät 68 % muuttujien kokonaisvarianssista. Taulukossa 18 esitetään sisältölausumien lopullisen faktorianalyysin tulokset.

TAULUKKO 18 Sisältölausumien oblimin-rotatoitu latausmatriisi sekä muuttujien kom-  
munaliteetit ja ominaisarvot

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Communality
2	.91	-.06	.06	.86
3	.81	-.05	.19	.79
1	.80	.30	-.44	.79
5	.62	-.01	.15	.47
11	.10	.73	.09	.58
10	.12	.69	.36	.66
6	.23	-.48	.33	.47
8	-.01	.23	.96	.94
7	.31	-.02	.60	.57

Ominaisarvo	3.65	1.38	1.10
% kokonaisvarianssista	41	15	12

Ensimmäiselle faktorille voidaan antaa nimeksi *teknisen työn sisällöt*. Se muodos-  
tuu seuraavista tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
2 Metalliteknologia, esimerkiksi sahaus, viilaus, poraus, pehmytjuotto (esim. tinaliitos), kovajuotto (esim. hopeajuotos), kaasu- ja sähköhitsaus, pakotus (esim. kuparilevyn muotoilu pakotusvasaralla), niittäus, pintakäsittely, materiaalituntemus	.91
3 Muoviteknologia, esimerkiksi taivutus, liimaus, pintakäsittely, muovilajit ja materiaalituntemus	.81
1 Puuteknologia, esimerkiksi mittaaminen ja merkitseminen, sahaus, poraus, höyläys, talttaus ja vuolu, sorvaus, liitosten tekeminen, pintakäsittely, materiaalituntemus	.80
5 Sähköoppi ja elektroniikka, esimerkiksi sähköilmiöiden perusteet, paristot, akut, aurinkokennot, elektroniikan komponentit, laiterakentelu (esim. vilkkuvalo)	.62

Tällä faktorilla kaikki lataukset ovat sangen suuria. Faktori kuvaa hyvin maamme perustuotannon pääsektoreita eli esille tulevat metalli-, kemian- ja metsäteollisuus. Voidaan myös todeta, että se koostuu perinteisistä peruskoulun teknisen työn sisältöalueista. Koulun opetusjärjestelyissä painottuvat puutyön sisällöt edelleen selvästi. Asiantuntijoiden painotuksessa metalliteknologia on saanut suurimmat lataukset. Se johtunee siitä, että maamme tuotantorakenteessa metallialan tuotanto on ylittänyt puualan ulkomaan vientitilastoissa. Myös muovitekhnologia (kemian teollisuus) pitäisi tämän mukaan ottaa entistä painotetummin opetussisältöihin.

Toisen faktorin selkeä nimeäminen tuotti hieman vaikeuksia. Kahden siinä voimakkaimmin latautuneen osion mukaan nimeän sen *huollon ja korjauksen* faktoriksi. Se muodostuu seuraavista tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
11 Vapaa-ajan varusteiden korjaus ja huolto, esimerkiksi polkupyörän vaijerien säätö ja vaihto, kumin paikkaus, suksien kunnostus ja siteiden kiinnitys, kalastusvälineiden huolto ja korjaaminen	.73
10 Muut kodin työt, esimerkiksi lukkojen, saranoiden ym. huolto, tiivisteiden vaihto esim. vesihanaan tai pesukoneeseen, WC-laitteiston huolto ja säätö, kourut ja proput eri materiaaleihin, jätteiden lajittelu ja hyötykeräys, työvälineiden, esim. saksien, veitsien, kirveiden ja sahan teroitus	.69
6 Tietotekniikka, esimerkiksi piirto-ohjelmien käyttö, taulukko-ohjelmien käyttö, tekninen piirtäminen (CAD), CNC-teknologia = tietokoneella ohjattujen työstökoneiden käyttö, ohjaus ja säätötekniikka, mekatroniikka	-.48

Tietotekniikan sijoittuminen samalle faktorille vaikeuttaa tulkintaa. Lisäksi sen negatiivinen lataus osoittanee, että tietotekniikka mielletään kauas vapaa-ajan varusteiden ja kodin huoltotöiden suorittamisesta. Kun tietotekniikka lisäksi saa suhteellisen suuren positiivisen latauksen kolmannella luonnontieteiden teknologian sovellusten faktorilla, se sopisikin siihen ryhmään paremmin. Joka tapauksessa tässä ei tietotekniikalla tarkoiteta pelkästään tavanomaista tietokoneen käyttöä, vaan erityisesti tietotekniikan monipuolista hyödyntämistä erilaisissa yhteyksissä. Silloin voidaan ajatella, että sitä voitaisiin ajatella molempien faktorien yhteydessä käytettäväksi eteen tulevien käytännön ongelmien ratkaisuihin.

Kolmannen faktorin tulkinta on selväpiirteistä. Sille voidaan antaa nimeksi *luonnontieteen ja teknologian sovellukset*. Se muodostuu seuraavista kahdesta tavoiteosioista:

Variaabeli	lataus
8 Sähköalan sallitut työt, esimerkiksi lampun vaihto, sulakkeen vaihto, valaisimen vaihto, pistorasian korjaus, jatkojohdon teko, tv- ja radioantennin asennus, sähköturvallisuus	.96
7 Mekaniikka, esimerkiksi kalteva taso, vipu, akselit ja laakerointi, voimansiirto ja vaihteistot, laiterakentelu (esim. rakenteluserjoista rakennukset, sillat, nosturit, kulkuvälineet yms.)	.60

Tässä faktorissa painottuvat selvästi käytännön ympäristö- ja luonnontiedon sekä etenkin fysiikan teknologiset sovellukset.

### **Yhteenveto**

Saadut tulokset ovat selkeitä ja samassa linjassa hyödyllisyysarviointien keskiarvojen perusteella saatujen tulosten kanssa. Lähes kaikkien tässä muodostuneiden faktoreiden sisällöt etenkin opiskelutavoitteiden ja -menetelmien osalta ovat keskiarvovertailussa arvioitu erittäin tai hyvin hyödyllisiksi. Opiskelumenetelmien kohdalla yhteistyö tuotantoelämän kanssa (kummiyritystoiminta) sekä opiskelulisältöjen huolto ja korjaus -faktorin tekijät on arvioitu kuitenkin vain jonkin verran hyödyllisiksi. Toisaalta se osoittaa, että saatu faktorirakenne kattaa jokseenkin hyvin koko selitettävän lähtöaineiston. Poikkeuksena on vain ryhmänä työskentely, yhteisvastuulliset menetelmät. Se osoittautui muuttujaksi, joka ei sopinut tähän faktoriratkaisuun. Se edustaa kuitenkin tärkeitä elämässä tarvittavia taitoja ja valmiuksia (Kaivo-oja ym. 1997, 36 - 37).

Tehty faktorianalyysi nostaa esiin myös uusia näkökulmia. Sellaisina voidaan pitää tavoitteiden osalta teknologisten sovellusten arvottamista sekä kestäväan kehitykseen pyrkimistä. Ne molemmat ovat nykyaikaan kuuluvia näkökulmia. Oikeastaan myös kodin teknologian ymmärtämiseen perustuva teknologian hahmottaminen on uusi näkökulma. Sitä voidaan pitää konstruktivistisena oppimisnäkökulmana, sillä juuri kodin teknologisten järjestelmien ymmärtäminen luo pohjan laajempien järjestelmien oppimiselle.

Menetelmien osalta kokeilun ja asioiden itsenäisen selville ottamisen painottuminen ja yrittäjämäinen toiminta perustuvat vahvaan itseohjautuvuuteen. Sitä puolestaan tarvitaan elinikäisen oppimisen ja opiskelun lähtökohtana. Yhteistyötä tuotantoelämän kanssa on vähitellen alettu pitää tärkeänä myös koulukasvatuksessa, ja sen käytännön toteutukset ottavat ensiaskeleitaan.

Sisältöjen osalta uutta on oikeastaan vain huoltoa ja korjauksia edustava faktori. Siinäkin korostuu taustalla olevien teknologisten ilmiöiden ymmärtämiseen tähtäävä opiskelu.

Teknisen työn sisällöt sekä luonnontieteen teknologiset sovellukset puolestaan viittaavat selvästi integraatiomahdollisuuksien järjestämiseen sekä opetus-suunnitelmien että käytännön työskentelyn tasolla.

#### **4.4.1.3 Teknologian kehitysnäkymät**

Kyselylomakkeen viidennessä osassa asiantuntijoilta tiedusteltiin osittain strukturoidulla kysymyksellä, minkälaiselta teknologian kehitys näyttää lähivuosikymmeninä. Jotta olisi saatu jonkinlaista yhtenevyyttä vastauksiin, annettiin suuntaavia esimerkkejä seuraavasti: mahdolliset trendit, painoalueiden muuttuminen, suunnittelun ja tuotannon sijoittuminen globaalisti.

Tehtävä innosti asiantuntijoita tarkastelemaan teknologian kehittymisen tulevaisuudennäkymiä hyvin monipuolisesti. Olen laatinut taulukkoon 19 tiivistelmän heidän tulevaisuuden näkemyksistään. Koska ne edustavat kokonaisuutena luvussa 3 käsiteltyä teknologian näkemyksellistä olemusta, oli järkevää sijoittaa lausuntojen ydinkohdat kuutiomallissa kuvattuun kolmeen ryhmään eli yhteiskunnan teknologiajärjestelmiä, innovaatioprosesseja sekä teknologian vaikutuksia käsitteleviin ryhmiin.

Tiivistelmän perustan muodostavat ne kannanotot, joita ainakin kaksi henkilöä on esittänyt. Lisäksi olen kursivoinut ne näkemykset, joita on esittänyt vähintään viidesosa (20 %) vastaajista. Olen kuitenkin ottanut mukaan myös sellaisia yksittäisiäkin näkemyksiä, joita itse pidän teknologian kehittymisen ymmärtämisessä tärkeinä. Kunkin asiantuntijan vastaukset alkuperäisinä ovat liitteessä 10.

TAULUKKO 19 Tiivistelmä teknologian tulevaisuudennäkymistä (kohdat, joita on esittänyt ainakin 20 % vastaajista, on kursivoitu) N=32

TEKNOLOGIAN RAKENNETEKIJÄT	TULEVAISUUDENNÄKYMÄT
Yhteiskunnan teknologiajärjestelmät	<p><i>Informaatioteknologia lisääntyy kiihtyvällä vauhdilla ja kansainvälistyy entisestään. Työntekijät eivät ole aikaan ja paikkaan sidottuja. Työn ja teknologian suhde muuttuu ratkaisevasti ja sen mukana myös työn käsite. Koti tulee entistä teknologisemmaksi, kodin tietojärjestelmästä tulee atk-, viihde-, osto- ja pankki- sekä politiikan päätöksiin vaikuttamisen kanava. Myös ympäristöteknologia, hyvinvointiteknologia ja geeniteknologia tulevat entistä tärkeämmiksi. Teknologiaa sisältävät tuotteet tulevat näkymättömältä rakenteeltaan yhä monimutkaisemmiksi (sulautetut järjestelmät), eikä tavallinen kuluttaja (eikä myöskään asiantuntija) pysty niitä huoltamaan tai korjaamaan (hybridituotteet). Se johtaa helposti toisaalta erityisasiantuntijoiden eliitin syntyyn, toisaalta tavallisen kuluttajan (uus)avuttomuuden tunteeseen. Reaktiona siihen saattaa olla myös se, että kuluttajat kieltäytyvät ostamasta kyseisiä tuotteita.</i></p>
Innovaatioprosessit	<p><i>Tulevaisuuden palveluyhteiskunnassa kaikki tarvitsevat teknologisten laitteiden käyttötaitoja. Niiden käyttö kuitenkin helpottuu entisestään käyttöliittymien kehittämisen ja inhimillistyvän automatiikan vuoksi. Tieteen ja teknologian kehitys kytkeytyvät toisiinsa siten, että teknologian käyttäminen, hallinta ja suunnittelu edellyttävät yhä enemmän luovuutta ja teknologian käsitteellistä ymmärtämistä. Kaikilla suoritusasoilla tarvitaan teknologian entistä syvällisempää osaamista. Yhden tieteen tekniikoista siirrytään hybriditekniikoihin eli monien tieteiden yhdistelytekniikoihin (esim. bio-sähkö-mekaniikka). Se asettaa yhä suurempia vaatimuksia matemaattis-luonnontieteelliselle perussivistykselle sekä muiden aineryhmien yhteistyölle. Teknokraattien ylivalta murenee, vaikka ammatillinen erikoistuminen lisääntyy ja kapea-alaisen erikoistietämyksen tarve kasvaakin rajusti. Globaalit ongelmakokonaisuudet on pakko ottaa teknologian kehittämisessä huomioon aikaisempaa monipuolisemmin. Teknologiakasvatus tarvitsee itselleen teoreettis-filosofisen pohjan, joka perustuu entistä laajempaan yhteisvastuullisuuteen ja kasvattaa nykyistä humanisempaan ja kokonaisvaltaisempaan näkemykseen. Globaali ajattelu ja arvopohdinta, johon liittyy herkkyys toisia ihmisiä ja luontoa kohtaan, ovat välttämättömiä tulevaisuuden teknologiakasvatuksessa. Kuluttaja saa lähes rajattomat mahdollisuudet informaation hankkimiseen esim. Internetin ja muiden sähköisten viestintävälineiden avulla. Tilanne voi johtaa myös uuslukutaidottomuuteen nyt siinä mielessä, että tiedon tulva heikentää vastaanottajan mahdollisuuksia arvioida sen luotettavuutta tai arvoa.</i></p>

(jatkuu)

TAULUKKO 19 (jatkuu)

Teknologian vaikutukset	<p>Globaali erikoistuminen näkyy tuotannossa siten, että tuotteet ja valmistusprosessit suunnitellaan korkean teknologian maissa ja etenkin työvaltainen valmistus sijoitetaan halvan työvoiman maihin. Näyttää siltä, että erot teknologian käytössä kasvavat entisestään köyhien ja rikkaiden (maiden) välillä. Toisaalta elintapojen muutokset vähäisempää aineellista hyvinvointia korostavaan suuntaan myös teknisesti kehittyneissä maissa ovat mahdollisia, jos se ymmärretään välttämättömäksi. <i>Ekologinen näkökulma korostuu ja monipuolistuu sekä kestäväen kehityksen vaatimus voimistuu entisestään.</i> Aletaan ymmärtää luonnonvarojen rajallisuus. Kierrätyksen ja uusien, vaihtoehtoisten energialähteiden tutkiminen ja kehittäminen tulee olemaan yhä tärkeämpää. Globaalin ekologisen käänteen uskotaan tapahtuvan vähitellen kuluttajien valintojen mukaisesti. Jos niin ei lähitulevaisuudessa kuitenkaan tapahdu, on edessä jonkinlainen pakkotilanne, esimerkiksi ekokatastrofi.</p>
-------------------------	--

### Yhteenveto

Yleisesti ottaen asiantuntijat pitivät teknologiaa myönteisenä asiana ja suhtautuivat hyvin optimistisesti sen kehittämismahdollisuuksiin. Kehittyminen jatkuu tulevaisuudessaakin voimakkaana erityisesti informaatioteknologian alalla. Se ilmenee erilaisten laitteiden määrällisenä lisääntymisenä kaikkialla sekä niiden tehokkuuden kasvuna ja käyttäjäystävällisyyden paranemisena. Jos käytettävyyden paraneminen jää pelkäksi fraasiksi, niin joidenkin asiantuntijoiden mielestä on vaarana, että kuluttajat kieltäytyvät ostamasta uusia laitteita. Kielteisenä puolena pidettiin teknologian kehittymisen ohjautumista yksinomaan taloudellisten (markkinavoimien) näkökantojen perusteella. Silloin teknologian päätöksenteko globalisoituu entisestään, elintasokuilu rikkaiden ja köyhien maiden välillä kasvaa ja runsaasti ruumiillista työtä edellyttävät tuotteet valmistetaan siellä, missä työvoima on halvinta.

Asiantuntijat olivat yhtä mieltä siitä, että tulevaisuudessa kaikki tarvitsevat yhä lisääntyvässä määrin teknologian käyttötaitoja. Vaikka he eivät yleisesti uskoneetkaan uuden ammattieliitin syntyyn eli ihmisten jakautumiseen A- ja B-kansalasiin, he olivat sitä mieltä, että teknologian alueen osaamiseen pitää panostaa jo oppivelvollisuuskoulussa.

Joidenkin asioiden kohdalla mielipiteet menivät ristiin. Esimerkiksi toisaalta todettiin, että teknologian nopea kehittyminen entistä monimutkaisemmaksi voi johtaa uusavuttomuuden tunteeseen. Toisaalta ennustettiin, että teknologian käyttö yksinkertaistuu ja helpottuu entisestään. Se, kuinka lopulta käy, riippuu tietenkin kuluttajien vaatimuksista. Tyydymmekö kuluttajina vaikeakäyttöisiin laitteisiin vai vaadimmeko käytettävyydeltään parempia?

Myönteisten ja kielteisten vaikutusten tasapainottamiseksi esitettiin sellainen kasvatusoptimistinen näkemys, että ihmiset voivat toiminnallaan saada aikaan haluamiaan tulevaisuuteen vaikuttavia muutoksia sekä voivat siten

ainakin jossain määrin valita ja luoda yhdessä toimien haluamansa tulevaisuuden. Yhtenä esimerkkinä siitä he pitivät ekologisen näkökulman sekä kestävästä kehityksen vaatimusten korostumista etenkin tuotannollisen teknologian aloilla.

#### 4.4.1.4 Toiminnallinen teknologiakompetenssi kokoavasti

Tulokset olivat kauttaaltaan hyvin johdonmukaisia, ja eri tarkastelukulmien näkemykset tukivat toisiaan. Faktorianalyttinen tulkinta muodostui selväpiirteiseksi. Uusimmissa, etenkin konstruktivistisissa oppimiskäsityksissä ja opetusteorioissa (ks. esim. Rauste-von Wright & von Wright 1996, 162; von Wright 1995, 19 - 30) korostetaan juuri tässä esille tulleita näkemyksiä etenkin opiskelutavoitteiden ja -menetelmien osalta.

Opiskelutavoitteissa asiantuntijat korostivat aivan samoin kuin konstruktivismissakin sitä, että tieto on dynaamista, monia tiedonaloja yhdistävää ja vähitellen täydentyvää. Se ilmenee oppimistoiminnassa siten, että oppija

- rakentaa omaa tietämystään aktiivisesti tutkimalla ja kokeilemalla eli ongelmanratkaisuprosessien avulla. Oppiminen on siis oppijan oman aktiivisen toiminnan tulosta.
- asettaa oppimistavoitteita sekä arvioi oman toimintansa tuloksellisuutta. Arviointi perustuu aina omien kokemusten tiedostamiseen ja ymmärtämiseen.
- organisoii uudelleen entistä kokemusmaailmaansa siten, että eri asiakokonaisuuksien välille syntyy uudenlaisia yhteyksiä (soveltaminen, asioiden arvottaminen ja luovuus). Opitun siirtovaikutus uusiin tilanteisiin riippuu tietorakenteiden jäsenyisyydestä ja oppimiskontekstin monipuolisuudesta.

Opiskelumenetelmien kohdalla asiantuntijat pitivät tärkeänä oppijan tai oppijaryhmän aktiivisen, tulevaisuuteen suuntautuvan toiminnan ja vastuuntunnon tukemista. Oppimistoiminnassa se näkyy

- asioiden itsenäisenä selvilleottona
- opiskelijan tai opiskelijaryhmän työskentelyn itsenäisyytenä. Työskentely voi tapahtua myös koulun ulkopuolella esimerkiksi paikkakunnan kirjastossa tai yrityksissä (yrittäjämainen toiminta ja yhteistoiminta tuotantoelämän kanssa).
- tietojen merkityksen arviointina sekä oman ja ryhmän työskentelyn tuloksellisuuden itsearviointina ja tehostamisena.

Opiskelusisällöt muodostavat osan opiskelukontekstista. Ne voidaan tämän tutkimuksen tulosten perusteella ymmärtää joustaviksi niin, että sisällöt valitaan paikkakunnan ja koulun resurssien mukaisesti. Teknologiakasvatuksen sisällöt vaihtuvat nopeasti myös sen vuoksi, että tekniikan kehitys etenee nopeasti.

## 4.5 Teknologiakompetenssin rakentuminen

Tähän asti esitellyt tulokset on mahdollista yhdistää peruskoulussa ja lukiossa hankittavan teknologiakompetenssin kuvaukseksi. (1) *Teknologian näkemyksellinen osa*, jota on analysoitu luvussa 3, muodostaa sen perustan. Siihen sisältyy yhteiskunnan teknologiajärjestelmien, teknologian kulttuuristen, yhteiskunnallisten ja

ympäristövaikutusten sekä teknologian innovaatioprosessien yleissivistyksellinen ymmärtäminen. Tässä luvussa kuvatut tutkimustulokset puolestaan muodostavat teknologisen sivistyksen kehittymisen (2) *toiminnallisen osan* ja samalla käytännön toiminnan tieto- ja taitoperustan. Koulutuksessa se jakaantuu opiskelutavoitteisiin, -menetelmiin ja -sisältöihin. (3) *Tulevaisuuden teknologisten mahdollisuuksien ennakointi* ja niiden pohdinta sitoo tässä kuvausjärjestelmässä näkemyksellisen osan ja toiminnallisen osan kokonaisuudeksi, teknologiakompetenssiksi.

Teknologiakompetenssia jäsennetään ja täydennetään koulussa opiskelijan omien teknologisten kokemusten ja valmiuksien pohjalta. Koulukasvatuksesta ja elämäkokemuksista muodostuu vähitellen *teknologisen yleissivistyksen pohja*. Teknologiakompetenssia pidetään tässä siis välineenä, jonka riittävä hallinta ja ajanmukaistaminen tuottaa teknologisen yleissivistyksen. Teknologian voimakas kehittyminen tuo kuitenkin mukanaan myös teknologiakompetenssin jatkuvan täydennyskoulutustarpeen ja siten elinikäisen oppimisen vaatimuksen.

Kuviossa 18 esitän, miten teknologiakompetenssin voidaan tämän tutkimuksen perusteella ajatella rakentuvan teknologisen tietoisuuden eri tasoista ja osista.



KUVIO 18 Teknologiakompetenssin rakenne  
Näkemyksellinen osa sisältää teknologian yleissivistyksellisen olemuksen ymmärtämisen. Sen voi ajatella toimivan yksilön teknologisen sivistyksen kehittymisen



holistisena ja eettisenä arvoperustana ja reflektiopintana. Siihen voidaan peilata toiminnallisella tasolla tehtäviä valintoja ja arvottaa sen avulla omia päätöksiä. Näkemyksellisellä tasolla liikkuvat ajatukset ja päätökset voivat tapahtua myös tiedostamattomasti alitajunnassa, mutta reflektoimalla niitä voidaan muuntaa tietoisiksi.

Mitä laajempi ja selkeämmin rakentunut näkemyksellinen taso on, sitä monipuolisemmin yksilö pystyy liittämään siihen uusia teknologian kehittymisen edellyttämiä valmiuksia. Toisaalta mitä syvällisemmin ihminen on pohtinut elämässä eteen tulevia teknologisia valintoja oman arvoperustansa kautta, sitä itsenäisemmin sekä mainoksista ja manipulaatiosta vapaana (liberal education) hän pystyy yksilönä, ryhmän jäsenenä ja mahdollisena poliittisena päättäjänä harkitsemaan ja perustelevaan ehdottamiaan tai valitsemaansa näkökantoja.

Toiminnallinen osa puolestaan on teknologisen sivistyksen käytännön tietoperusta. Tämän tutkimuksen valossa se muodostuu edellä kuvatuista tekijöistä. Jonkin toisen asiantuntijaryhmän arvioimana tekijät valikoituisivat oletettavasti ainakin jonkin verran tästä poikkeaviksi. Samoin asiantuntijoiden vapaasti esittämät näkemykset olisivat ainakin jonkin verran erilaisia kuin tässä ilmenneet. Siksi saatuja tuloksia kannattaa pitää vain sellaisina "totuuksina", jotka muuttuvat ajan, paikan ja teknologian kehityksen mukana. Niistä tehtyjä johtopäätöksiä ei myöskään ole viisasta yleistää suoraan muihin ainealueisiin.

Mitä yleisemmässä muodossa eri tekijät yksilön muistirakenteessa ovat, sitä suurempi on niiden käyttökelpoisuus ja sovellusarvo. Toisaalta käytännön ongelmien ratkaisuisa tarvitaan usein sangen spesifejä taitoja. Yleistettävyyttä ja erikoistuneisuutta ei tässä kannatakaan pitää toistensa vastakohtina tai toisensa poissulkevinä, vaan pikemminkin toistensa rikastuttajina.

## 5 KOHTI TEKNOLOGIAKASVATUKSEN TEORIAA

Edellisissä luvuissa selvitettiin teknologian olemukseen sekä teknologiakompetenssin näkemykselliseen ja toiminnalliseen rakenteeseen liittyviä tekijöitä. Ne voivat toimia teknologiakasvatuksen suunnittelua ja järjestämistä kuvaavan teorian peruslähtökohtina, mutta ne eivät kuitenkaan yksin riitä teknologiakasvatuksen teorian rakentamiseen. Tässä luvussa selvitetään, mitkä muut tekijät niiden lisäksi ovat teknologiakasvatuksen teoriassa välttämättömiä, ja etsitään vastauksia tutkimuksen kolmanteen ongelmaan, eli siihen, mitä teknologiakasvatuksen toteuttaminen peruskoulun, lukion ja opettajankoulutuksen opetussuunnitelmilta edellyttää.

Tutkimusprosessi etenee niin, että ensin tarkastellaan teknologiakasvatuksen käsitettä yleiseltä, teoreettiselta näkökulmalta, sitä täydennetään alan tutkijoiden ja tämän tutkimuksen kyselyyn osallistuneiden erityisasiantuntijoiden näkemyksillä ja lopuksi esitetään niiden pohjalta hypoteettinen malli uusien opetussuunnitelmien perusteiden laatimisen avuksi. Luvun lopuksi kokeillaan laaditun mallin toimivuutta analysoimalla sen varassa nykyisten peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteiden (1994) käyttökelpoisuutta teknologiakasvatuksen kannalta.

### 5.1 Haasteena opetuksen uudistaminen

Teknologia tiedonalana on tähän asti ollut pääasiassa insinööritieteiden aluetta, jossa sovelletaan erityisesti matemaattisten tieteiden ja luonnontieteiden tuottamaa tietämystä. Teknologian ammattialoille ei ole saatu tarpeeksi opiskelijoita, etenkin naisia ja siitä syytetään yleisesti peruskoulun ja lukion matematiikan ja luonnontieteiden opetusta (Viitaniemi 1996, 6). Väitetään, että matemaattisluonnontieteellistä opetusta on liian vähän, se on liian teoreettista, se jää oppilaille liian ulkokohtaiseksi tai se ei jostain muusta syystä kiinnosta etenkin tyttöjä (Väljærvi 1993, 140; Berry & Sahlberg 1995). Krauss (1994, 9) puhuu jopa epähausvinnollisen opetuksen aiheuttamasta fysiikan pelosta. Ojansivu (1998a; b; c) on

käsitellyt artikkelisarjassaan, millaisia vaikeuksia alan asiantuntijan suunnittelemat tietokoneen käyttöliittymät ja ohjelmat saattavat aiheuttaa tavalliselle käyttäjälle. Harvemmin on pohdittu, voisiko koulun teknologiakasvatus tuoda parannusta asiantilaan toimimalla oppilaille esimerkiksi matemaattis-luonnontieteellisen oppiaineen käytännön sovellusesimerkinä.

Aittolan ja Pirttijärven (1996) mukaan nykyinen koulutusjärjestelmämme ei tuota opiskelijoille valmiuksia tulevaisuuden yhteiskunnassa toimimiseen, vaan se kouluttaa heitä tietoisesti tai tiedostamattaan menneen teollisen yhteiskunnan toimintatapoihin. Nyt pitäisi ottaa opetuksessa huomioon muuttunut nuorisokulttuuri, tietokoneiden, tietoverkkojen ja satelliittikanavien mukanaan tuoma kansainvälisyys ja reaaliaikaisuus, kaupunkimaisen elinympäristön muutokset sekä koulutuksen ja työmarkkinoiden epävakaisuus (Aittola & Pirttijärvi 1996, 47; Välijärvi 1993, 12).

Hirsjärvi ja Hirsjärvi (1986) esittävät, että opetukseen pitäisi pyrkiä ottamaan menneisyyden ja nykyisyyden tarkastelujen rinnalle tietoisesti *tulevaisuusdimensio*. Sen avulla on oppilailla mahdollisuus saada aikaan ymmärrettävä linkki oppimisprosessiin ja muodostaa opiskelulle entistä selvempi merkitys tulevaisuuden suhteen. Tulevaisuussuuntautuneen kasvatuksen (future-oriented education) tulisi sisältää heidän mukaansa oppilaiden erilaisten tulevaisuudenkuvien ja vaihtoehtoisten tulevaisuuden mahdollisuuksien hahmottamista. Se harjoittaisi oppilaiden uteliaisuuteen, luovuuteen ja ongelmanratkaisuprosesseihin liittyviä valmiuksia ja samalla valmistaisi heitä toimimaan tarkoituksenmukaisesti muuttuvassa tulevaisuudessa (Hirsjärvi & Hirsjärvi 1986, 18 - 21).

Perinteisessä matemaattis-luonnontieteellisessä opetuksessa ja käsityönopeuksessa ei toistaiseksi ole pidetty edellä esitettyjä tarkastelukulmia ja tavoitteita tärkeinä. Yhteiskunnan nopea muutos tuo kuitenkin suuria haasteita myös koulun opetuksen uudistamiseen. Uusimmissa teknologiakasvatuksen kehittämissuunnitelmissa pyritäänkin selvittämään edellä mainittujen vaatimusten mukaisia opiskelujärjestelyjä jo peruskoulun alaluokilta lähtien (Parikka 1994, 48 - 49; Parikka & Rasinen 1994, 14 - 15).

## 5.2 Teknologiakasvatuksen teorian rakennusaineita

Teorialla tarkoitetaan suppeimmillaan jonkin käytännön ilmiön selittämistä tai kuvaamista järjestelmällisesti ja arkikokemuksia yleisemmässä muodossa. Kerlingerin (1973) esittämää teorian määritelmää käytetään sen selkeyden vuoksi usein kasvatuksen ja opetuksen alan kehittämistutkimusten tukena. Siinä teoria määritellään seuraavasti:

Teoria on sarja toisiinsa suhteutettuja käsitteitä, määritelmiä ja oletuksia, jotka esittävät systemaattisen kuvan ilmiöistä tarkentamalla siihen liittyvien variaabeleiden välisiä suhteita ilmiön selittämiseksi ja ennustamiseksi (Kerlinger 1973, 9).

Oheisessa teorian määrittelyssä painotetaan yhteisen käsitekielen ja niitä yhdistävän kuvailukehikon luomista tarkasteltavista ilmiöistä. Vasta sitten, kun julkilautettu kehikko on olemassa, on mahdollista olla jotakin mieltä tarkasteltavasta

käsittekokonaisuudesta. Muutoin käy helposti niin kuin vanhassa kansansanonnassa: "Toinen puhuu aidasta, toinen aidan seipäistä".

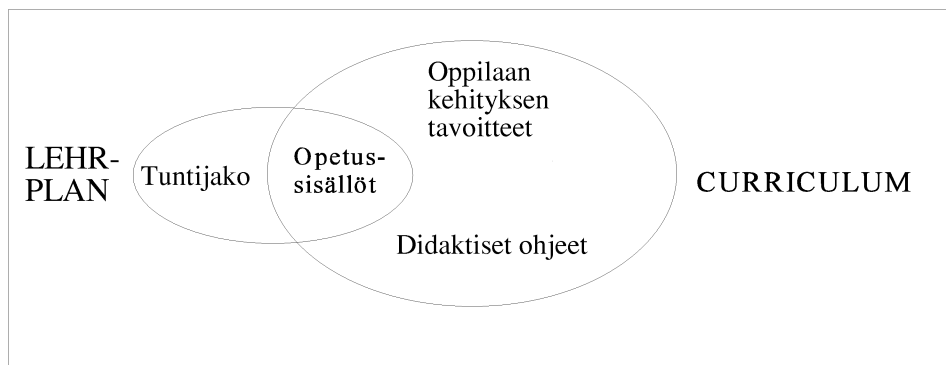
Niiniluoto (1984, 193) ja Lahdes (1991, 34; 1997, 10) esittävät teorioille myös normatiivisuuden vaatimuksen. Koska kasvatustiede on suunnittelutiede, se voi pyrkiä myös parantamaan vallitsevia käytänteitä, eikä sen tarvitse tyytyä pelkästään selvittämään kasvatuskäytänteiden tuloksia. Lahdes esittääkin kasvatustieteelliselle teorialle lisäksi seuraavia vaatimuksia. Sen pitää

- sisältää riittävästi perusväittämiä
- olla sisäisesti looginen
- olla todennettavissa
- kyetä ennustamaan
- olla yhtäpitävä empirian kanssa
- toimia opetusohjeiden lähtökohtana (Lahdes 1991, 48).

Viimeinen kohta sisältää implisiittisesti vaatimuksen, että opettamisesta täytyy syntyä oppimistuloksia. Seuraavissa luvuissa etsin perusaineiksi teknologiakasvatuksen teorian rakentamista varten. Tavoitteena on löytää ja kuvata sellaisia kehystekijöitä, joista olisi apua sekä valtakunnan tason opetussuunnitelman perusteiden laatimisessa että teknologiakasvatuksen tutkimuksen suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Opetussuunnitelmallisena taustateoriana on kokonaisvaltainen näkemys opetussuunnitelmasta (holistic curriculum). Lähtökohtana tässä on, että opetussuunnitelma voi sisältää 1) yhteiskuntapainotteisia, 2) tiedonalapainotteisia sekä 3) oppilas- (oppimis-) painotteisia tekijöitä. Painotukset voivat vaihdella tilanteen mukaan. Esimerkiksi tämän tutkimuksen alkuosassa ovat painottuneet yhteiskunnalliset ja tiedonalaan liittyvät tekijät. Tässä luvussa näkökulmaa käännetään opiskelijaan ja hänen oppimistoimintoihinsa opetussuunnitelmanäkemyksen kautta.

Ensisijaisena holistisuuden perusteluna on teknologian monitieteellinen ja tieteiden välinen olemus. Rakenteellisesti holistinen opetussuunnitelma voi Millerin (1988) mukaan sisältää piirteitä sekä lehrplan- että curriculum-tyyppisistä opetussuunnitelmista (Miller 1988, 24; Miller, Cassie & Drake 1990, 6). Tämä tutkimus kohdistuu sekä oppilaan kehityksen tavoitteisiin ja opetuksen sisältöihin että tuntijakoon liittyviin oppiainejärjestelyihin. Se antaa lähtökohtia sekä curriculum-perusteiselle opetussuunnitelma-ajattelulle että lehrplan-tyyppiselle suunnittelulle (Malinen 1985, 17 - 19). Malisen (1992) mukaan laadittu kuvio 19 havainnollistaa tilannetta.



KUVIO 19 Lehrplan- ja curriculum-opetussuunnitelmatyyppien vastaavuus (Malinen 1992, 15)

Teknologiakasvatuksen teorian alustavan selvityksen perustaksi olen tässä tutkimuksessa valinnut Lahdeksen (1986) ja Malisen (1992, 23) mukaisesti seuraavat opetussuunnitelman kehystekijät:

- 1 Yhteiskunnalliset
- 2 Tiedonalan erityispiirteet
- 3 Opetus- ja oppimisprosesseihin liittyvät tekijät, kuten opiskelutavoitteet, opiskelumenetelmät ja opiskelutavoitteet (Lahdes, 1986, 24).

Teoreettisen kehikon luomisessa tarvittavia keskeisiä determinantteja selvitän analysoimalla aluksi alan tutkijoiden määritelmiä teknologiakasvatuksesta. Määritelmät kohdistuvat pääasiassa edellä olevan kehystekijäluettelon toiseen kohtaan eli tiedonalan erityispiirteisiin. Täydennän niitä tässä tutkimuksessa haastattelujen asiantuntijoiden näkemyksillä teknologiakasvatuksen järjestämistä koulussa. Haastattelulla saatu tietämys puolestaan liittyy pääasiassa luettelon ensimmäiseen kohtaan eli yhteiskunnallisiin tekijöihin sekä joiltakin osin tiedonalan erityispiirteisiin. Edellisen luvun teknologiakompetenssin selvityksen tuloksina saadut tekijät liittyvät kolmanteen kohtaan eli opetus- ja oppimisprosesseihin.

Kaikkien kolmen kohdan tuloksista tiivistetystä aineistosta laadin lopuksi opettajankouluttajana hankkimani koulutuksen ja siinä saamieni kokemusten varassa hypoteettisen mallin teknologiakasvatuksen vaihtoehtoisista järjestämismahdollisuuksista koulussa. Se antaa vastauksen teknologiakasvatusta käsittelevään alaongelmaan, siis siihen, millä eri tavoilla teknologiakasvatus on mahdollista järjestää peruskoulussa, lukiossa ja opettajankoulutuksessa. Mallin käyttökelpoisuuden selvittämiseksi analysoin saadun aineiston avulla maamme peruskoulun ja lukion opetussuunnitelman perusteissa (1994) esitettyjä ratkaisuja. Valmis-teilla olevien uusien opetussuunnitelmien perusteiden tueksi osoitan, mitkä seikat tämän tutkimuksen mukaan ovat nykyisessä kohdallaan ja mitä asioita uusissa tulisi esittää toisin kuin nykyisissä suunnitelmissa.

### 5.3 Erilaisia käsityksiä teknologiakasvatuksesta

Teknologiakasvatuksen käsite ja siihen yhteydessä olevien tekijöiden kokonaisuus on hyvin moniselitteinen. Useimmiten se yhdistetään teollisuuteen ja sen tuotantoprosesseihin, mutta kouluoppimisessa ja opiskelussa ehkä yhtä usein pelkää tietotekniikkaan ja tietokoneen monipuoliseen hyödyntämiseen.

Esimerkkinä jälkimmäisestä näkemyksestä on koulutusteknologia, joka perustuu teknologiapohjaisiin oppimisympäristöihin (Aittola 1996, 3). Teknologiaa pidetään silloin lähinnä oppimisen välineenä, ja sitä opiskellaan vain harvoin teknologian olemuksen ymmärtämiseksi. Vastaavina voidaan pitää esimerkiksi kuntosalin teknisiä laitteita. Niitä opetellaan käyttämään liikuntatunneilla vain lihaskunnan harjoittelun välineinä, vaikka niitä voisi tarkastella myös yksinkertaisina mekaniikkaa, hydraulikkaa ja pneumatiikkaa sisältävinä teknologisina innovaatioina.

Toisenlaisia esimerkkejä teknologiakasvatuksen käsitteen tulkinnan moninaisuudesta tarjoavat vaikkapa kaksi viime vuonna valmistunutta väitöskirjatyötä. Niissä molemmissa pidetään teknologiakasvatuksen tarkoituksena teknologian olemuksen ymmärtämistä ja sen hyötykäytön oppimista. Autio (1997, 14) pitää teknologiakasvatusta käsityön osana, lähinnä teknisenä työnä, sekä toisaalta kaikkiin aineisiin kuuluvana integroitavana osana. Kankareen (1997) opinnäyte-työ käsittelee teknologian lukutaidon toteuttamismahdollisuuksia peruskoulussa. Vaikka hänkin sijoittaa Aution tapaan tutkimuksessaan sen teknisen työn alakäsitteeksi, hän tarkastelee teknologista lukutaitoa lähinnä viestinnän teorioiden viitekehyksessä (Kankare 1997, 102).

Edellä olevat esimerkit riittänevät perusteluksi sille, että teknologiakasvatuksen käsite pitää määritellä mahdollisimman kattavasti ennen kuin lähdetään etsimään sen teorian rakennusaineita.

*Teknologiakasvatuksen* (technology education, technological education, technology teaching, school technology) käsite on muodostettu yhdistämällä teknologian käsite ja kasvatuksen käsite. Teknologian käsitteen olen määritellyt edellisissä luvuissa. Tässä luvussa selvitan, millä eri tavoilla teknologian käsite on liitettävissä kasvatuksen käsitteeseen.

Tulkitsen tässä teknologiakasvatuksen laajasti kattamaan kaikkea käsiteltävän alan kasvatusta (education), koulutusta (education, schooling), opetusta (teaching, training) ja oppimista (learning) koskevaa toimintaa. Silloin siihen voi sisältyä 1) koulussa tapahtuvan kasvatuksen (intraschool education) lisäksi 2) koulun ulkopuolella tapahtuva, alan suunnitelmallinen kasvatusta (out of school education) sekä myös 3) koulun suunnitelmiin kuulumaton itseopiskelu (informal education, self-education) (Hirsjärvi 1983, 72 - 76). Otan teknologiakasvatukseen mukaan myös 4) teknologisten laitteiden ja ohjelmien avulla (with technology) tapahtuvan, opiskelupaikasta riippumattoman opetuksen ja opiskelun, josta meillä käytetään useimmiten käsitettä koulutus- tai opetusteknologia (educational technology, instructional technology, mediaeducation). Siinä suhde teknologiaan on välineellinen (ks. Kankare 1997, 48). Teknologian kohdalla kannattaa korostaa koulun ulkopuolella tapahtuvan oppimisen osuutta ja merkitystä, koska teknologian edustama toimintakulttuuri ilmenee erityisesti koulun ulkopuolisessa

(tuotanto)elämässä. Leimu (1994, 146) ehdottaa ihmisen elinympäristöstään saamien vaikutteiden kokonaisuudelle nimitystä elämän opetussuunnitelma (curriculum vitae) eli yksilön elämän aikana toteutunut "suunnitelma".

### 5.3.1 Alan tutkijoiden määritelmiä teknologiakasvatuksesta

Teknologiakasvatusta koskevia määritelmiä on esitetty jo yli kolmenkymmenen vuoden ajan, ja niitä on kertynyt runsaasti. Ne ovat kuitenkin pääasiassa yksittäisiä, tiettyä kokeilua tai tutkimusta palvelevia (Kananaja 1998, 7). Mutta jos edellytetään, että teknologiakasvatusta tulee tarkastella erityisesti yleissivistävältä näkökannalta, vähenee määritelmien määrä radikaalisti. Ongelmana on lisäksi se, että useimmat niistä ovat korostuneesti ainelähtöisiä ja tiedonalapainotteisia. Niissä puhutaan usein vain teknologian opettamisesta tai pelkästä teknologian olemuksesta ja esitetään vain harvoin riittävän selvästi yhteys oppimiseen, kasvatuustoimintaan tai edes johonkin yleisempään kehikkoon.

Seuraavaksi esittelen keskeisimpiä viime vuosina esitettyjä teknologiakasvatuksen määritelmiä. Olen valinnut mukaan vain sellaisia, joissa nostetaan esiin erilaisia, muista poikkeavia näkökulmia teknologiakasvatukseen. Olen kursivoinut määritelmien sisällöistä ydinkohdat. Niiden yhteenvedosta rakentuu tämän tutkimuksen perusmääritelmä teknologiakasvatuksesta. Siinä olen ryhmittänyt määritelmät näkökulmansa mukaan yhteiskunnallisiin, tiedonalan erityispiirteitä korostaviin sekä opetus-oppimisprosessia selittäviin.

#### **Yhteiskunnalliset määritelmät**

Hacker ja Barden (1988) painottavat, että teknologiaa pitää tarkastella monesta eri kulmasta, koska se vaikuttaa ihmisten jokapäiväiseen elämään yhteiskunnassa niin monella tavalla. *Teknologisesti sivistynyt ihminen ymmärtää teknologiaa ja osaa käyttää sitä ongelmien ratkaisussa.* Hän tarvitsee teknologista tietämystä elääkseen menestyksekkäästi teknologisessa maailmassa (Hacker & Barden 1988, 5 ja 20 - 21).

Kananaja (1993; 1998) esittää, että yleissivistävä teknologiakasvatusta on [teknologisesti] *kehittyneiden yhteiskuntien edellyttämää teknologian ymmärtämistä edistävää kasvatustyötä*, joka alkaa esiteollisesta teknologiasta ja jatkuu tämän päivän sekä tulevaisuuden yhteiskunnan teknologisiin tarpeisiin. Teknologiakasvatusta tarjoaa mahdollisuuksia kehittää tietotaitoa ja valmiuksia, joita tarvitaan esimerkiksi *ympäristöongelmien* valvontaan ja ehkäisyyn (Kananaja 1993, 297 ja 1998).

Flowers (1994) on sitä mieltä, että teknologiakasvatusta on *sovellettua filosofiaa*. Siinä *opitaan* esimerkiksi pelkän laudan höyläämisen sijaan *muotoiluprosesseja, ennakointia, arviointia, tuottamista ja markkinointia*. Innovatiivinen teknologiakasvatusta sisältää samoja prosesseja kuin filosofia. Teknologiakasvatukseen liittyy myös *kriittisyys teknologiaa itseään kohtaan* eli siinä painottuu eettinen kasvatusta (Flowers 1994, 6).

### Tiedonalan erityispiirteitä korostavat määritelmät

Dugger (1997) painottaa määritelmässään käytännön näkökulmaa. Hänen mukaansa teknologia on inhimillistä, *luovaa käytännön uudistamistoimintaa*. Siinä korostuvat tiedostamis- ja tuottamisprosessit. Niiden avulla ihminen pystyy kehittämään systeemejä, jotka ratkaisevat erilaisia käytännön ongelmia ja laajentavat hänen inhimillisiä mahdollisuuksiaan. Teknologiakasvatus on *toiminnallisuuteen perustuva kasvatusohjelma*, jossa käsitellään teknisiä välineitä, niiden kehitystä ja käyttöä teollisuudessa, tuotannollisia organisaatioita, niiden teknologisia järjestelmiä, resursseja ja tuotteita sekä niiden yhteiskunnallisia, kulttuurisia ja ympäristövaikutuksia (Dugger 1997, 36).

De Vries (1997) on sitä mieltä, että teknologiakasvatuksessa painottuvat seuraavat neljä determinanttia:

- 1 *Ekonomiaan ja yrittäjyyteen* liittyvät asenteet ja taidot eli laatuajattelu
- 2 *Insinööritieteisiin* suuntautuminen
- 3 *Ympäristötietoisuus*
- 4 *Yhteydet luonnontieteisiin* (de Vries 1997, 29 - 33).

De Vries korostaa myös *sukupuolten tasa-arvoa* teknologiakasvatukseen osallistumisen suhteen. Vaikka teknologia onkin hänen mukaansa toistaiseksi pääasiassa miesten suunnittelemaa, naiset käyttävät sitä työssään vähintään yhtä paljon kuin miehetkin (de Vries 1997, 33). Lisäksi hän painottaa Kananojan tavoin teknologiakasvatuksessa myös *ympäristöystävällisen tuotesuunnittelun* merkitystä (de Vries 1993, 285).

Mikulski (1998) määrittelee teknologiakasvatuksen hyvin monipuolisesti. Teknologiakasvatus on integraatioon ja kokemukselliseen oppimiseen perustuva oppiaine, jonka *tarkoituksena on kehittää opiskelijoiden tietämystä teknologiasta, sen kehittymisestä, systeemeistä, teknologioiden hyödyntämisestä sekä sen sosiaalisesta ja kulttuurisesta merkityksestä*. Se etenee *matemaattis-luonnontieteellisen tietämyksen sovellutuksista teknologisiin systeemeihin*, joita ovat rakentaminen, tuotteiden valmistus, kuljetus, bioteknologia, voima ja energia sekä kommunikaatio. Opiskelijoita innostetaan löytämään, luomaan ja ratkaisemaan ongelmia sekä rakentamaan tuotteita käyttämällä apuna erilaisia työvälineitä, koneita, materiaaleja, prosesseja, tietotekniikkaa ja teknologisia systeemejä. (Mikulski 1998.)

Lindh (1998) määrittelee teknologiakasvatuksen tiedon- ja taidonalaksi, jonka puitteissa syvennetään teknologian ymmärtämystä niin, että *oppijat* selviytyvät teknologiaa ja sen oppimista koskevista ongelmatilanteista, soveltavat niihin liittyvää tietämystä ja taitamista sekä *orientoituvat teknologiaa soveltavaan ammatilliseen ja tieteelliseen koulutukseen* (Lindh 1998, 93).

### Opetus-oppimisprosesseja selvittävät määritelmät

Parikka ja Rasinen (1994) korostavat oppijoiden teknologisia ilmiöitä koskevan *tietoisuuden heräämistä* oppimisprosessin seurauksena. Teknologiakasvatuksessa on keskeistä oppilaiden herkistyminen teknologisten ongelmien havaitsemisessa, kuvittelussa, erittelyssä, ymmärtämisessä, ratkaisemisessa sekä arvioinnissa. Edellä esitettyjä oppimis- ja kasvutuloksia voidaan yleisesti nimittää teknologiseksi yleissivistykseksi, eli valaista sitä, *miten teknologia vaikuttaa oppilaan maailmankuvan ja maailmankatsomuksen muodostumiseen* (Parikka & Rasinen 1994, 19).



### Tiivistelmä

Useimmissa määritelmissä käsiteltiin joko yhteiskuntaan taikka tiedonalan erityispiirteisiin liittyviä seikkoja. Opetus-oppimisprosesseja käsiteltiin määritelmässä vain vähäisessä määrin. Niistä puuttuu erityisesti näkemys oppilaiden persoonallisuuden kokonaisvaltaisesta kehittämisestä. Ekola 1991 pitää ammatillisen komponentin lisäksi persoonallisuuden kokonaisvaltaista kehittämistä keskeisenä tärkeänä koulutuksessa. Toiminnallisen, sosiaalisen ja emotionaalisen alueen pitäisi kytkeytyä opetuksessa vuorovaikutuksellisesti toisiinsa ja noudattaa opiskelijan kehittymisen ja oppimisen logiikkaa (Ekola 1991, 56).

Määritelmistä on poimittavissa seuraavat teknologiakasvatuksen näkökulmat ja painotukset:

- \* se on teknologisesti kehittyneiden yhteiskuntien edellyttämää, teknologian ymmärtämistä edistävää kasvatustyötä
- \* teknologisesti sivistynyt ihminen ymmärtää teknologiaa ja osaa käyttää sitä ongelmien ratkaisussa
- \* se on teknologisia ilmiöitä koskevan tietoisuuden heräämistä
- \* niissä painotetaan sitä, miten teknologia vaikuttaa oppilaan maailmankuvan ja maailmankatsomuksen muodostumiseen
- \* sen tarkoituksena on rakentaa opiskelijoiden tietämystä teknologiasta, sen kehittämisestä, systeemeistä, teknologioiden hyödyntämisestä sekä sen sosiaalisesta ja kulttuurisesta merkityksestä
- \* se etenee matemaattis-luonnontieteellisen tietämyksen sovellutuksista teknologisiin systeemeihin
- \* se on luovaa käytännön uudistamistoimintaa, joka perustuu toiminnallisuuteen
- \* se on sovellettua filosofiaa
- \* siinä opitaan esimerkiksi muotoiluprosesseja, ennakointia, arviointia, tuottamista ja markkinointia
- \* siinä opitaan kriittisyyttä teknologiaa kohtaan
- \* siinä oppijat orientoituvat teknologiaa soveltavaan ammatilliseen ja tieteelliseen koulutukseen (insinööritieteet)
- \* siinä painottuvat ekonomiaan ja yrittäjyyteen liittyvät asenteet ja taidot eli laatuajattelu
- \* sen tavoitteena on parantaa sukupuolten tasa-arvoa
- \* se sisältää ympäristökasvatusta ja ympäristöystävällistä tuotesuunnittelua.

Määritelmässä korostetaan sitä, minkälaiseksi teknologia muovautuu oppilaan maailmankuvassa silloin, kun hän teknologiakasvatuksen ansiosta itse pystyy käyttämään teknologiaa hyödykseen ja havaitsee voivansa vaikuttaa myös teknologian kehityksen suuntaan. Kyseessä on siis tulevaisuuteen suuntautunut kasvatusta, jonka tavoitteina ovat ne teknologiset valmiudet, joiden avulla tämän päivän oppijat ja tulevaisuuden aikuiset pystyvät 1) tekemään eettisesti kestäviä teknologiahyödykkeiden valintoja, 2) käyttämään niitä neuvokkaasti hyväkseen sekä 3) kehittämään entistä käyttökelpoisempia ja entistä vähemmän luontoa kuormittavia teknologisia ratkaisuja.

Määritelmässä on paljon samoja tekijöitä kuin teknologiakompetenssin käsitteessä. Niin pitää tietysti ollakin, koska juuri se osoittaa, että kyse on kompetenssiin sisältyvien teknologisten ilmiöiden oppimisesta.

### 5.3.2 Asiantuntijoiden näkemyksiä teknologiakasvatuksen järjestämisestä

Asiantuntijoille esitettiin kyselylomakkeella teknologiakasvatuksen järjestämismahdollisuuksista peruskoulussa ja lukiossa kolme avointa, osin strukturoitua kysymystä. Jotta olisi saatu jonkinlaista yhtenevyyttä vastauksiin, annettiin kysymysten tarkennukseksi sulkeissa joitakin suuntaavia esimerkkejä:

- 1 Miten peruskoulua ja lukiota pitäisi kehittää *teknologiakasvatuksen edistämiseksi*? (Esim. näkemykset yhteistyöstä ympäröivään tuotantoelämään, tiimi- ja projektityöstä, yrittäjyydestä, kansainvälisyydestä.)
- 2 Miten *teknologiakasvatusta tulisi opettaa* peruskoulussa ja lukiossa? (Esim. näkemykset aineiden välisestä yhteistyöstä erityisesti matemaattis-luonnontieteellisen alueen ja käsityökasvatuksen kanssa, erillisten oppiaineiden lisäämisestä/vähentämisestä.)
- 3 Miten *teknologiakasvatuksen opinnot pitäisi sijoittaa*? (Esim. järjestetäänkö teknologiakasvatuksen opintoja vuosittain ala-asteelta lukion loppuun, vain yläasteella ja lukiossa vai vain lukiossa?)

Asiantuntijat tarkastelivat teknologiakasvatuksen edistämisen- ja järjestämismahdollisuuksia hyvin monipuolisesti. Olen yhdistänyt tehtävien vastaukset ja laatinut niistä tiivistelmän taulukkoon 20. Vastausten ydinkohdat on ryhmitelty kolmeen ryhmään eli 1) kasvatuspäämääriä ja tavoitteita, 2) opiskelumenetelmiä sekä 3) opiskelusisältöjä käsitteleviin ryhmiin. Tiivistelmän runkomateriaaliksi olen valinnut kannanotoista ne, joita on esittänyt vähintään viidesosa (20 %) vastaajista. Lisäksi olen ottanut mukaan myös sellaisia yksittäisiäkin näkemyksiä, jotka täydentävät edellisten perusteella muodostuvaa kokonaiskuvaa teknologiakasvatuksesta.

Koska ensimmäinen tehtävä oli näistä yleisluonteisin ja kuvasi eniten koulun ja yhteiskunnan yhteyksiä, sen näkemykset muodostavat tiivistelmän perustan. Toisen ja kolmannen tehtävän vastaukset täydentävät esitettyjä yleisnäkemyksiä. Niiden pohjalta on syntynyt suurin osa yhteenvedon käytännön toteutus esimerkeistä. Kunkin asiantuntijan alkuperäiset vastaukset ovat liitteissä. Liitteessä 11 on ensimmäisen kysymyksen vastaukset (s. 196), liitteessä 12 on toisen (s. 200) ja liitteessä 13 kolmannen tehtävän vastaukset (s.204).

TAULUKKO 20 Tiivistelmä teknologiakasvatuksen edistämisehdotuksista (kohdat, joita on esittänyt ainakin 20 % vastaajista, on kursivoitu) N=32

Kohde	Edistämistoimenpiteet
<b>Kasvatuspäämäärä, tavoitteet, toteutusmerkkejä</b>	<p><i>Teknologinen yleissivistys pitää taata kaikille, niin tytöille kuin pojillekin. Teknologiaa tulee tarkastella kokonaisvaltaisena ilmiönä, humanistisen ja eettisen vastuun viitekehyksessä. Eettisten arvojen pitäisi olla pontimena kaikessa ihmistä ja ihmisen ympäristöä muokkaavaa toimintaa käsittelevässä keskustelussa ja kasvatuksessa. Toisaalta teknologia tulee käsittää tuotantoelämää ylläpitävänä sekä kansantuotetta tuottavana järjestelmänä.</i></p> <p>Teknologiakasvatuksen tavoitteena on, että opiskelijat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ymmärtävät <i>teknologian merkityksen ja mahdollisuudet sekä myös sen mukana tulevat ongelmat ja haitat.</i> Tämä tarkoittaa, että opiskelijan pitää saada kuva kestävästä kehityksestä, joihin liittyvät myös toimiva tuotantoelämä, yrittäjyys, kansainvälisyys ja kyky tiimityöskentelyyn</li> <li>* harjoittelevat <i>luovan ajattelun ja innovatiivisen suunnittelun taitoja</i> etenkin avoimissa oppimisympäristöissä niin, että <i>itseohjautuvuus ja kriittinen ajattelu</i> kehittyvät</li> <li>* hankkivat <i>kokemuksia myös teollisuuden ammattilailta</i> tutustumalla esim. yritysten, ammatillisten oppilaitosten ja tutkimuslaitosten toimintaan sekä suorittamalla niissä <i>työharjoittelua (näkemystä opiskelun tartuntapinnaksi ja ammatinvalinnan pohjaksi)</i></li> <li>* suhtautuvat <i>tekniisiin laitteisiin myönteisesti, arvostavat toiminnallista oppimista, käden taitoja sekä yleensä monenlaisia selviytymistaitoja.</i> Toiminnassa tulee <i>painottaa oivaltavaa luovuutta sekä laaja-alaista kokonaisuuksien ymmärtämistä.</i></li> </ul> <p>Opetusjärjestelyihin liittyy seuraavia ajatuksia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>teknologiakasvatusta lastentarhasta ja ala-asteelta lukioon: opetetaan kaikilla luokilla, painopisteenä peruskouluaika, lukioon valinnaisia erityiskursseja</i></li> <li>* <i>oma oppiaine &lt;----&gt; ei omaa ainetta; varattava tietty minimituntimäärä vuosittain</i></li> <li>* <i>teknologiakasvatus oppiainerajoja murtavaksi, integroivaksi aineeksi: yhteydet erityisesti matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin, mutta muitakaan integraatiosuuntia ei pidä sulkea pois</i></li> <li>* <i>yhteyksien parantaminen ympäröivään yhteiskuntaan sekä kansainvälisiin yhteishankkeisiin</i></li> <li>* <i>koulujen alueellinen erikoistuminen teknologiakasvatuksen osalta esim. urheilu- ja taidelukioiden tapaan</i></li> <li>* <i>yhteistyötä ammatillisen koulutuksen kanssa.</i></li> </ul>

(jatkuu)

## TAULUKKO 20 (jatkuu)

<b>Opiskelu- menetelmät, toteutus- esimerkkejä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>projekti- ja tiimityöt</i> ovat sopivia keinoja sellaiseen <i>yhteistoiminnalliseen oppimiseen</i>, jossa opitaan luontevasti myös omaa toimintaa laajempaan yhteisvastuullisuuteen sekä ottamaan kantaa yleisiin teknologiaa koskeviin asioihin</li> <li>* yhteistyötä ja vuorovaikutusta pitäisi saada lisää myös ammatillisiin kouluihin, yliopistoihin, aikuiskoulutusyksiköihin ja tutkimuslaitoksiin</li> <li>* <i>teknologian, käsityön ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden yhteisprojekteilla</i> on mahdollista luoda vankka <i>matemaattis-luonnontieteellinen yleisnäkemys</i></li> <li>* skenaariomenetelmillä on mahdollista käsitellä kokonaisvaltaisella tavalla nykyisiä ongelmia (esim. luonnon ja ympäristön tilaa, kestäväää kehitystä, työttömyyttä, köyhyyttä) sekä etsiä teknologian mahdollisuuksia ratkaista niitä</li> <li>* esim. energian käytön, raaka-ainelähteiden, raaka-aineen käytön ja raaka-aineen uudelleenkäytön osalta voidaan järjestää harjoituksia, joissa toimintaa suunnitellaan uudella, entisestä poikkeavalla tavalla. Keksitään uusia strategioita, miten voitaisiin selvittää vähemmällä tuotteilla, vähemmällä energialla, vähemmällä raaka-aineella sekä myös pienemmällä hankinta-, kuljetus- ja jäteongelmilla</li> <li>* teknisen alan ammattilaisten vierailut kouluissa</li> <li>* <i>verkottuminen ja kansainväliset yhteishankkeet</i> korkean teknologian maiden kummikoulujen ja myös kehitysmaiden koulujen kanssa.</li> <li>* teknisten käytännön ongelmien parissa työskentely, käden taitoja ainakin "kotitarpeeksi".</li> </ul>
<b>Sisällöt, toteutus- esimerkkejä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* opetuksen pitäisi aina sisältää yhteydet teollisiin ilmiöihin, siksi <i>yhteistyö ympäröivään tuotantoelämään, yrittäjyys ja kansainvälisyys</i> ovat tärkeitä</li> <li>* <i>teknologisten järjestelmien toiminnan ymmärtäminen</i>. Järjestelmät muodostavat näkymättömän verkoston, jonka avulla ihmisten osaaminen ja kanssakäyminen saadaan optimoiduksi</li> <li>* raaka-aineiden käyttö (luonnonvarat), tuotantomenetelmien valinta (energian käytön, ympäristöhaittojen minimointi) ja uusiokäytön mahdollisuudet pitäisi käsitellä opetuksessa</li> <li>* ammatillisten oppilaitosten käsittelemiä sisältöjä ja niiden teknisiä perusteita</li> <li>* keksintöjen tekeminen</li> <li>* muotoilu suunnittelun osa-alueena tärkeää esteettisessä ja kaupallisessa mielessä</li> <li>* tietotekniikka ja elektroniikka.</li> </ul>

Kannanotoissa olivat enemmistönä tavoitteisiin ja menetelmiin liittyvät näkemykset. Sisältöjä koskevia ideoita oli edellisiä vähemmän. Erityisesti seuraavat seikat tulivat esille:

- \* Teknologinen yleissivistys pitää taata kaikille, niin työtöille kuin pojillekin.
- \* Eettisten arvojen pitäisi olla keskusteluissa ja kasvatuksessa lähtökohtina.
- \* Teknologia tulee käsittää tuotantoelämää ylläpitävänä sekä kansantuotetta tuottavana järjestelmänä.
- \* Tavoitteena on ymmärtää teknologian merkitys ja mahdollisuudet sekä myös sen mukana tulevat ongelmat ja haitat.
- \* Opiskelussa painottuvat oivaltavan luovuuden ja innovatiivisen suunnittelun taidot sekä itseohjautuvuus ja kriittinen ajattelu.
- \* Opetusjärjestelyissä mahdollistetaan teknologiakasvatus lastentarhasta ja ala-asteelta lukioon.

- \* Teknologiakasvatus toteutetaan oppiainerajoja murtavana, integratiivisena kokonaisuutena, jolla on yhteyksiä ympäröivään yhteiskuntaan, kansainvälisiin hankkeisiin sekä ammatilliseen opetukseen.

Joihinkin myönteisinä pitämiinsä seikkoihin asiantuntijat suhtautuivat samanlaisesti myös kriittisesti. Esimerkiksi yrittäjyyskasvatuksen huonona puolena pidettiin sitä, että sen taustalla on usein pyrkimys voimistaa myös turhaa tuotantoa ja kulutusta. Lisäksi epäiltiin, että yrittäjyys kasvatustavoitteena jää pelkäksi kliseeksi, jos se ei jo lähitulevaisuudessa pysty selviin näyttöihin. Myös koulujen ja ympäröivän tuotantoelämän yhteistyön pelättiin jäävän usein pelkäksi aikaa vieväksi kulussiksi. Toisaalta ehdotettiin myös, että paikallinen tuotantoelämä pitäisi jopa velvoittaa tekemään koulujen kanssa yhteistyötä.

Monet pitivät tärkeänä teknologiakasvatuksen tuomista kaikkeen opettajan-koulutukseen. Yleissivistävän teknologiakasvatuksen pitäisi asiantuntijoiden mukaan olla opettajankoulutuksen yksi osa-alue. Silloin olisi mahdollista järjestää opiskelua, jossa opiskelijoille tarjottaisiin käytännön toimintamalleja myös teknologisista innovaatioprosesseista. Yleisesti teknologiakasvatuksella voitaisiin lievittää yhteiskunnan mahdollista polarisoitumista ja sen mukanaan tuomaa eriarvoistumista.

### 5.3.3 Tiivistelmä ja johtopäätökset

Teknologiakompetenssi on teknologiakasvatuksen keskeisen lähtökohta. Sen sekä edellä käsiteltyjen alan tutkijoiden ja asiantuntijoiden näkemysten perusteella on mahdollista tehdä päätelmiä teknologiakasvatuksen opetusjärjestelyjen vaihtoehtojen rakennetta kuvaavan mallin kehittämiseen. Niistä on mahdollista löytää myös erilaisia viitteitä ja ideoita teknologiakasvatuksen käytännön toteuttamiseen.

Kuvaan ensin teknologiakasvatusta selittävää mallia kokoamalla yhteenvedon tähänastisista tuloksista. Ne voidaan ryhmittää teknologiakasvatusta jäsentäväksi vaatimuksiksi, jotka liittyvät 1) näkemykselliseen osuuteen, 2) oppiaineisiin ja aihekokonaisuuksiin sekä 3) oppiaineiden ryhmittelyyn ja oppimisprojektien integraatioon. Yleiset vaatimukset ja oppiaineita ja aihekokonaisuuksia koskevat vaatimukset ovat pääasiassa lehrplan-tyypin asioita, kun taas oppiaineiden ryhmittelyä sekä oppimisprojektien integraatiota koskevat vaatimukset antavat opetussuunnitelmien valmistelijoille curriculum-tyyppistä tietoa.

#### 1 Näkemykselliseen osuuteen liittyvät vaatimukset:

- \* opetuksen tulee tarjota kaikille sukupuolesta riippumatta samat teknologian opiskelumahdollisuudet
- \* opiskelujärjestelyjen tulee antaa laaja-alainen näkemys yhteiskunnan teknologisista rakenteista sekä teknologian, yhteiskunnan ja kulttuurin vuorovaikutuksesta
- \* opiskelussa pitää harjaannuttaa teknologian käytännön kehittämistyössä tarvittavia taitoja (luovuutta, innovatiivisuutta ja riskinottoa) sekä selvittää teknologian läheistä liittymistä tuotantoelämään ja kaupankäyntiin
- \* teknologiakasvatuksen tulee perustua tulevaisuuden näkymien kuvitteluun (future oriented education)
- \* teknologiakasvatus pitää järjestää suunnitellusti ja sille pitää osoittaa tietty aikaresurssi sekä toteutuskonteksti, jotta sillä olisi selvää vaikuttavuutta.

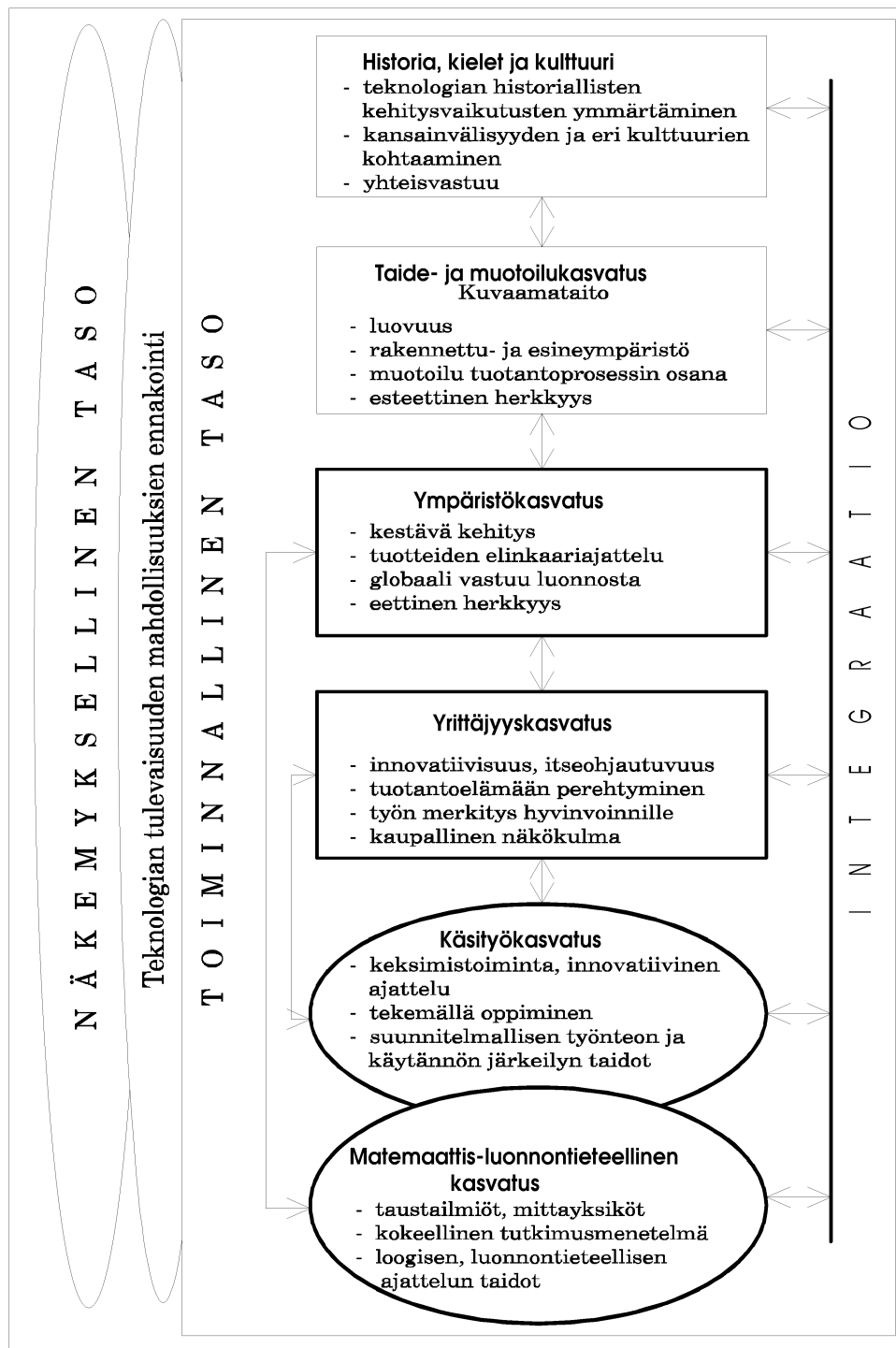
## 2 Oppiaineiden ja aihekokonaisuuksien sisältövaatimukset:

- \* matemaattis-luonnontieteelliset aineet
  - taustailmiöt, mittayksiköt ja niiden teoreettiset yhteydet
  - kokeellinen tutkimusmenetelmä
  - loogisen, luonnontieteellisen ajattelun taidot
- \* käsityökasvatus (erityisesti tekninen työ)
  - keksimistöiminta, innovatiivinen ajattelu
  - tekemällä oppiminen
  - suunnitelmallisen työteon ja käytännön järkeilyn taidot
- \* yrittäjyyskasvatus
  - innovatiivisuus, itseohjautuvuus
  - tuotantoelämään ja sen merkitykseen perehtyminen
  - työn merkitys kansakunnan hyvinvoinnille
  - kaupallinen näkökulma
- \* ympäristökasvatus
  - kestävä kehitys
  - tuotteiden elinkaariajattelu (ekotase)
  - globaali vastuu luonnosta
  - eettinen herkkyyks
- \* taide- ja muotoilukasvatus (kuvaamataito)
  - luovuus
  - rakennetun ja esineympäristön arvottaminen
  - muotoilu tuotantoprosessin osana
  - esteettinen herkkyyks
- \* historia, kielet ja kulttuuri
  - teknologian historiallisen kehittymisen ymmärtäminen
  - kansainvälisyys ja erilaisten kulttuurien kohtaaminen
  - yhteisvastuu.

## 3 Oppiaineiden ja aihekokonaisuuksien ryhmittelyä sekä oppimisprojektien integraatiota koskevat vaatimukset:

- \* teknologian näkemyksellinen osuus muodostaa kehyksen ja yleisen käsitteistön eri aineiden ja aihekokonaisuuksien integraatiota varten
- \* teknologiakasvatus perustetaan ainakin teknologian (tai teknisen työn) ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden (erityisesti kokeellisten metodien) yhteistyölle
- \* yrittäjyyskasvatus tarjoaa teknologiakasvatukseen kaupallisen näkökulman, ja ympäristökasvatus tuo siihen kestävä kehityksen vaatimuksen
- \* muu integrointi suoritetaan ottaen huomioon koulun resurssit ja sijaintipaikan elinkeinorakenne.

Olen koonnut edellä olevat vaatimukset teknologiakasvatuksen järjestämisvaihtoehtoja esitteleväksi malliksi kuvioon 20. Malli rakentuu niin, että siinä ajatellaan teknologian näkemyksellinen osuus opetettavaksi luokkatasoisittain etenevänä kokonaisuutena. Sen toteutuksessa perusmetodina on tulevaisuuden teknologisten vaihtoehtojen kuvittelulle rakentuva ja oppilaiden omasta elinpiiristä lähtevä ongelmakeskeinen työskentely. Toiminnallinen osuus toteutetaan painottaen sitä kunkin koulun sijaintikunnan omaleimaisuuden mukaan. Esitetyn mallin heikkoutena on se, että siinä tarkastellaan (toistaiseksi) teknologiakasvatusta vain koulun aineiden muodostamassa kehyksessä - koulun ulkopuoliset tahot puuttuvat kokonaan. Niiden voidaan kyllä ajatella olevan siinä mukana esimerkiksi teknologiakompetenssin toiminnallisen tason opiskelumenetelmien kautta (ks. kuvio 18).



KUVIO 20 Teknologikasvatuksen järjestämis- ja painotusvaihtoehdot

### Vaihtoehtoiset toteutustavat ja integraatiomahdollisuudet

Mallin pohjalta voidaan laatia holistiseen sekä konstruktivistiseen oppimisnäemykseen perustuvia toteutusvaihtoehtoja. Miller, Cassie ja Drake (1990) esittävät, että holistiset oppimisjärjestelyt voidaan toteuttaa integroituina niin, että ne voivat perustua 1) moneen oppiaineeseen (multidisciplinary), 2) oppiaineiden väliseen (interdisciplinary) työskentelyyn tai 3) monen aineen muodostamaan poikkitieteiseen (transdisciplinary) näemykseen (mts. 1990, 6).

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan käytännön opetusjärjestelyjen lähtökohdan muodostavat matemaattis-luonnontieteelliset aineet ja käsityökasvatus. Ne vastaavat opetuksen ydinaineesta ja mahdollisesti myös opetuksen integraation toteutuksesta (vrt. Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean loppumietintö 1989). Yrittäjyyskasvatus, ympäristökasvatus, taide- ja muotoilukasvatus sekä historia, kielet ja kulttuuri toimisivat integraatioprojekteissa koulun resurssien mukaisella painotuksella.

Teknologiakasvatuksen toteutuksen ulkopuolelle ovat jääneet esimerkiksi kotitalous, liikunta ja musiikki, vaikka niissä käytetäänkin nykyään runsaasti teknologista välineistöä. Muun muassa musiikissa käytetyt soittimet ovat aina edustaneet sodankäyntivälineiden ohella aikansa kehittyneintä teknologiaa. Nytkin musiikissa käytettävät elektroniset soittimet ja muu laitteisto edustavat usein selvästi huipputeknologiaa. Se, että ne eivät tässä tutkimuksessa tulleet esiin, ei estä kouluja omassa toteutuksessaan ottamasta niitä täysipainoisesti mukaan.

Mallissa esitetään teknologiakasvatuksen teorian kehittämistä varten osatekijöitä ja niiden välisiä yhteyksiä. Tämän tutkimuksen perusteella on mahdollista laatia niistä vain alustava luonnoshypoteesi. Selkeimmät yhteydet toiminnallisessa tasossa ovat matemaattis-luonnontieteellisen ja käsityökasvatuksen välillä. Sitä voidaan pitää *vahvana integratiivisena yhteytenä*, koska asiantuntijoista yli 20 % on pitänyt niitä tärkeinä. Olen kuvannut sen mallissa paksulla viivalla ja alueiden osittaisena päällekkäisyytenä.

Yrittäjyyskasvatuksen ja ympäristökasvatuksen välillä on *heikko integratiivinen yhteys*, koska niitä on useampi kuin yksi asiantuntija, mutta vähemmän kuin 20 % kaikista pitänyt tärkeinä. Olen kuvannut sitä mallissa keskipaksulla viivalla. Taide- ja muotoilukasvatus sekä historia, kielet ja kulttuuri on mainittu asiantuntijoiden tärkeysarvioinneissa vain yksittäisissä kannanotoissa. Niiden alueen olen rajannut kuvauksessa ohuella hiusviivalla. Lisäksi olen omiin näkemyksiini tukeutuen esittänyt, että etenkin käsityökasvatus ja yrittäjyyskasvatus sekä toisaalta luonnontiede ja ympäristökasvatus voivat toimia läheisessä yhteistyössä (Parikka, 1997). Sitä esittävät yhdysnuolet kuviossa.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan teknologiakasvatuksen järjestämiseksi esittää seuraavat vaihtoehdot:

- 1 oma oppiaine
- 2 vahva integraatio
- 3 joustava integraatio.

*Teknologiakasvatuksen oppiaine* olisi mahdollista muodostaa valtakunnan tasolla joko kokonaan tai osittain peruskoulun käsityöstä sekä lisäresurssien saamisella matematiikan ja luonnontieteiden ainealueista. Ratkaisussa siis koottaisiin yhteen



teknologian käytännön olemuksen mukaisesti siihen läheisesti liittyvät osat. Uuden oppiaineen nimenä voisi olla esimerkiksi teknologiakasvatus, teknologia- ja yrittäjyyskasvatus, teknologia ja talous tai teknologia ja tuotantoelämä taikka soveltava luonnontiede ja teknologia. Lukioon kyseinen ainealue pitäisi suunnitella ottaen huomioon sijaintipaikkakunnan erityispiirteet. Syntyvä aine huolehtisi koulun tasolla riittävästä integraatiosta muiden aineiden kanssa. Ratkaisun etuna olisi opetusjärjestelyjen yksinkertaisuus sekä alueen opettajankoulutuksen ja opettajien täydennyskoulutuksen helppo toteuttaminen.

*Vahva integraatio* perustuisi tämän tutkimuksen mukaan teknologiakasvatuksen kunnan ja koulun tason toteutukseen, jossa vastuuaineryhminä toimisivat matemaattis-luonnontieteelliset aineet ja nykyinen käsityö. Rakenteeltaan ja toteutukseltaan järjestely olisi huomattavasti edellistä monimutkaisempi ja vaatisi koulun tasolla selviä integraatiosuunnitelmia. Myös opettajien perus- ja täydennyskoulutus pitäisi suunnitella sitä varten perusteellisesti uudestaan.

*Joustava integraatio* olisi mahdollista suunnitella vain koulujen tasolla. Suunnitelma vaihtuisi useimmiten vuosittain, ja sitä toteuttamaan pitäisi nähdäkseni nimetä koulussa vastuuhenkilö tai -ryhmä. Teknologian opiskelu tapahtuisi pääasiassa projekteina tai aihepiireinä eri oppiaineiden yhteydessä. Opettajien perus- ja täydennyskoulutuksessa tämä vaihtoehto vaatisi kokonaan uusien, teknologiaan liittyvien näkemysten tuomista kaikkiin koulutusohjelmiin.

Teknologiakasvatuksen tehokkuuden ja vaikuttavuuden kannalta kaksi ensimmäistä toteutusvaihtoehtoa antavat varmaankin parhaan tuloksen. Joka tapauksessa kaikkien osalta pitäisi mitä pikimmiten aloittaa toteutuskokeiluja sekä peruskoulussa ja lukiossa että opettajankoulutuksessa.

### 5.3.4 Teknologiakasvatus peruskoulun ja lukion opetussuunnitelman perusteissa

Peruskoulun ja lukion opetussuunnitelman perusteet 1994 -asiakirjoissa tuodaan teknologian opetus ensimmäisen kerran maamme kasvatus- ja opetustyön yhdeksi päämääräksi. Sen tarpeellisuutta perustellaan yhteiskunnan teknisellä kehitymisellä ja sen mukanaan tuomilla uusilla pärjäämisvaatimuksilla. Samassa yhteydessä korostetaan sitä, että koululaitoksen tulee taata kaikille oppilaille sukupuolesta riippumatta riittävät teknologian hallinnan taidot (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 11; Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994, 13).

Maamme tämänhetkisen teknologiakasvatuksen tilanteen analysoin peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteiden 1994 mukaisesti kouluasteittain ja -aineittain. Sen jälkeen vertaan, mitä edellä olevia teknologiakasvatuksen tutkijoiden ja asiantuntijoiden näkemyksiä on siinä jo otettu huomioon ja mitkä jäävät puuttumaan. Analyysi on siten alustava lähtökohta uusien opetussuunnitelmien perusteiden teknologiakasvatuksen kehittämiseksi.

Olen kerännyt taulukkoon 21 sen, mitä peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa on todettu teknologian tarpeellisuudesta ja sen opettamisesta. Asiat on ryhmitelty kouluasteen lisäksi aineryhmittäin tai aineittain (ks. myös Kananoja 1997b, 7 - 12).

TAULUKKO 21 Tekniologiakasvatusta peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmissa

Kohde	Keskeistä teknologian opetuksessa
<i>Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 8 - 12</i>	<i>Opetussuunnitelmauudistuksen tarve:</i> - - Uuden teknologian hyväksikäyttö, kyky itsenäiseen opiskeluun, yritteliäisyys, vastuun ottaminen ja yhteistyökyky ovat entistä tärkeämpiä välineitä maailmassa, jossa työtehtävät jatkuvasti muuttuvat ja vastuut jakautuvat uudella tavalla. <i>Kasvatus ja opetustyön päämäärä:</i> - - Yhteiskunnan tekninen kehittyminen edellyttää kaikilta kansalaisilta uudenlaisia valmiuksia käyttää tekniikan sovelluksia sekä kykyä vaikuttaa teknologisen kehityksen suuntaan. Kansalainen tarvitsee teknologian ymmärtämistä ja tietoa siitä tehdessään valintoja tarjolla olevista vaihtoehdoista. Peruskoulun yhtenä tehtävänä on oppilaiden teknologian ymmärtämiseen ja käyttöön liittyviä valmiuksia. Peruskoulussa tulee oppilaalla olla sukupuolesta riippumatta mahdollisuus tutustua tekniikkaan sekä oppia ymmärtämään ja hyödyntämään teknologiaa. Erityisen tärkeää on arvioida teknologian vaikutuksia ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksessa, osata hyödyntää sen suomia mahdollisuuksia sekä ymmärtää niiden seuraukset.
Matematiikka, s. 74	- - Matematiikka voidaan nähdä tieteellisen kehityksen ja modernin teknologian perustana. Taito lukea ja ymmärtää eri muodoissa esitettyä matemaattista informaatiota on nykyajan teknistyneessä yhteiskunnassa keskeisessä asemassa.
Ympäristö- ja luonnontieto, s. 78	- - Opetusta suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että oppilailla on sukupuolesta riippumatta mahdollisuus tutustua myös fysiikan ja kemian ilmiöihin sekä niihin liittyviin sovelluksiin.
Maantieto, s. 83	- - oppilas - - oppii tarkastelemaan ihmisen toiminnan riippuvuutta ympäristön tarjoamista mahdollisuuksista sekä havaitsemaan teknologisen, taloudellisen ja kulttuurisen kehityksen aiheuttamia muutoksia eri alueilla.
Fysiikka ja kemia, s. 85 - 86	- - Opetus - - auttaa ymmärtämään luonnontieteiden ja teknologian merkityksen osana kulttuuria. - - oppilas omaksuu sellaisen terminologian, jonka avulla hän voi keskustella luontoa, ympäristöä ja teknologiaa koskevista kysymyksistä.
Kotitalous, s. 103	- - Opiskelussa tutustutaan myös teknologian merkitykseen - -
Käsityö, tekninen työ, tekstiilityö, s. 104	- - Oppilasta ohjataan havaitsemaan ratkaisua vaativia ongelmia sekä käyttämään tekniikan antamia mahdollisuuksia tuotteen suunnittelussa ja valmistuksessa. - - hankkii oma-aloitteisesti sekä perinteeseen että nykyaikaiseen teknologiseen materiaali-, työväline- ja työtuntemukseen liittyviä tietoja ja taitoja. - - opetus tähtää laajaan sekä perinteiseen että nykyaikaiseen teknologiseen materiaali-, työväline- ja työtapatuntemukseen.

(jatkuu)

## TAULUKKO 21 (jatkuu)

Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994, 8 - 15	<p><i>Opetussuunnitelmauudistuksen tarve ja siitä seuraavia kehittämisvaatimuksia:</i> Viime vuosikymmeninä maamme on kokenut voimakkaan elinkeinorakenteen muutoksen, kaupungistumisen ja teknologisen kehityksen. - - Aineellis-teknisestä kehityksestä on aiheutunut ympäristöongelmia, joita on vaikea hallita ja kallista korjata.</p> <p><i>Kasvatus ja opetuksen päämäärät:</i> - - Nykyaikana yleissivistys on teknologista, matemaattista, luonnontieteellistä, humanistista ja yhteiskunnallista tietoa. - - Teknologian kehityksen myötä on entistä tärkeämpää ymmärtää teknologian merkitys ihmisen toiminnassa. Erityisen tärkeää on arvioida teknologian vaikutukset ihmisen ja luonnon vuorovaikutukseen, hyödyntää sen suomia mahdollisuuksia sekä ymmärtää niiden seurauksia. Teknologinen yleissivistys edellyttää sellaista taitotietoa, jota tarvitaan osallistuttaessa teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon, ja toisaalta kykyä ratkaista ongelmia käyttämällä hyväksi teknologian tarjoamia mahdollisuuksia. - - Yhteiskunnan kehitys elämän eri alueilla edellyttää kaikilta kansalaisilta uudenlaisia valmiuksia käyttää tekniikan sovelluksia ja kykyä vaikuttaa teknologisen kehityksen suuntaan. Pyrittäessä ymmärtämään teknologian merkitystä ja vaikutuksia on kiinnitettävä huomiota siihen, että sukupuolten erilaiset kiinnostuksen kohteet ja harrastukset saavat samanlaisen arvon. - - Informaatioteknologia yleisesti tarjoaa monipuolisen ympäristön teknologisen sivistyksen ymmärtämiseksi ja kehittämiseksi. - - Inhimillisessä kasvussa tekniset ja humanistiset arvot ovat keskenään vuorovaikutuksessa.</p>
Kielet, s. 47 - 64	<p>Peruskoulun ala-asteelta alkanut kieli, A1: Aihepiireinä voivat olla luonto, ympäristö, tekniikka, elinkeinot.</p> <p>Peruskoulun yläasteelta alkanut oppimäärä, B: Joukkotiedotusta, tekniikkaa ja ympäristöä käsittelevät kurssit soveltuvat - -</p> <p>Lukiossa alkava kieli, B3: Aihealueita voivat olla - - talous ja tekniikka.</p> <p>Peruskoulun yläasteelta alkaneet kielet, A1 ja A2: Tiede, talous ja tekniikka. - - lähtökohtana esimerkiksi tiedonalat, teknologian saavutukset - -</p> <p>Peruskoulun yläasteelta alkanut kieli, B1: Tiede, talous ja tekniikka. Aihepiireinä voivat olla - - teknologian saavutukset - -</p>
Matematiikka, s. 70	<p>- - hankkia sellaiset tiedot ja taidot, joita tarvitaan erityisesti - - luonnontieteiden ja tekniikan ammatillisissa ja korkeakouluopinnoissa.</p>
Fysiikka, s. 78 - 79	<p>- - kykenee osallistumaan luontoa, ympäristöä ja teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon. - - Parannetaan valmiuksia osallistua ympäristöä ja teknologiaa koskevaan kriittiseen keskusteluun ja päätöksentekoon. - - Syvennetään - - teknologian ymmärtämistä.</p>
Kemia, s. 81	<p>- - Ymmärtää kemian yhteydet jokapäiväisen elämän ilmiöihin sekä perehtyy nykyaikaiseen teknologiaan kemianteollisuudessa ja ympäristötekniikassa sekä osaa käyttää kemiallista tietoa osallistuttaessa luontoa, ympäristöä ja teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon. - - Tutkimus, teknologia ja ympäristö. - - Tutustutaan nykyaikaiseen kemian teknologiaan ja erilaisiin tutkimusmenetelmiin.</p>

Seuraavaksi vertaan edellä olevassa taulukossa esiintyviä mainintoja teknologiakasvatuksesta ensin alan tutkijoiden määritelmistä tehtyyn tiivistelmään ja sitten asiantuntijoiden näkemysten tiivistelmään. Olen kursivoinut ne luonnehdinnat, joiden esittämä näkemys löytyy myös opetussuunnitelmien yhteenvotaulukosta.

Tutkijoiden määritelmiä teknologiakasvatuksesta sisältyy opetussuunnitelmiin seuraavasti:

- \* *se on teknologisesti kehittyneiden yhteiskuntien edellyttämää kasvatustyötä*
- \* *teknologisesti sivistynyt ihminen ymmärtää teknologiaa ja osaa käyttää sitä ongelmien ratkaisussa*
- \* *se on teknologisia ilmiöitä koskevan tietoisuuden heräämistä*
- \* *sen tarkoituksena on kehittää opiskelijoiden tietämystä teknologiasta, sen kehittymisestä, systeemeistä, teknologioiden hyödyntämisestä sekä sen sosiaalisesta ja kulttuurisesta merkityksestä*
- \* *se on luovaa käytännön uudistamistoimintaa, joka perustuu toiminnallisuuteen*
- \* *se on sovellettua filosofiaa*
- \* *siinä opitaan esimerkiksi muotoiluprosesseja, ennakkointia, arviointia, tuottamista ja markkinointia*
- \* *siinä opitaan kriittisyyttä teknologiaa kohtaan*
- \* *siinä oppijat orientoituvat teknologiaa soveltavaan ammatilliseen ja tieteelliseen koulutukseen [maininta vain lukiossa]*
- \* *siinä painottuvat ekonomiaan ja yrittäjyyteen liittyvät asenteet ja taidot eli laatuajattelu*
- \* *sen tavoitteena on parantaa sukupuolten tasa-arvoa*
- \* *se sisältää ympäristökasvatusta ja ympäristöystävällistä tuotesuunnittelua.*

Asiantuntijoiden näkemyksiä esiintyy opetussuunnitelmien perusteissa seuraavasti:

*Eettisten arvojen pitäisi olla pontimena kaikessa ihmistä ja ihmisen ympäristöä muokkaavaa toimintaa käsittelevässä keskustelussa ja kasvatuksessa. Toisaalta teknologia tulee käsittää tuotantoelämää ylläpitäväksi sekä kansantuotetta tuottavaksi järjestelmäksi.*

Teknologiakasvatuksen tavoitteena on, että opiskelijat

- \* *ymmärtävät teknologian merkityksen ja mahdollisuudet sekä myös sen mukana tulevat ongelmat ja haitat*
- \* *harjoittelevat luovan ajattelun ja innovatiivisen suunnittelun taitoja etenkin avoimissa oppimisympäristöissä niin, että itseohjautuvuus ja kriittinen ajattelu kehittyvät*
- \* *suhtautuvat teknisiin laitteisiin myönteisesti, arvostavat toiminnallista oppimista, käden taitoja sekä yleensä monenlaisia selviytymistaitoja. Toiminnassa tulee painottaa oivaltavaa luovuutta sekä laaja-alaista kokonaisuuksien ymmärtämistä.*

Opetusjärjestelyihin liittyy seuraavia ajatuksia:

- \* *teknologiakasvatusta lastentarhasta ja ala-asteelta lukioon: opetetaan kaikilla luokilla, painopisteenä peruskouluaika, lukioon valinnaisia erityiskursseja*
- \* *oma oppiaine <----> ei omaa ainetta; varattava tietty tuntimäärä vuosittain*
- \* *teknologiakasvatusta oppiainerajoja murtavaksi, integroivaksi aineeksi: yhteydet erityisesti matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin, mutta muitakaan integraatiosuuntia ei pidä sulkea pois*
- \* *yhteyksien parantaminen ympäröivään yhteiskuntaan sekä kansainvälisiin yhteishankkeisiin.*
- \* *projekti- ja tiimityöt ovat sopivia keinoja yhteistoiminnalliseen oppimiseen*
- \* *teknologian, käsityön ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden yhteisprojekteilla on mahdollista luoda vankka matemaattis-luonnontieteellinen yleisnäkemys*
- \* *verkottuminen ja kansainväliset yhteishankkeet korkean teknologian maiden kummi-koulujen ja myös kehitysmaiden koulujen kanssa.*

Sisältö- ja toteutus esimerkkejä:

- \* *opetuksen pitäisi aina sisältää yhteydet teollisiin ilmiöihin, siksi yhteistyö ympäröivään tuotantoelämään, yrittäjyys ja kansainvälisyys ovat erittäin tärkeitä*
- \* *teknologisten järjestelmien toiminnan ymmärtäminen.*

Tämä tutkimus osoittaa, että sekä peruskoulun että lukion opetussuunnitelman perusteissa korostetaan aivan aiheellisesti teknologian kasvavaa merkitystä nyky-yhteiskunnassa. Se tuodaan esiin sekä uutena kasvatuspäämääränä että opetussuunnitelmien uudistustarpeen perusteluna. Teknologia nähdään niissä kokonaisvaltaisena, yhteiskunnan kehittymiseen liittyvänä, kaikkia kansalaisia koskevan yleissivistyksen osana. Etenkin lukion opetussuunnitelman perusteissa kyseiset näkökannat tuodaan selvästi esiin. Myös teknologian opiskelun tarpeeseen liittyviä ja osuvia mainintoja on sangen paljon eli noin puolet tutkijoiden ja asiantuntijoiden vaatimuksista.

Opetussuunnitelmien perusteet sisältävät kuitenkin sekä selviä puutteita että ristiriitaisia elementtejä. Näkemyksellinen ristiriita muodostuu jo lukion opetustyön päämäärään liittyvässä kohdassa. Ensin todetaan, että yhteiskunnan kehitys elämän eri alueilla edellyttää kaikilta monipuolisia teknologiavalmiuksia (laaja-alainen näkemys teknologiasta). Heti perään todetaan, että informaatioteknologia tarjoaa monipuolisen ympäristön teknologisen sivistyksen ymmärtämiseksi ja kehittämiseksi (suppea näkemys teknologiasta).

Ongelmallisinta koulujen opetuksen suunnittelun ja järjestämisen kannalta on, että opetussuunnitelmien perusteista puuttuvat kokonaan teknologiakasvatuksen lehrplan-katsannon mukaiset esitykset teknologiakasvatuksen lukusuunnitelman laatimiseksi. Vähäiset maininnat, joita sinne tänne on kirjattu, ovat niin pinnallisia ja sirpalemaisia, että niistä ei saa paljoakaan tukea koulun opetussuunnitelman tekemiseen. Asiantuntijat edellyttivät, että teknologiakasvatukselle tulisi varata, jos ei omaa ainetta, niin ainakin tietty (riittävä) opetusaika ala-asteelta lukioon asti. Se puolestaan edellyttää suunnitelmaa siitä, miten teknologiakasvatus kullakin luokkatasolla hoidetaan, mitkä aineet sopisivat ydinaineiksi sekä mitä asioita pitäisi käsitellä aineiden yhteisissä projekteissa. Niitä koskevat kannanotot puuttuvat nykyisistä opetussuunnitelman perusteista kokonaan.

Eriyisenä puutteena voidaan pitää sitä, että teknologiakasvatus ei muiden aineiden tai aihekokonaisuuksien tapaan muodosta opetussuunnitelmissa minkäänlaista havaittavaa rakenteellista kokonaisuutta, vaan se jää erillisten ja eri aineissa esiintyvien mainintojen varaan. Ne sijoittuvat pääasiassa opetussuunnitelman laadinnan curriculum-alueelle. Myöskään ei tuoda selvästi esiin teknologisten prosessien keskeisiä ominaisuuksia eikä teknologian liittymistä yhteiskunnan tuotantorakenteeseen:

- \* Teknologiset keksinnöt ovat aina luovan suunnitteluprosessin tulosta. Siinä korostuvat toiminnallisuus ja teknologiset innovaatiot.
- \* Teknologia ilmenee arkikäytännöissä kaikilla elämän alueilla, mutta erityisesti se liittyy teollisuuteen, tuotantoelämään ja kaupankäyntiin, ja siten varmistaa aineellisesta hyvinvoinnista huolehtimista ja tehostaa kansantuotteen kertymistä. Juuri kaupallisuus (ulkomaan vienti) tekee teknologiasta kansainvälisen.
- \* Edellä mainitut seikat edellyttävät yhteishankkeita ja verkottumista koulun ulkopuolella sijaitsevien teknologian käyttäjien ja sen kehittäjien kanssa.
- \* Teknologia on monitieteistä ja edellyttää siten aineiden välistä integraatiota.

Opetussuunnitelman perusteiden laatijoiden puolustukseksi on tässä kuitenkin todettava, että tuolloin, vuonna 1992, ei meillä vielä ollut juuri minkäänlaista tutkimustietoa teknologiakasvatuksen järjestämisen pohjaksi. Toimikunta on nähtävästi pyrkinyt soveltamaan Englannissa ja Walesissa toteutettua yhteen

ydinaineeseen (core subject) ja muiden oppiaineiden integraatioon perustuvaa ratkaisua (ks. liite 2). Meillä ydinaineeksi on nähtävästi ainakin peruskoulun osalta ajateltu käsityötä, koska sen nimenkin muuttamista teknologiaksi on pohdittu Tuntijakotyöryhmän muistiossa (1992). Lukiossa ei selvää ydinainetta näytä löytyneen lainkaan. Lukion opetussuunnitelman perusteiden (1994) kannanotoista voisi päätellä, että ydinaineiksi olisi kaavailtu pakollisina aineina kaikille opetettavia matematiikkaa, fysiikkaa ja/tai vieraita kieliä, koska niiden kohdalta löytyvät selvimmät viittaukset teknologiaan.

## 6 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS

Vanha sanonta, ketju on juuri niin vahva kuin sen heikoin lenkki, pätee myös tutkimuksen luotettavuudessa. Kokonaisluotettavuus rakentuu tutkimuksen kaikista vaiheista, tutkimuksen alkusuunnittelusta, tutkimusalueeseen perehtymisestä, tutkimussuunnitelman realistisuudesta, tutkimusongelmien sopivuudesta tutkittavaan ilmiöön nähden, käytettävän tutkimusmetodiikan osuvuudesta, tutkimuksen peruskäsitteiden kuvaamisesta, tutkittavan ilmiön mittaamisen onnistumisesta, saatujen tulosten tulkinnasta ja lopuksi niiden raportoinnin täsmällisyydestä. Jos vielä on kyseessä laadullinen tutkimus, niin asioiden selkeä esittäminen tulee entistä tärkeämmäksi.

Luotettavuus on monien tekijöiden summa ja siten altis erilaisille virheille. Seuraavissa luvuissa tarkastelen tärkeimmiltä osilta, mitä toimenpiteitä olen tehnyt tämän tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi. Koska käytän tässä tutkimuksessa sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista tutkimusmetodiikkaa, jää luotettavuus etenkin kvalitatiivisilta osilta lukijan pääteltäväksi raportin tekstin perusteella.

### 6.1 Tutkimuksen käsitteellinen luotettavuus

Tutkimuksen alkuosa, teknologian käsitteen selvittäminen, on ensisijaisesti etnografista käsiteanalyysia. Hirsjärven (1997a, 167) mukaan etnografisessa käsiteanalyysissa etsitään säännönmukaisuuksia ilmiön eri puolista ja niiden suhteesta toisiinsa. Olen soveltanut edellä sanottua siten, että olen analysoinut teknologian historiallista kehittymistä seuranta-analyysilla joidenkin esimerkkitaustusten kautta ja tehnyt niistä teknologian olemusta koskevia yleistyksiä vertaamalla niitä yleisten ja erikoisalojen tietosankirjojen määrittelyihin. Analyysit ovat

perustuneet kyseisiä ilmiöitä käsittelevään, kirjalliseen aineistoon siitä huolimatta, että teknologista tietämystä on "sitoutuneena" vähintään yhtä paljon myös olemassa oleviin rakenteisiin, laitteisiin, työkaluihin ja koneisiin sekä alan ammattihenkilöiden ammattitaitoon. Kyseessä on aineiston valinnan validiteetti: onko tutkittava aineisto sellaista, että se antaa parhaan mahdollisen kuvan tutkittavasta ilmiöstä?

Käyttämieni yleisten ja erikoisalojen tieto- ja sanakirjojen lisäksi olen valinnut ulkomaiset lähteet pääasiassa PATT-Foundationin (Pupils' attitude towards technology) julkaisemien raporttien lähdeviittausten ja referenssiluetteloiden perusteella. PATT-Foundation on kansainvälinen teknologiakasvatuksen kehittämis- ja tutkimusyhdistys, ja se sijaitsee Alankomaissa. Yhdistys on pitänyt teknologiakasvatuksen konferensseja vuosittain vuodesta 1985 lähtien, ja niissä on yleensä osanottajia kaikista teknologiakasvatusta kehittävästä maista. Konferenssijulkaisuissa on raportoituna alan uusin tietämys. Julkaisujen kattavuutta kuvaa hyvin se, että tekemälläni kirjallisuushaulla ei löytyi vain muutama teknologiakasvatusta käsittelevä julkaisu, jota ei ollut kyseisten raporttien lähdeluetteiloissa. Toinen kehittämistutkimusten lähdemateriaali on Yhdysvalloissa ilmestyvä Journal of Technology Education -lehti, jota julkaisee The International Technology Education Association. Lehdessä julkaistaan vuosittain alan artikkeleiden referenssit. Edellä mainitut seikat kuvaavat hyvin myös sitä, miten alullaan yleissivistävän teknologiakasvatuksen tutkimus kaikkialla toistaiseksi vasta on.

Analysoitavan aineiston valinta käytettävissä olevista lähteistä, sen kuvaaminen, luokittelu, yhdistäminen sekä tulosten tulkinta riippuvat tutkijan ammattitaidosta ja ammatillisesta kypsyydestä (Hirsjärvi 1997b, 219). Ainakin alan kokemuksen pituudella (yli 30 vuotta) ja monipuolisuudella (monenlaisia ja eri työpaikoissa suoritettuja opetustehtäviä) mitatun ammattitaidon puolesta minulla on hyvät mahdollisuudet valita asian selvittämisen kannalta merkittäviä lähteitä ja tehdä niistä olennaisia päätelmiä sekä tulkita luotettavasti analyysin tuloksia ja tehdä niistä adekvaatteja johtopäätöksiä.

Tutkimuksessa käytettävien käsitteiden määrittelyn laadukkuudesta ja niiden operationalisoinnin onnistumisesta johtuu tutkimuksen rakennevaliditeetin hyvyys. Teknologian käsitteen määrittelyssä ja havainnollistamismallin rakentamisessa päädyin tässä tutkimuksessa sellaiseen lopputulokseen, joka vastaa olennaisilta osiltaan Yhdysvaltojen teknologiakasvatuksen kehittämistutkimuksen mallia (ks. liite 14). Se, että eri lähtökohdista etenemällä saadaan yhteneviä tuloksia, osoittaa osaltaan tutkimuksen luotettavuuden. Huomionarvoista on lisäksi se, että oman mallini kehittämisyhteisössä ei yhdysvaltalaisista mallia ollut vielä julkaistu.

Teknologiakompetenssin ja teknologiakasvatuksen käsitteiden määrittelemisessä analysoin eri maiden tutkijoiden näkemyksiä ja vertasin niitä yhteenvedoissa toisiinsa. Vaikka tässä esitellyissä tutkimuksissa voikin todeta olevan enemmänkin myönteinen ja jopa innostunut kuin kielteinen tai neutraali suhtautuminen teknologiaan ja teknologiakasvatukseen, olen kuitenkin lopputuloksissa pyrkinyt löytämään vain todennettavissa olevia asioita. Myönteisyyttä ja optimismia painottava suhtautuminen on muutoinkin yleistä kasvatuksen ja oppimisen tutkimuksessa. Tutkijan pitää tiedostaa kyseiset vaarat ja pyrkiä kaikin tavoin välttämään niiden vaikutuksia tuloksiinsa.



Kokonaisuutena tutkimukseni käsitteiden määrittelyyn liittyvät heikkoudet johtuvat pääasiassa siitä, että tämän tutkimuksen tavoitteena on vasta selkiinnytää ja määrittellä alan horjuvia käsitteitä sekä niiden suhteita toisiinsa. Kun yleisesti hyväksytyt teoriat vielä puuttuvat, ilmiöiden teoreettinen haltuunotto ja niiden operationaalistaminen tuottavat monia ongelmia. Kaiken kaikkiaan tässä tuotettu teknologian käsitteiden vakiinnuttaminen ja yhdenmukaistaminen vastaamaan kansainvälistä käytäntöä on tärkeä askel alan kehittämistyössä. Samalla kansainvälinen yhteistyö luo hyvät edellytykset entistä laajemman kokeilu- ja tutkimustulosten vaihdolle ja niiden vertailulle, ja sitä kautta teoriapohja edelleen selkiintyy.

## 6.2 Mittauksen luotettavuus

Mittauksen luotettavuudella tarkoitetaan mittauksen ja käytetyn mittarin yleistä kykyä mitata tarkasteltavaa ilmiötä hyvin ja käyttökelpoisesti. Mittauksen hyvyydellä tarkoitan tässä sitä, saadaanko sen avulla riittävän monipuolisia ja tarkkoja tietoja tutkittavasta ilmiöstä. Käyttökelpoisuudella tarkoitan sitä, että tulosten perusteella voidaan tehdä tavoitteiden mukaisia johtopäätöksiä sekä ratkaista yksiselitteisesti asetettuja ongelmia. Kokonaisluotettavuus muodostuu siis sekä mittauksen kyvystä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia (reliabiliteetti) että sen ominaisuuksista mitata juuri niitä asioita tai käsitteitä, joita mittaamaan se on suunniteltukin (validiteetti). Luotettavuuden tarkastelu jakaantuu tässä erikseen mittarin luotettavuuden ja mittauksen suorittamisen luotettavuuden selvittämiseen

### Mittarin luotettavuus

Mittarin laadintaprosessin kuvauksen yhteydessä (luvussa 4. 3. 1) selvitin, että sen laadinta eteni kolmessa vaiheessa. Jokaiseen vaiheeseen kuului mittarin toimivuuden arviointi ja havaittujen puutteiden korjaus. Lopullinen kyselylomake laadittiin sekä teknologian alan että kasvatustieteellisen tutkimuksen asiantuntijoiden korjausehdotusten pohjalta. Niiden tuloksena mittarin tehtäväosiot olivat hioutuneet niin yksiselitteisiksi, että niihin vastaaminen ei nähtävästi ole aiheuttanut siihen paljoakaan virhevarianssia. Mittarina on kyselylomakke (liite 3), jossa on sekä strukturoituja arviointitehtäviä että avoimia kysymyksiä.

Pelkkien strukturoitujen osioiden käyttö tietyn käsittekokonaisuuden hahmottamiseksi rajaa käsitteen vain niihin tekijöihin, jotka sisältyvät kyselylomakkeen arviointitehtäviin. Avoimia kysymyksiä laitettiin mukaan siksi, että niiden avulla voitiin lisätä vastaajien mahdollisuuksia tuoda esiin omia näkemyksiään tutkittavasta ilmiöstä sekä teknologian ja teknologiakasvatuksen tulevaisuuden kehittymisnäköymistä. Menettely osoittautui onnistuneeksi, sillä juuri näillä avoimilla osioilla saatiin selvitetäviin käsitteisiin runsaasti uusia näkökulmia. Avoimet osiot nostavat aineiston rakenne- ja kriteerivaliditeettiä eli lisäävät mittarin mahdollisuutta mitata tutkittavaa ominaisuutta monipuolisesti.

Tarkkuuden parantamiseksi olisi mittarin strukturoituun osaan voinut laittaa enemmän tehtäviä. Vastaaminen olisi kuitenkin käynyt suuritöisemmäksi. Se puolestaan olisi nähtävästi aiheuttanut mielenkiinnon ja tarkkaavaisuuden alenemista ja mahdollisesti myös koehenkilökatoa. Opiskelijoilla suoritettujen koemittausten perusteella voidaan päätellä, että mittarin tehtävien määrä ja tarkkuus olivat jokseenkin optimaalisia. Myös suoritettu faktorianalyysi tuki pääosiltaan keskiarvojen perusteella tehtyjä tulkintoja. Aineiston sisällön käsitevaliditeetti oli siis riittävä. Rinnakkaisten, samaa asiaa mittaavien osioiden käytöstä pelkästään validiteetin numeerisen arvon laskemiseksi luovuttiin edellä selostetuilla perusteilla.

Kaikessa suullisessa ja kirjallisessa viestinnässä tapahtuu väärinymmärryksiä. Viesti voi vääristyä etenkin siksi, että erilaisissa toimintaympäristöissä toimivien ihmisten mielissä samoillakin ilmauksilla voi olla erilainen käsitesisältö. Tässä tapauksessa vastaajilla oli jokseenkin samanlainen koulutus ja työpaikka. Siitä voidaan päätellä, että he ymmärsivät käytetyt ilmaukset jokseenkin yhtenevästi. Mittauksen tuloksia pystyttiin tulkitsemaan selvästi, ja tulkinnoista voitiin tehdä mielekkäitä johtopäätöksiä. Koska mittari siis toimi sangen hyvin ja tarkoituksenmukaisesti tutkimuksen ongelmien ratkaisuisa, sitä voidaan pitää riittävän validina (pragmaattinen validius). Käytännön luotettavuutta myös teknologiakasvatuksen käsitteen analyysin osalta osoittaa se, että kehitetyn viitekehityksen avulla pystyttiin peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa (1994) osoittamaan selvästi sekä täydennettäviä että korjattavia kohtia.

#### **Mittauksen suorittamisen luotettavuus**

Mittari on aika laaja, ja siihen vastaamiseen kuluu helpostikin aikaa yli puoli tuntia. Aluksi pelkäsin, että mittari on liian työläs, koska nykyään kaikilla työssä olevilla ihmisillä on paljon kiireitä. Tälle vastaajajoukkoille vastaaminen ei kuitenkaan osoittautunut vaikeaksi, sillä kysymyksistä palautettiin 86 prosenttia. Lähes kaikki kyselylomakkeet oli täytetty hyvin huolellisesti, ja avoimiin osioihin vastattiin odotettua täydellisemmin (ks. liitteet 10, 11, 12 ja 13). Kyselylomakkeen laadukas täyttäminen johtuu osaltaan myös siitä, että nämä asiantuntijat ovat työssään kouliintuneet vastaamaan tämäntyyppisiin kyselyihin, sekä myös siitä, että kyselylomakkeen tehtävät olivat muotoutuneet helppolukuisiksi monen testausvaiheen myötä.

Ei myöskään ole mitään syytä epäillä, että tämä vastaajajoukko olisi antanut tietoisesti vääriä arviointeja tai vastauksia tehtäviin. Strukturoiduissa tehtävissä ilmenneet vähäiset puutteellisuudet, esimerkiksi yksittäisen arviointimerkinnän puuttuminen, korjattiin valitsemalla SPSS-tilasto-ohjelmasta toiminto, joka suorittaa paikkauksen automaattisesti sijoittamalla puuttuvan tiedon kohdalle muista vastaavista arvoista lasketun keskiarvon.

### **6.3 Kokonaisarvio tutkimuksen luotettavuudesta**

Edellä selostetun perusteella voidaan tämän tutkimuksen suorittamista ja sen antamia tuloksia pitää tutkimusongelmien selvittämisen edellyttämässä määrin luotettavina. Suurin heikkous on teknologiakompetenssin osalta asiantuntijoiden vähyys. Suuremmalla vastaajamäärällä olisi voitu saada sekä tilastollisesti luotettavampaa ja yleistettävämpää tietoa että mahdollisesti myös erilaisia näkemyksiä tutkittavasta ilmiöstä kuin nyt. Tässä tapauksessa, kun tarkoituksena oli tehdä perusselvitys tutkittavan ilmiön olemuksesta sekä laatia sen rakenteesta hypoteettisia kuvausmalleja, on käytettyä vastaajamäärää kuitenkin pidettävä riittävänä. Myös tutkimusmenetelmät osoittautuivat käyttökelpoisiksi tutkittavien ongelmien ratkaisuun.

III  
LOPPUYHTEENVETO  
JA  
POHDINTA

## 7 PÄÄTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 7.1 Tutkimuksen lähtökohdat

Tutkimuksen yleistavoitteena oli selvittää teknologian käsitteen yleissivistyksellistä olemusta ja johtaa siitä teknologiakompetenssiksi luonnehditun osaamisen erityispiirteet. Jokaiselle kansalaiselle nykyaikana välttämättömän teknologiakompetenssin varmistamiseksi oppivelvollisuuskoulussa ja lukiossa tarvitaan teknologiakasvatusta, jäsentyneesti toteutettuna. Sen tuloksellinen järjestäminen edellyttää tutkittua ja käytännössä kokeiltua tietoa opiskelumahdollisuuksista sekä opetuksen järjestämisvaihtoehtoista.

Tässä tutkimuksessa lähdettiin ratkomaan mainittuja ongelmia teknologian käsitteen analysoinnista. Tutkimuksen lähtökohta oli siis (oppi)ainekeskeinen. Teknologiakompetenssin olemusta ja teknologiakasvatuksen erityispiirteitä kysyttiin tämän alan ja lähiallojen asiantuntijoilta. Tulokset perustuvat siten pitkälle koulutettujen ja paljon elämäkokemusta omaavien henkilöiden näemyksiin.

Tutkimuksen lähtökohdaksi olisi voitu ottaa myös oppilaat ja esimerkiksi selvittää, minkälaisia omakohtaisia kokemuksia eri ikäisillä oppilailta, pojilla ja tytöillä, on teknologiasta ja mitä he kokemustensa perusteella ymmärtävät teknologiasta. Oppilaiden vastausten perusteella tehty teknologiakompetenssin selvitys olisi silloin kuvannut esimerkiksi luokkatasoisia niitä oppilaiden kehittymislähtökohtia ja arkikokemuksia, joista käsin opetus voitaisiin suunnitella ja järjestää. Koska tässä tutkimuksessa pyrittiin kehittämään teknologiakasvatusta jäsentäviä malleja ja teorian rakennusaineiksi, asiantuntijakyselyyn pohjautuvalle etenemistavalle perustutkimuksen ensiaskeleena oli paremmat perusteet. Samalla sen voidaan ajatella olevan eräänlainen teoreettinen kaukotavoite, johon pyrkimiseksi pitäisi kyllä tuntea hyvin myös oppijoiden käsitykset opiskeltavasta ilmiöstä. Oppilaiden käsitysten selvittäminen olisi tuonut nyt valittua etenemis-

tapaa paremmin esiin teknologian oppimisen ja käytännön oppimisjärjestelyiden näkökulman.

## 7.2 Yhteenveto tuloksista

Tutkimuksen tulokset olivat selkeitä ja käyttökelpoisia. Niistä monet olivat odotettuja, mutta paljon ilmeni myös sellaisia uusia näkemyksiä, joita ei alan julkaisuissa ole tähän mennessä raportoitu. Tärkeimmät tulokset ovat ongelma-alueittain tarkasteltuna seuraavat:

### 1 *Teknologian käsite*

Yleissivistävän teknologian käsite muodostuu teknologisista järjestelmistä, innovaatioprosesseista ja teknologian vaikutuksista. Yhteiskunnan keskeisiä järjestelmiä ovat informaatioteknologia, terveydenhuollon ja hallinnon teknologia, rakennusten ja rakenteiden teknologia, teollisuuden ja tuotantoelämän teknologia sekä maa- ja metsätalouden teknologia. Tiedostamis-, oppimis- ja suunnitteluprosessit luovat pohjan innovaatioprosessille. Teknologian käyttö puolestaan aiheuttaa sekä myönteisiä että kielteisiä kulttuurisia, yhteiskunnallisia ja ympäristövaikutuksia. Teknologian käsitteen analyysin perusteella laadittiin sen havainnollistamiseksi kuutiomalli, jonka ulottuvuudet kuvaavat käsitteen eri tekijöitä.

Uutena näkökantana tässä käsitelmäritelyssä on se, että yleissivistävässä kasvatuksessa pitää järjestelmien ymmärtämisen lisäksi tuoda esiin se, että kaikki teknologia on syntynyt ihmisen keksimisen tuloksena ja että sillä on aina myönteisiä ja kielteisiä vaikutuksia. Teknologia ei itsessään aiheuta, niin kuin arki-ilmaisuuksissa usein esitetään, esimerkiksi luonnon saastumista tai uusiutumattomien luonnonvarojen riistoa, vaan vaikutukset tulevat teknologian harkitsemattomasta tai suorastaan häikäilemättömästä käytöstä usein taloudellisten voittojen maksimoimiseksi.

### 2 *Teknologiakompetenssi*

Teknologiakompetenssi muodostuu näkemyksellisestä ja toiminnallisesta tasosta. Niitä yhdistää visio teknologian kehittämismahdollisuuksista tulevaisuudessa. Näkemyksellinen taso perustuu edellä mainitun teknologian olemuksen monipuoliseen ymmärtämiseen, ja se antaa teknologisle sivistykselle holistisen, kriittisen ja eettisen pohjan.

Toiminnallinen taso kasvatuksessa koostuu opiskelutavoitteista, -menetelmistä ja -sisällöistä. Tavoitteet painottuvat kodin teknologian oppimiseen, teknologian sovellusten arvottamiseen ja kestäväen kehityksen sisäistämiseen. Tärkeimmät opiskelumenetelmät ovat asioiden itsenäinen selvittäminen ja kokeilu, yrittäjämäinen toiminta sekä yhteistyö tuotantoelämän kanssa. Sisällöissä asiantuntijat pitivät tärkeinä teknisen työn sisältöjä, huoltoa ja korjauksia sekä luonnontieteiden ja teknologian sovelluksia.

Teknologian tulevaisuudennäkymissä korostuu etenkin informaatioteknologian kiihtyvä laajeneminen ja teknologian kansainvälistyminen. Myös koti tulee entistä teknologisemmaksi. Tulevaisuuden palveluyhteiskunnassa kaikki tarvitsevat ainakin teknologian käyttötaitoja, mutta myös erityistietämyksen tarve kasvaa voimakkaasti. Tieteen ja teknologian kehitys kytkeytyvät toisiinsa siten, että teknologian käyttäminen, hallinta ja suunnittelu edellyttävät yhä enemmän luovuutta ja teknologian käsitteellistä ymmärtämistä. Ekologinen näkökulma korostuu ja monipuolistuu, ja kestäväen kehityksen vaatimus voimistuu entisestään.

Uutena näkökulmana teknologiakompetenssin tavoitteissa on matemaattis-luonnontieteellisen tiedon ja teknologisen toiminnan (teknisen työn) integraatio sekä innovaatiotaitojen, kestävä kehityksen idean, omien tavoitteiden ja itsearviointin painottaminen. Yksittäisinä tavoitevaatimuksina asiantuntijat esittivät kriittisyyden teknologiaa kohtaan, tiedonhankintataidot ja laadukkaan työn arvostamisen. Menetelmien alueella he pitivät hyödyllisinä asioiden itsenäistä selville ottamista ja niiden merkityksen arviointia sekä ryhmänä työskentelyn metodeja. Mallin mukaista ja sarjatyönomaista toimintaa ei pidetty hyödyllisinä. Asiantuntijat esittivät lisäksi yksittäisissä kommentteissa painotettavaksi konstruktivistisia oppimistapoja, tutustumista teollisuuden tutkimus- ja innovaatio-toimintaan sekä luovaa työskentelyä. Opiskelusisältöjen alueella he painottivat sähköoppia ja elektroniikkaa sekä tietotekniikan monipuolista käyttöä. Asiantuntijoiden yksittäisinä sisältöideoina tuli esille uusi teknologia ja kodin teknologian ymmärtäminen.

### 3 Teknologiakasvatus

Teknologiakasvatuksessa tulee opetus järjestää niin, että opiskelun kohteeksi tulee teknologian näkemyksellinen ja toiminnallinen taso sekä tulevaisuuden näköalat. Asiantuntijat esittivät seuraavia näkemykselliseen tasoon liittyviä vaatimuksia:

- \* opetuksen tulee tarjota kaikille sukupuolesta riippumatta samat teknologian opiskelumahdollisuudet
- \* opiskelujärjestelyjen tulee antaa laaja-alainen näkemys yhteiskunnan teknologisista rakenteista sekä teknologian, yhteiskunnan ja kulttuurin vuorovaikutuksesta
- \* opiskelussa pitää harjaannuttaa teknologian käytännön kehittämistyössä tarvittavia taitoja (luovuutta, innovatiivisuutta ja riskinottoa) sekä teknologian läheistä liittymistä tuotantoelämään ja kaupankäyntiin
- \* sen tulee perustua tulevaisuustietoisuuteen eli tulevaisuuden vaihtoehtojen kuvitteluun (future oriented education).

Toiminnallisen tason toteuttamiseksi kasvatuksessa voitiin asiantuntijoiden vastauksista ryhmittää seuraavat oppiaineiden ja aihekokonaisuuksien ryhmät:

- \* matemaattis-luonnontieteelliset aineet
- \* käsityökasvatus (erityisesti tekninen työ)
- \* yrittäjyyskasvatus
- \* ympäristökasvatus
- \* taide- ja muotoilukasvatus (kuvaamataito)
- \* historia, kielet ja kulttuuri.

Tutkimuksen tulosten pohjalta oli teknologiakasvatuksen järjestämiseksi mahdollista laatia seuraavat kolme vaihtoehtoa:

*Teknologiakasvatuksen oppiaine* (teknologiakasvatus, teknologia ja tuotantoelämä, teknologia- ja yrittäjyyskasvatus tai soveltava luonnontiede ja teknologia) olisi mahdollista muodostaa valtakunnan tasolla joko kokonaan tai osittain peruskoulun käsityöstä sekä lisäresurssien saamisella matematiikan ja luonnontieteiden ainealueista. Lukioon kyseinen ainealue pitäisi suunnitella ottaen huomioon sijaintipaikkakunnan erityispiirteet. Ratkaisussa siis koottaisiin yhteen teknologian käytännön olemuksen mukaisesti siihen läheisesti liittyvät osat. Syntyvä aine huolehtisi koulun tasolla kokonaisvaltaisesta integraatiosta muiden aineiden kanssa.

*Vahva integraatio* perustuisi tämän tutkimuksen mukaan teknologiakasvatuksen kunnan ja koulun tason toteutukseen, jossa vastuuaineryhminä toimisivat matemaattis-luonnontieteelliset aineet sekä nykyinen käsityö ja jossa hankkeet toteutettaisiin muiden aineiden kanssa yhdessä.

*Joustava integraatio* olisi mahdollista suunnitella vain koulujen tasolla. Käytännön järjestelyt vaihtuisivat useimmiten vuosittain, ja niitä toteuttamaan pitäisi nimetä koulussa vastuuhenkilö tai -ryhmä. Teknologian opiskelu tapahtuisi pääasiassa projekteina tai aihepiireinä eri oppiaineiden yhteydessä.

Lopputiivistelmänä tuloksista voidaan todeta, että asiantuntijat pitivät arviois- saan ja kommenteissaan tärkeänä teknologiakasvatuksen kehittämistä kaikille oppilaille tarkoitetuksi, käytännönläheiseksi, toiminnallisuuteen ja tekemiseen perustuvaksi opiskelukokonaisuudeksi. Sen tulisi olla luonteeltaan tulevaisuuteen suuntaututta ja innovaatiohakuista. Kasvatuksen etätavoitteena olisi aineellisen hyvinvoinnin edistäminen ja riittävän kansantuotteen ylläpito. Siinä pitäisi korostua uusiutumattomien luonnonvarojen säästäminen ja luonnolle jo aiheutu- neiden haittojen korjaaminen.

Tulosten ottaminen vaikkapa vain pääosiltaan huomioon peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien kehittämisessä merkitsisi monia muutoksia tekno- logian opetuksen nykykäytäntöön. Myös opettajankoulutukseen tulisi selviä muutostarpeita.

### 7.3 Teknologiakasvatuksen käyttöteorian rakennusaineiksia

Tämän tutkimuksen teknologiakompetenssin kuvausta voidaan havainnollistaa vertaamalla sitä esimerkiksi Suomessa kasvavien lehtipuiden rakenteeseen ja elämään. Teknologiakompetenssin näkemyksellinen taso on puun juuristo. Mitä vahvemmat ja monihaarisemmat juuret ovat, sitä tukevammin puu seisoo ja saa riittävästi ravinteita kasvaakseen. Toiminnallinen taso on puun näkyvä osa, runko, oksat ja lehdet. Kompetenssitekijöistä tavoitteet ovat luonteeltaan pysy- vimpiä, ja niitä voidaan pitää puun runkona. Menetelmät ovat yleistettävyydel- tään tavoitteiden kaltaisia, ja niitä voidaan verrata puun oksiin. Opiskeltavat sisällöt vaihtuvat teknologian kehityksen edetessä, samoin kuin puiden lehdet vuodenaikojen mukaan. Teknologian tulevaisuuden mahdollisuuksien ennakoim- tia voidaan verrata puiden kykyyn selvitä odotettavissa olevista ja osin odotta- mattomistakin sää- ja kasvuolosuhteiden muutoksista. Yksittäiset puut kasvavat parhaiten monimuotoisessa sekametsässä. Lisäksi puut elävät juuristonsa välityk- sellä symbioosissa kasvupaikkansa monien eliölajien kanssa.

Vertaus sopii pohjaksi myös teknologiakasvatuksen järjestämiseen. Jotta järjestelmä toimisi tasapainoisena kokonaisuutena, tarvitaan kaikkia puun osia. Oksia voidaan jonkin verran karsia ja metsää harventaa, mutta kokonaisuus pysyy edelleenkin elinvoimaisena. Mitään osatekijää ei kuitenkaan voi kokonaan poistaa. Jos niin menetellään, kasvu hidastuu, puu kituu, kuihtuu ja lopulta kuolee kokonaan. Teknologiakasvatus tulisi siis suunnitella ja järjestää kouluissa niin, että sen lähtökohtana olisi tulevaisuuden elämän vaihtoehtojen kuvitteluun



perustuva visio. Se ankkuroituisi oppilaan näkemyksellisiin arvoihin teknologian olemuksesta ja aktualisoituisi tietoisina käytännön teknologian rakentelu-, kokeilu-, tutkimis- ja innovaatiotoimintoina integroituneena mahdollisimman moniin muihin koulun oppiaineisiin ja aihekokonaisuuksiin. Opiskelu saisi lisäväriä ja käytännön tartuntapintaa tuotantoelämän, tutkimuslaitosten ja ammatillisen koulutuksen kanssa tehtävistä yhteishankkeista.

Tässä tutkimuksessa pyritään luomaan teoriaa sekä opetuksen järjestämisen käsitteellisiä malleja. Ne molemmat ovat tarpeellisia sekä käytännön opetustyön suunnittelun ja järjestämisen perustaksi että etenkin tutkimuksen lähtökohdiksi.

Käytännön ja teorian saumaton vuorovaikutus on teknologiakasvatuksen kehittämisen välttämätön edellytys. Teknologiakasvatuksen käytännöt puolestaan antavat mahdollisuuden laadittujen mallien ja teorioiden testaamiseen ja ohjaavat siten niiden kehittämistä. Näin tutkimuksen avulla on mahdollista arvioida, tarkistaa ja parantaa käytettyjen opetusjärjestelyiden tuloksellisuutta. Mallit on luotu asiantuntijoiden näkemysten perusteella. Seuraavassa vaiheessa pitää selvittää, miten hyvin ne sopivat opetussuunnitelmien laadinnan ja käytännön opetustyön pohjaksi sekä miten niitä pitää täydentää tai muuttaa.

## 8 TUTKIMUKSEN MERKITYKSEN ARVIOINTI

Perinteisesti kasvatustiede tutkii, miten asiat ovat tai ovat olleet. Se ilmenee etenkin käsityökasvatuksen kohdalla (ks. Autio 1997, Kankare 1997 ja Kantola 1997). Koska tulevaisuuden pohdiskelu on tärkeää jo tänään, on tässä tutkimuksessa tarkastelu suunnattu tulevaisuuteen. On pyritty selvittämään, miten asiat teknologiakasvatuksen osalta voisivat olla ja mitä vaihtoehtoja on tarjolla sen järjestämiseen.

Parhaillaan maassamme pohditaan, miten olisi mahdollista tehokkaimmin ja joustavimmin kehittää maatamme tietoyhteiskuntana (Suomi tietoyhteiskunnaksi 1995). Vaikka tässä tutkimuksessa ei varsinaisesti ole puututtukaan tietoyhteiskunnan aiheuttamiin erilaisiin ongelmiin sinänsä, kaikenlainen alaan liittyvä tutkimus on uusien opetussuunnitelmien perusteiden laatimisen kannalta erityisen ajankohtaista. Maamme teknologisen kilpailukyvyn ylläpitämiseksi ja riittävän teknologisen yleissivistyksen varmistamiseksi kaikille kansalaisille pitäisi LUMA-projektin (Heinonen 1996) tavoin laatia kansallinen teknologiakasvatuksen kehittämisstrategia (vrt. TAA).

Tutkimukseni tuo osaltaan selvennystä teknologian opetuksen ja teknologiakasvatuksen käsitteisiin. Ilman peruskäsitteiden yhteisesti ymmärrettävää lähtökohdtaa keskustelu jää tehottomaksi, jopa tuloksettomaksi. Nähtävästi juuri alan horjuvan käsitteistön vuoksi peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmien perusteet (1994) jäivät teknologiakasvatuksen osalta epäselviksi ja alan kehittäminen kouluissa sekä opettajankoulutuslaitoksissa jokseenkin laimeaksi ja sattumanvaraiseksi.

Tutkimus tarjoaa hyvän pohjan edellä mainitulle opetussuunnitelmien kehittämiselle. Olen käsiteanalyysseissa pyrkinyt valitsemaan kansainvälisesti ymmärrettäviä termejä aina silloin, kun kansallinen ja kansainvälinen käytäntö ovat olleet ristiriidassa keskenään. Esimerkiksi en alun perinkään ottanut teknologiakompetenssin ja teknologiakasvatuksen käsitteiden määrittelyn lähtökohdiksi teknisen työn aineenopettajakoulutuksen tavoin yksinomaan käsityökasvatuksen kontekstia. Tuloksena oli kansainvälisen käytännön mukaan laaja näkemys teknologiasta ja teknologiakasvatuksesta.

Tämä tutkimus antaa perusteltuja lähtökohtia myös jatkotutkimusten tekemiseen sekä kansainväliseen kanssakäymiseen. Otaksun, että maassamme viime ja tänä vuonna valmistuneet, teknologiakasvatusta käsittelevät tai sivuavat väitöskirjatutkimuksetkin olisivat olleet paljon jäsentyneempiä ja myös tuloksellisempia, jos tämän tutkimuksen tulokset olisivat jo silloin olleet käytettävissä. Myös meidän teknologiakasvatuskokeiluamme, jonka osa tämä tutkimus on, tulee muuttaa suunniteltua monipuolisemmaksi sekä suunnata monilta osiltaan uudestaan. Esimerkiksi etenkin lukioissa on pyrittävä entistä kiinteämpään yhteistyöhön käsityökasvatuksen ja matemaattis-luonnontieteellisen opetuksen lisäksi lähialueen tuotantoelämän, alan tutkimuslaitosten sekä ammatillisen koulutuksen kanssa (ks. myös Rasinen 1998).

Merkityksettömäksi ei jääne myöskään tutkimuksen esille tuomat metodiset haasteet peruskoulun ja lukion toiminnalliselle opetukselle. Asiantuntijoiden kommentoissa korostettiin yksiselitteisesti arkielämässä tarvittavien suunnittelu- ja ongelmanratkaisutaitojen sekä itsenäisten ja toisaalta ryhmävastuisten opiskelunvalmiuksien tärkeyttä. Niiden perusteella pitäisi käsityön ja teknisen työskentelyn muotoavan ja siirtokätevyiden rinnalle ja jopa niiden tilalle ottaa tavoitteeksi tulevaisuuteen suuntaava ongelmanratkaisu-, suunnittelu- ja innovaatiokätevyys. Uutena näkökulmana nousi esiin myös teknologian kehityksen tulevaisuuden vaihtoehtojen eettinen arviointi. Teknologiaa pitää pitkällä aikavälillä kehittää niin, että sen tulokset ovat eettisesti kestäviä sekä luonnon tasapainon että toiminnan inhimillisyyden kannalta (nature oriented and human technology).

## 9 TEKNOLOGIAKASVATUKSEN KEHITTÄMISEHDOTUKSET

### 9.1 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Jo teknologiakasvatuskokeilun ensimmäisessä raportissa (Parikka & Rasinen 1994) esitimme silloisten näkemystemme perustella runsaasti tutkimiskohteita ja -ongelmia. Tämän tutkimuksen aikana teknologian, teknologiakompetenssin ja teknologiakasvatuksen käsitteisiin liittyvät ongelmat ovat osin tulleet ratkaistuksi. Toisaalta tutkimuksen aikana on ilmennyt runsaasti uusia avoimia kysymyksiä.

Keskeisin lähiajan tutkimuskohde on tässä tutkimuksessa kehitettyjen mallien ja teorian rakennusainesten testaaminen käytännössä ja niiden edelleen kehittäminen. Siihen liittyy läheisesti esitellyjen aineryhmien yhteistyömahdollisuuksien perusteiden ja arkikäytänteiden kehittäminen sekä koulun ja ympäröivän tuotantoelämän yhteistoimintaan perustuvien metodien ja käyttökelpoisten oppimateriaalien luonteen selvittäminen.

Tärkeintä kuitenkin on oppilaiden oppimiseen ja kasvuun liittyvien tekojoiden tutkiminen. Ainakin seuraavat asiat tulisi selvittää:

- 1 oppilaiden tämän päivän arvot, ihanteet, toiveet ja tulevaisuuden haaveet sekä niiden ilmeneminen oppilaiden kasvuympäristössä
- 2 ne oppilaiden ikäkauden intressit, jotka ohjaavat heidän arvovalintojaan; mitä opittavia asioita, työtapoja ja oppimisstrategioita oppilaat pitävät vaivannäön arvoisina?
- 3 oppilaiden ennakkokäsitysten sekä tieto- ja taitorakenteiden selvittäminen.
- 4 aineelle ominaisten tieto- ja taitorakenteiden sekä niille soveliaiden oppimisympäristöjen ja opettamisjärjestelyiden selvittäminen.
- 5 tulevaisuudessa käyttökelpoisten työ- ja työskentelytapojen selvittäminen ja niiden käytön oppiminen.
- 6 teknologisen toiminnan ja luonnon tasapainoa edistävien toimintastrategioiden (ympäristökasvatuksen ja teknologian etiikan) kehittäminen.
- 7 ainealueen oppimisvaikeuksien selvittäminen ja vaikeuksien voittamisen kehittäminen.

Keskeistä on siis selvittää toisaalta sitä todellisuutta ja niitä teknologisia rakenteita, jossa oppilaat nyt (ja tulevaisuudessa) elävät sekä toisaalta sitä, minkälaiseksi yksittäiset oppilaat teknologian olemuksen hahmottavat ja arvottavat.

Koulujen opetussuunnitelman kehittäminen on uuden koululainsäädännön mukaan siirretty koulujen opettajille (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, s. 15). Näin opetussuunnitelmasta on tullut entistä enemmän opetuksen kehittämisen väline. Samalla edellytetään, että siinä tulisi näkyä paikkakunnan omaleimaisuus ja että se lähentäisi koulun toimintaa muutoinkin ympäröivään yhteiskuntaan ja sen kulttuuri- ja elinkeinoelämään. Näin myös koulu voisi ottaa aktiivisesti vastuuta kotiseudun kehittämisestä.

Aivan uusia ongelmia työskentelyperiaatteiden suunnitteluun ja oppimisympäristön järjestämiseen tuo koulun ulkopuolinen opetus (opiskelu). Se kuitenkin on oikeastaan ainoa teknologialle ominainen opiskelumuoto ja sitä erityisesti tulisi kokeiluissa selvittää. Keskeistä on silloin selvittää opiskeluprojektien ja niihin liittyvien oppimisprosessien kulkua itseohjautuvasti. Mitä ideoita voitaisiin toteuttaa esimerkiksi kotona tai kerhotoimintana tapahtuvan etätöyön tai osallistuvan teollisuusvierailun järjestämiseksi?

Teknologiakasvatuksessa korostuu edellisten lisäksi tulevaisuuteen suuntautuvan luovan ja innovatiivisen ajattelun kehittyminen. Teknologiassa siihen liittyy usein ratkaistavan ongelman havaitsemisen lisäksi esimerkiksi suunniteltavan laitteen toiminnan osittaminen, analysointi ja mallintaminen (ks. Suomala 1998). Erittäin tärkeänä pidetään oppijan kykyä arvioida, valvoa ja ohjata itse suoritustensa etenemistä. Tutkimusten kohteeksi tulisi silloin ottaa erityisesti ihmettelyyn ja kyselevään tiedonhankintaorientaatioon (inquiry oriented orientation) sekä elinikäiseen oppimiseen liittyvät ongelmat.

Koululaitosta kehitettäessä on opettajien perus- ja täydennyskoulutus keskeisessä asemassa. Vain opettajien näkemysten ja asenteiden muuttumisen kautta voidaan koulun toimintaa uudistaa ja kehittää nyky-yhteiskunnan tarpeita vastaavaksi. Jotta opettaja pystyy vastaamaan eteen tuleviin haasteisiin, hänellä itsellään on oltava riittävä teknologiakompetenssi. Tämän aikaansaamiseksi opettajankoulutuksen sisältöjä on siltä osin muokattava sekä aineiden välistä integraatiota kehitettävä myös opettajankoulutuksessa. Peruslähtökohtana voidaan pitää sitä, että opettajankoulutuksessa pitää teknologian perusteita ja vaikutuksia selventävät opinnot saada pakollisiksi kaikille opettajiksi valmistuville, niin lastentarhan-, luokan- kuin aineenopettajillekin. Siinä, miten opettajankoulutus vastaa teknologian osalta tulevaisuuden tarpeista ja miten sitä pitäisi kehittää, on myös laaja tutkimusalue.

## 9.2 Teknologiakasvatuksen tulevaisuudennäkymiä

Teknologian kehittäminen ei ole aina ollut erityisessä suosiossa, vaikka ihmiset (miehet) ovatkin sitä harjoittaneet aikojen alusta aina nykypäiviin asti. Knuuttilan (1984) mukaan esimerkiksi Aristoteles ja Platon pitivät teknologiaa vain "tuotannollisena tieteenä", joka ei ollut ollenkaan yleisesti kiinnostavaa. Luontoon ja sen

prosesseihin verrattuna ihmisten valmistamat tarvekalut ja muut teknologian tuotteet olivat heidän mielestään epätäydellisiä luonnon kopioita. Sitä paitsi kaikki hyödylliset valmistustaidot olivat ammattimiesten hallinnassa ja kaikki tarpeellinen oli heidän mielestään jo tuolloin keksitty. Ei-välttämättömien artefaktien keksiminen ja tekeminen oli heidän mukaansa vain luonnon järjestykseen kuulumattoman saasteen tuottamista (Knuuttila 1984, 124).

Toisin kävi kuin Aristoteles ja Platon teknologian kehittämisestä ajattelivat. Ihmiset jatkoivat keksimistyötään. Tultaessa tämän tutkimuksen alkurajaukseen, 1800-luvulle, oli Aristoteleen ja Platonin ajan keksintöjen määrä varmaankin monisatakertaistunut.

Maamme kansakoulun isä Uno Cygnaeus (k. 1888) oli lasta kehittävän ja kasvattavan, yleissivistävän käsityön (kasvatusopillisen veiston) kannattaja ja puolestapuhuja. Se ilmeni esimerkiksi siinä, että hänen mielestään tehtävien töiden tuli olla sekä lapsen että kodin tarpeita tyydyttäviä. Pääpaino tuli olla sellaisissa töissä, jotka edustaisivat kodeissa tarvittavaa esineistöä ja samalla antaisivat valmiuksia arkiaskareissa menestymiseen: "Harjoitetaan käyttämään puusepän, sorvarin ja sepän työkaluja, jotta oppilaat oppisivat valmistamaan tavallisessa talonpoikaiskodissa tarvittavia huonekaluja, talouskapineita, pelto-, niitty- ja ajokaluja sekä laittamaan yksinkertaisia koneita, mekaanisia työkaluja jne.; karkeampia suutarin ja satulasepän töitä" (Lönnbeck 1910, 284). Vaikka Cygnaeuksen elinaikana maassamme ei vielä ollut edes sähkövaloa eikä myöskään polttomoottorilla toimivia laitteita ja ajoneuvoja, hän ohjasi valmistuvia opettajia ottamaan käyttöön sen ajan uusimmat tekniset keksinnöt. Juuri Cygnaeuksen vaikutusta on, että meillä on oppivelvollisuuskoulussa alusta alkaen ollut korkeatasoinen, aikaansa seuraava teknisen työn opetus. Siitä syystä häntä on pidetty kansainvälisestikin teknologiakasvatuksen alkuunpanijana (Kantola 1997, 13).

Tämän päivän lapset ovat vielä 2050-luvullakin mukana työelämässä. Minkälaiseksi teknologiakasvatusta tulisi kehittää, jotta sillä olisi käyttöarvoa myös silloin? Seuraavassa esittämäni visio lähitulevaisuuden teknologiakasvatuksesta kouluissa perustuu tämän tutkimuksen tuloksiin eli siis vastaajina olleiden asiantuntijoiden näkemyksiin. Käytännön esimerkit ovat omia sovelluksiani.

Teknologiaa opiskellaan joissakin teknologiakasvatusta painottavissa kouluissa omana aineenaan. Useimmissa kouluissa se on integroitu tiiviisti käsityöhön ja matemaattis-luonnontieteelliseen opetukseen. Joissakin kouluissa opetus on järjestetty väljemmin eri aineiden yhteisprojekteina. Teknologiakasvatusta painottavissa kouluissa opetustilat on rakennettu tai saneerattu niin, että käsityön, matemaattis-luonnontieteellisten aineiden sekä kuvaamataidon tilat ovat toistensa yhteydessä siten, että niiden yhteis- ja samanaikaiskäyttö on mahdollista. Tiloja yhdistävä projekti-, suunnittelu-, kirjasto- ja multimediatila toimii kaikkia muita tiloja palvelevana keskuksena.

Koulun oppimisympäristöissä on tärkeää, että tilaratkaisujen tulisi itsessään esitellä mahdollisimman havainnollisesti erilaisia arkipäivän teknisiä rakenteita, koska juuri niiden toiminnan ymmärtäminen herättää oppilaiden mielenkiinnon ja virittää erilaisia matemaattis-luonnontieteellis-teknologisia tulkintaskeemoja. Sellaiset käytännön elämään liittyvät ongelmat, joilla oppilaat havaitsevat olevan

merkitystä, tarjoavat houkuttelevimman tartuntapinnan myös teoreettisille tutkimuksille ja tulkinnoille. Seuraavassa joitakin esimerkkivaatimuksia:

- 1 Mahdollisimman monien normaalisti piilossa olevien teknisten järjestelmien tulisi olla jollakin kohdalla opetustiloissa 'läpinäkyvästi rakennettuja' tai muutoin helposti tarkasteltavissa:
  - \* seinän tukirakenteet
  - \* seinän lämpöeristerakenteet
  - \* seinän tuuli- ja kosteussuojaus
  - \* sähköputkitus ja sähköjohdot sekä erilaiset pistorasiat
  - \* vesi- ja viemärijohtojen rakenteet
  - \* ilmastoinnin rakenteet.
- 2 Laboratoriotilojen valaistuksessa pitäisi olla kokeiltavana monenlaisia valaistusratkaisuja:
  - \* normaalit hehkulamput
  - \* loisteputkivalaisimet ja purkauslamput sytytysjärjestelmineen
  - \* halogeenivalaisimet
  - \* valokaapeliratkaisut.
- 3 Rakennuksen muista vaikeammin havainnoitavista rakenteista pitäisi olla erilaisia havainnointimalleja ja esittelytauluja.
- 4 Luokkahuoneiden kaikkien laitteiden, kuten esimerkiksi porakoneen, sorvin, tietokoneen, monitorin, tv:n, videon, oskilloskoopin ja yleisvirtalähteen, pitäisi olla joltakin kohdalta "aukileikattuja".

Niillä paikkakunnilla, joilla on ammatillista opetusta, voi tekniikan alan kurseja opiskella ammattioppilaitoksissa tai teknillisissä oppilaitoksissa. Paikkakunnan teollisuuden tutkimuslaitosten tai alan yritysten tuotekehitysosastojen kanssa tehdään yhteistyötä ala-asteelta lähtien. Kaikilla kouluilla on kummiluokkia ja kummiyrityksiä sekä kotimaassa että ulkomailla. Niiden kanssa on tekeillä yhteisiä projekteja oppilaita kiinnostavilta teknologian aloilta, esimerkiksi vaihtoehtoisten energiantuotantomuotojen kehittämisestä tai jätemateriaalien keräämisestä ja sen kierrättämisestä (ks. esim. Raiskio, Kurjanen & Saari 1997). Ulkomaisten yhteyksien hoitamien suoritetaan vieraan kielen harjoitustöinä (kielen oppiminen toiminnallisissa yhteyksissä).

Myös käsityökasvatuksessa on luovuttu erillisistä oppiaineista ja oppilaiden jakamisesta ryhmiin sukupuolen mukaan. Tarpeettomien yksittäisten esineiden valmistamisesta mallinmukaisesti jäljentämällä on siirrytty enemmän ajattelua ja suunnittelua kehittävään ongelmalähtöiseen työskentelyyn, koska öljystä ja muista uusiutumattomista raaka-aineista valmistetuille tuotteille on keksittävä vähitellen korvaavat ratkaisut (Stenlund 1997). Yhteistyö matemaattis-luonnontieteellisen aineryhmän ja teknisen työn kanssa tarjoaa mahdollisuuksia teknologian käytännön ongelmien ratkaisemiseen luonnontieteellisen tietämyksen ja metodii-kan avulla (ks. esim. Lindh 1996; Bindon & Cole 1992). Kuvaamataidon ja paikallisten yrittäjien kanssa yhteistyössä suunnitellaan tuotteita, rakennetaan kokeilumalleja ja prototyypppejä sekä selvitetään niiden markkinointimahdollisuuksia ja laaditaan niistä esitemateriaalia.

Kaikilla kouluasteilla rintamaopetusta on vähennetty entisestään. Myös samojen asioiden opettamisesta kaikille on tarpeettomilta osin luovuttu. Tilalle on otettu yksilö- ja ryhmävastuista työskentelyä joustavasti vaihtuvissa ryhmissä. Ryhmät työskentelevät niissä oppimisympäristöissä, joissa kulloinkin on parhaimmat olosuhteet tuloksien saavuttamiselle. Työskentelyä leimaa iloisuus ja

kokeilumieli sekä harkittu riskinotto siihen kuuluvine epäonnistumisen mahdollisuuksineen.

Lähes kaikki materiaaliset resurssit edellä kerrotun vision mukaiseen järjestelyyn ovat tosiasiasa monilla kouluilla jo olemassa. Myös peruskoulun ja lukion opetussuunnitelman perusteet (1994) osoittavat puutteistaan huolimatta selvän kehittämissuunnan ja antavat mahdollisuuden teknologiakasvatuksen järjestämiseen. Tarvitaan vain muutoksen ideointia ja päätöksiä uuteen suuntaan vievien askelten ottamiseksi. Miksi emme lähtisi liikkeelle?



## ENGLISH SUMMARY

### *The starting points of the study*

For the first time in the history of the Finnish school systems, in two important documents - the Framework Curriculum for the Comprehensive School 1994 and the Framework Curriculum for the Upper Secondary School 1994, technological literacy was introduced as an educational objective alongside other educational objectives.

For the comprehensive school these guidelines state that "the technical development of society makes it necessary for all citizens to have a new kind of readiness to use technical adaptations and to be able to exert an influence on the direction of technical development". And further that "students without any regard to sex must have the chance to acquaint themselves with technology and to learn to understand and avail themselves of technology. What is especially important is to take a critical look at the effects technology has on the interaction between man and nature, to be able to make use of the possibilities it offers and to understand their consequences." (Peruskoulun opetussuunitelman perusteet 1994, 11 - 12.)

The curriculum guidelines for the upper secondary school describe technological literacy in the following terms: Technological literacy calls for knowhow that is necessary when participating in technology-related discussion and policy making, and on the other hand, it calls for the capability to solve problems by making use of the possibilities technology provides. The development in the various areas of life and society sets new demands to all citizens in terms of their ability to use technological applications and influence the direction of technological development. (Lukion opetussuunitelman perusteet 1994, 12-13.)

Both discussion in this field and practical implementations of these ideas have been interfered by the fact that neither of the above mentioned framework documents clearly states what is meant by technology education, or how it should be organised in schools. These are the essential questions from which the present study arises and which it seeks to answer.

### *Research questions*

A central aim of this study was to analyse the phenomena of the technological surroundings of our daily life, and to describe them in such form that would best support curriculum work for technology education within our school system for general education.

The study consists of three parts. The first part discusses the issue from a theoretical perspective: what do we mean by the concepts of technology and technological literacy? And what do they specifically mean in the comprehensive school and in the senior secondary school and in teacher education? The second part deals with people's anticipated technological competence in the near future, which was studied by means of a questionnaire from the viewpoint of the educational objectives, work methods, and contents of the learning environment. How do we perceive technology and technological education in our visions for the near future? What effects will they have on ordinary people's daily surroundings and working life in the future? The third part of the study focuses on finding practical applications and implementations for technology education as well as on developing a research strategy for this field. What are the alternatives with regard to the basic solutions of technology education that the schools can choose from? What would be the essential things we should find out at present, that is, where should we direct our research efforts?

When preparing a framework for a study, it is not enough that we seek to define the concepts only for the present use and purposes but we should seek to associate the phenomena in a larger framework relevant to their description. When developing technology education we should examine the present phenomenon from as many points of view as possible, and combine the different perspectives into a holistic view with reasonable coherence. This approach makes my study, to a great extent, basic research on this domain.

Figure 1 illustrates the way the study was structured.

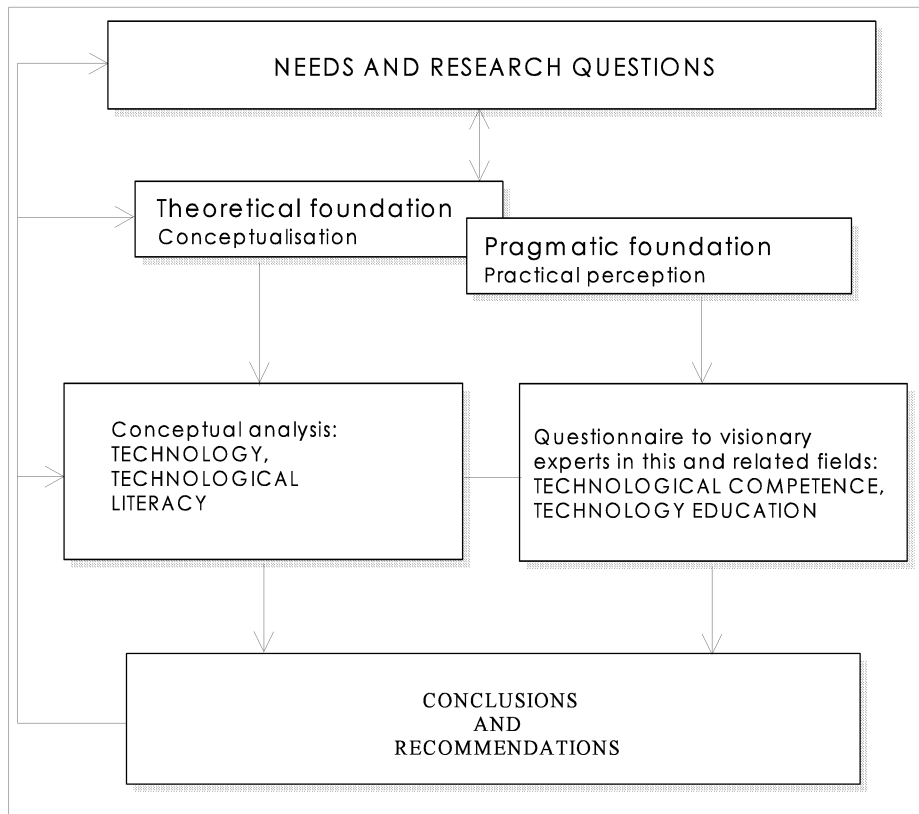


Figure 1 Practical design of the study

The theoretical part of the study had three main components: (i) identifying the factors involved in the respective concepts of technology, technological competence, technological literacy, and technology education; (ii) their critical examination, and (iii) analysis of the different definitions available. In short, this part was dedicated to conceptualising the the phenomenon concerned.

The pragmatic part of the study consisted of a questionnaire designed for visionary experts in the fields of humanities, mathematics and science as well as for those representing industrial life. Based on the results from the analyses of technology competence and other concepts, a model was designed, portraying various curricular alternatives of organising the teaching of technology education.

The purpose of the study could be outlined through the following research questions:

- 1 *What dimensions does the concept of technology include?*
  - 1.1 *Which factors are essential in defining the concept of technology?*
  - 1.2 *What kind of overall structure would be attributable to technology from the technological literacy point of view?*
  
- 2 *What does technological competence mean?*
  - 2.1 *What are the components of technological competence, according to visionary experts?*
  - 2.2 *What kind of overall construction does it form from the point of view of technological literacy ?*
  
- 3 *What does technology education mean?*
  - 3.1 *What kind of technology education would best serve the development of technological competence and literacy in students?*
  - 3.2 *What are the alternatives for providing technology education in comprehensive and senior secondary schools and in teacher education?*

### ***The study procedure***

An aim of the study was to find out generalisations about the phenomena concerned and to describe them theoretically. The composition of technological competence was investigated as described in Figure 2.

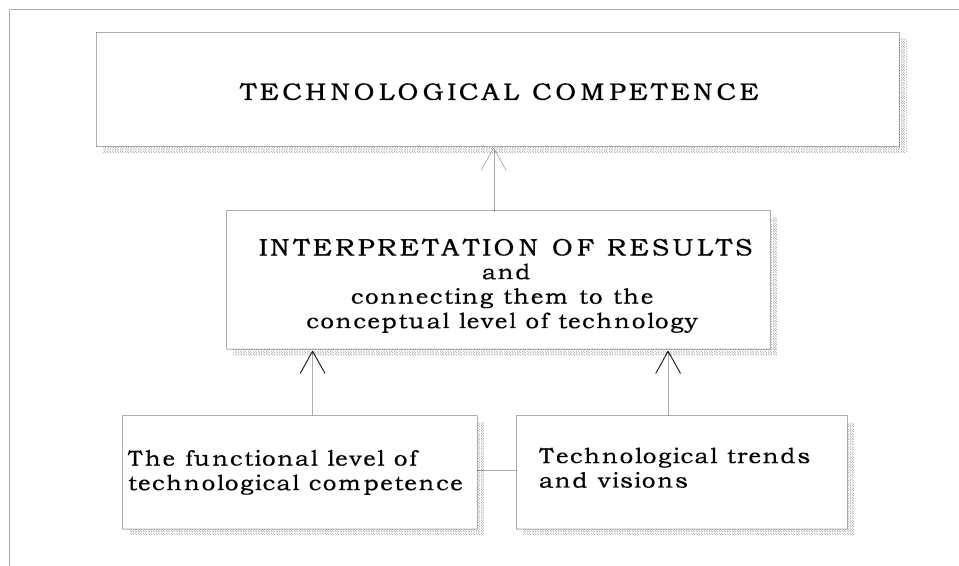


Figure 2 A flow-chart illustrating the study process on technological competence

The concepts relative to the *substance of technology* were analysed in order to find out their various qualitative components from four perspectives, ie. from the viewpoint of 1) etymology, 2) the effects of technology, 3) technological systems, and 4) technological innovation processes. On the basis of these analyses the concept of technology was defined and a hypothetical simplified cube model created (see Figure 3). The purpose was to describe the concept of technology in the industrialised countries and as a part of our living environment, and as an interactional factor underlying the social and cultural phenomena in society. The above mentioned components form together *the conceptual level of technological competence*.

As for *the functional level of technological competence* its composition was examined by inquiring the views of 32 experts - representing the fields of humanities, mathematics and science, and industrial life - on the nature of technological competence. For this inquiry a questionnaire with structured and partly structured items was used. In addition, the experts' views and visions on the trends of technology in the near future were surveyed by means of the open-ended items of the questionnaire.

The expert responses were analysed separately on the basis of their mean scores, and separately applying an Oblimin-rotated factor analysis. On the basis of the results, a structural model for technological competence was created (see Figure 4 on page 160). Individual remarks made by the experts were concisely accounted for in the model.

The experts' views on the technological trends in the near future were investigated by means of an applied Delphi-method. The results were tabulated according to the content item frequency. In the final structural model of technological competence these content items formed a new factor which ties together the conceptual and the functional level of technological competence into a single entity.

*The theoretical substance of technological education* was studied both through analysing the views held by the researchers of this domain in general, and by inquiring such views specifically from the 32 experts involved in the present study. These views were again tabulated according to their frequency. Furthermore, the experts' opinions were inquired with regard to the direction of curricular development they would consider desirable in order to promote technology education in the comprehensive and senior secondary school. They were also asked how technology education should be implemented in schools and how the provision of these studies should be organised. Summarising this information, a hypothetical description of the alternative ways of providing technology education was achieved (see Figure 5 on page 163).

## Findings

The findings of the study are clear and useful. Many of these findings had been documented previously, as well, but there were also many new aspects which so far have not been reported in the literature of this field. Listed by the domain, the most important findings are as follows:

### 1 *The concept of technology*

The concept of technology in general education, or technological literacy, consists of technological systems, innovation processes, and the effects of technology. Central structures in society include information technology, technology used in health services and administration, in building and construction, in industry and industrial life, and in agriculture and forestry. The processes of perceiving, learning, and planning provide the basis for the innovation process. The use of technologies has both positive and negative effects and consequences for culture, society and the environment. On the basis of the conceptual analyses of technology, and to illustrate the concept, a cube model was created (see Figure 3), where the three dimensions and conceptual components are present.

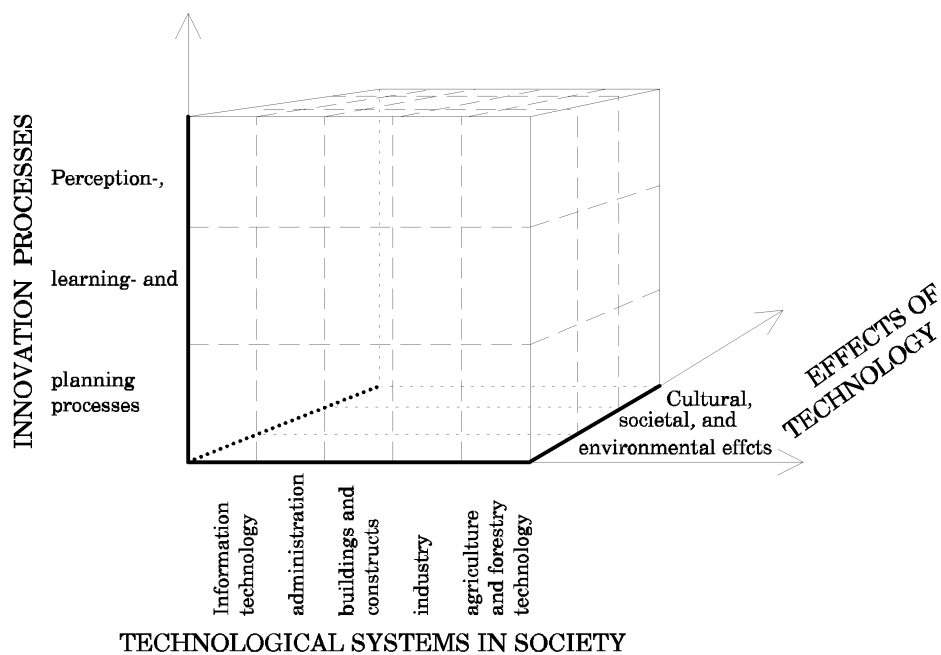


Figure 3 A cube model for defining the concept of technology

What is new here is the view that in general education we need - beside understanding the systems - to be aware of the fact that all technologies are results of human innovation, and that they always have certain negative and positive consequences. Technology, as such, contrary to our colloquial expressions, does not cause pollution or wasting of limited natural resources. The negative effects are due to ill-considered and even unscrupulous use of technology, often in search of maximal financial profits.

## 2 *Technological competence*

Technological competence consists of the conceptual and functional levels. These two levels are connected by the vision of the future prospects of technological development. The conceptual level is founded on many-sided understanding of the concept of technology described above, and this level provides a holistic, critical and ethical foundation for technological literacy.

The functional level in education comprises the objectives, methods and contents of learning. As for the objectives, the experts emphasised integration between technology and mathematical-scientific knowledge, in particular, as well as technical thinking and innovation activities, sustainable development, and personal objective-setting and self-assessment. The factor analysis revealed three factors for educational objectives: namely those of home technology studies, evaluation of technological applications, and thirdly, sustainable development. The most useful learning methods, as regarded by the experts, comprise finding things out and assessing their significance by oneself, team working and other methods with joint responsibility. The factors for learning methods included independent investigation and experimentation, entrepreneurship, and cooperation with industrial life. As for the learning contents, the experts put emphasis especially on electricity and electronics, as well as on many-sided studies in information technology. These content-related views concentrated on the respective factors of technical work, repairs and maintenance, and science and technology applications.

As far as future technological prospects are concerned, especially information technology, boosting expansion and the globalization of technology are highlighted. Also homes and households will become more technological. In the service society of the future everyone needs technological user-skills, at least, but also need for special expertise increases rapidly. The development of science and technology are linked together so that the use, control and planning of technology increasingly require creativity and conceptual understanding of technology. The ecological point of view will gain emphasis and become more diverse, and also the demands for sustainable development will grow ever stronger. Figure 4 presents a summary of the findings.

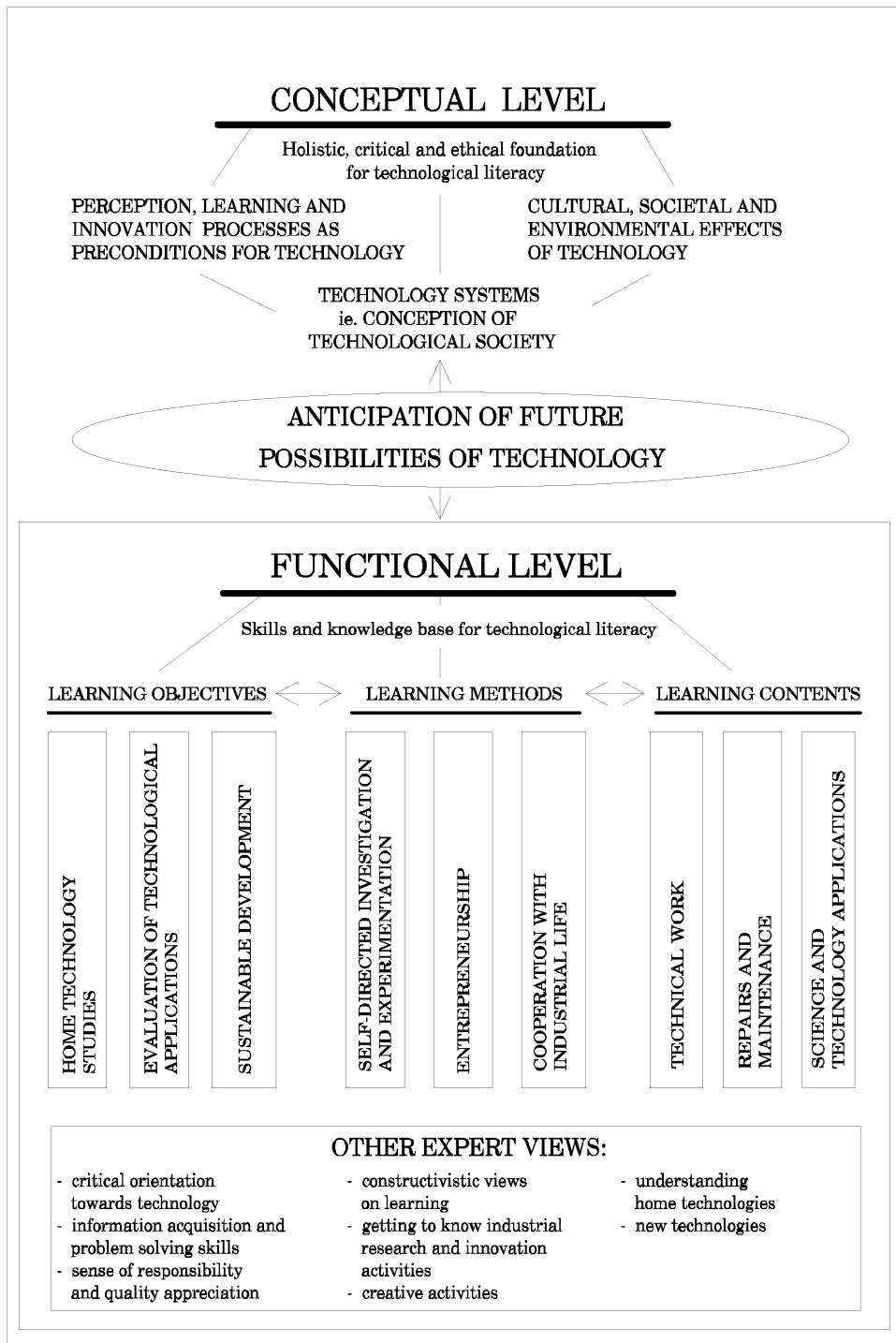


Figure 4 The structure of technological competence



As new aspects in the domain of technological competence and educational objectives emphasis was put on integration between mathematical-scientific knowledge and technology (technical work) as well as on the idea of sustainable development, one's own goal-setting and self-assessment. Individual objectives presented by the experts included critical orientation towards technology, information acquisition skills, and appreciation towards work of high quality. As for the methods of teaching and learning, the experts accentuated self-directed and independent discovery or investigation of things, and related evaluation of their significance and meaning, as well as team working methods. Model-based and serial production type working was not considered useful in this context, since in the future there will be few occupations requiring mere imitation. Such repetitive work tasks will be performed mostly by robots, anyway. In their individual remarks the experts also suggested emphasis be placed on constructivistic learning methods, on getting acquainted with industrial research and innovation activities, and on creative working. As for the contents of learning the experts highlighted electricity and electronics, as well as versatile use of information technology. Individual expert comments brought up new technologies and grasp of home technologies.

### 3 *Technology education*

In technology education the instruction should be organised so that learning is targeted both on the conceptual and on the functional component. Learning projects should be based on a vision of the technological alternatives in the future society. The experts presented the following requirements relative to the conceptual level:

- \* School should provide all students, regardless of their sex, with equal opportunities for technology education.
- \* Instruction should provide the students with broad-based understanding of the technological structures in society as well as about the interrelationship between technology and society/culture.
- \* The studies should train skills needed in technological development activities in practice; dealing also with creativity, innovation and enterprising, as well as with the close ties between technology and industry and commerce.
- \* Technology education should be based on awareness of the future, in other words, on envisioning future alternatives (future-oriented education).

With regard to implementing the functional level in education, the experts' responses could be grouped into the following subject-based or cross-curricular categories:

- \* Mathematics and science
- \* Craft education (technical work, especially)
- \* Entrepreneurship education
- \* Environmental education
- \* Art and design
- \* History, cultures, languages

On the basis of the responses the following three alternatives for implementing technology education in schools could be outlined:

It would be possible to make *technology education a subject of its own* at the national level, evolving it from crafts, either partially or entirely, and by some additional resource allocations, also from some areas of mathematics and science. For the senior secondary schools this subject should be designed to account for the characteristics of the local community. Thus, in this solution the new subject would combine elements that are closely related to the practical nature of technology. At the school level the subject would allow for flexible integration with other subjects.

The model of *strong integration* would be based on school and municipal level implementation of technology education. The subject group responsible for this theme area would involve mathematics and science and craft in its present form. Project work in this area would take place in cooperation with other selected subjects.

*Flexible integration*, in turn, could only be designed only at the school level in most cases. Practical arrangements would be liable to change on an annual basis. The school should appoint a coordinator or coordinating team to implement these arrangements. Instruction would mainly take place in the form of project works or as specific theme areas in conjunction with other subjects.

The findings are summarised in Figure 5.

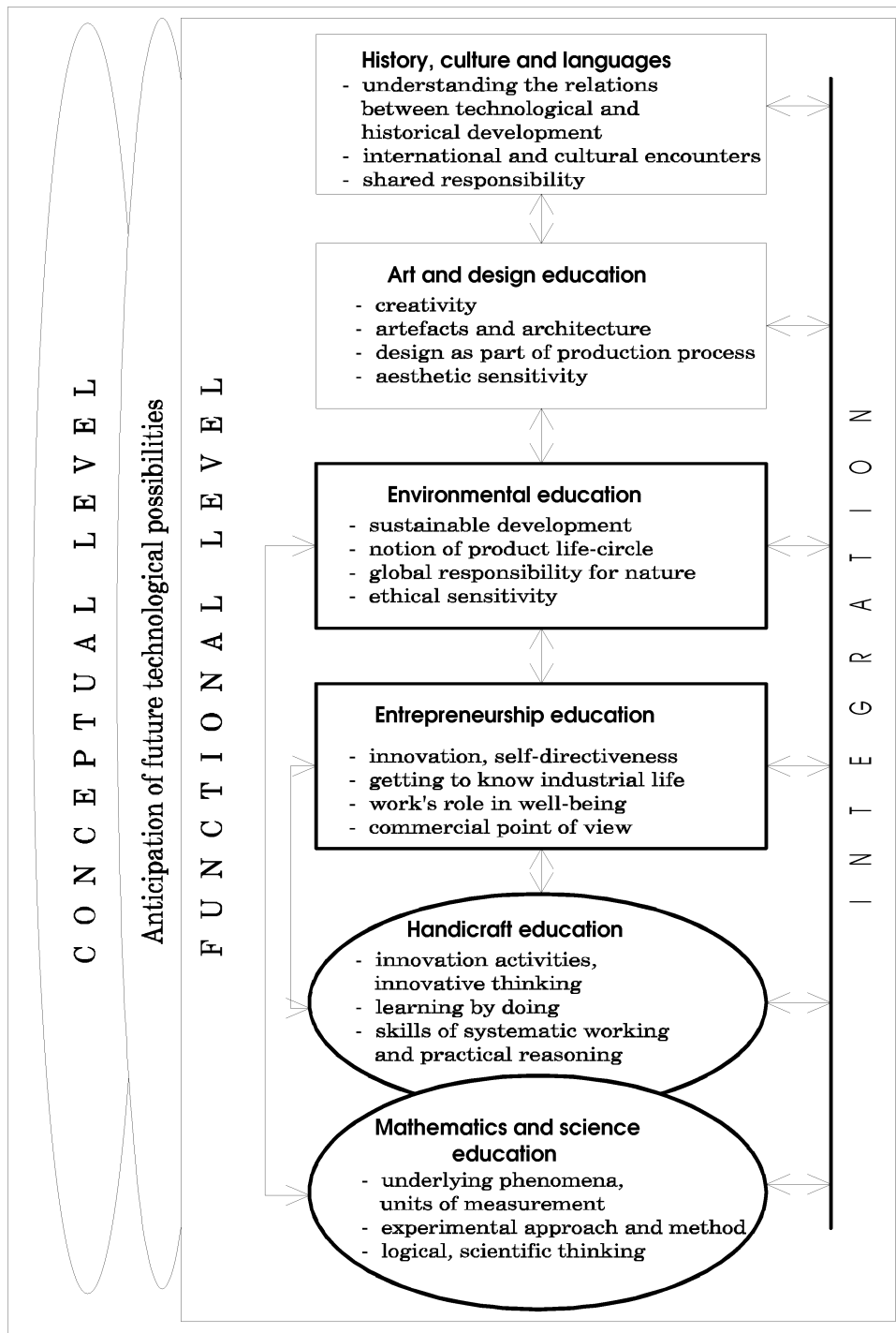


Figure 5 The alternatives for technology education provision and emphasis

The experts were of the opinion that technology education should be developed into a unified subject area intended for all, with practical orientation and based on active doing. It should also be future- and innovation-oriented. The ultimate goal of the education would be to promote material well-being and maintenance of a sufficiently high level of national production. Emphasis should be put on saving unrenovable natural resources and on seeking a remedy for the harms already inflicted upon the nature. If these findings were taken into account - even for the most part - in the curriculum work for the comprehensive and senior secondary schools, it would bring many changes to the current educational practice of this field. This would also be true for teacher education.

## *Discussion*

The study aimed to construct a theoretical basis for this field and to create conceptual models to clarify the provision of technology education. Both elements are needed in curriculum design, as a foundation for planning and arranging teaching in practice, and especially, as a basis for research in this field. The study followed a subject-centred strategy, in other words, the approach derives from a vision about technology and its development.

Full and open interaction between school teaching and research is a necessary precondition for the development of this field. The praxis of technology education enables the testing of the models and theories designed and thus directs their elaboration. On the other hand, this way researchers can help evaluate, monitor and improve the effectiveness of teaching practices. The models presented in this study are based on expert opinions. The next step is to examine how suitable they are for the purposes of curriculum and teaching work, how they should be supplemented or changed, and how students at various grades perceive these issues in their own thinking.

Educational research has traditionally sought to find out what is the current state of affairs or how the things have been earlier. This study is geared towards future. The aim has been to see how the things could be for technology education, and what alternatives would be available for its provision.

A topical issue of discussion in Finland is now what would be the most efficient and most flexible way to develop our country as an information society. Although that particular topic area, as such, is beyond the present study, all research concerning technology is most topical with regard to designing new curriculum guidelines. This study brings the aspect of technology and technology education into the discussion in the field of education in general, and in the domain of mathematics and science instruction in particular. Without a basis of common core concepts the discussion remains ineffective, even futile. Presumably, it was just the lack of well-established concepts in this field that made the 1994 framework curricula so vague when it comes to technology education in the comprehensive and senior secondary school. Beside schools, this

has shown in teacher education departments, as the development of this domain has remained rather sporadic.

The present study provides a sound basis for further studies, as well, and also for international discourse. The methodological challenges, which this study has brought up, as well, concerning learning by doing and similar approaches in comprehensive and senior secondary schools, are not without significance, either. The experts' comments explicitly accentuated the importance of planning and problem solving skills needed in daily life, as well as of learning skills, both independent and those involving joint responsibility. On the basis of these views new future-oriented educational objective could be called "problem-solving, planning and innovation dexterity". Another new aspect is ethical evaluation of the future alternatives of technological development. In the long term, technology should be developed so that it yields ethically sound results, both in terms of natural balance and with respect to the humanity of actions (nature-oriented and human technology).

## LÄHTEET

### Painettu kirjallisuus

- Airaksinen, T. & Häyry, H. 1986. Tekniikka, arvot ja tekniikan arviointi. Teoksessa J. Manninen, I. Niiniluoto & J. Nykyri (toim.) Tekniikka, tiede ja yhteiskunta. Suomen Akatemian julkaisuja 7. Helsinki: Valtion painatus-keskus, 183 - 201.
- Aittola, T. 1992. Uuden opiskelijatyypin synty. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 91.
- Aittola, T. & Pirttijärvi, E. 1996. Nuorten monet oppimisympäristöt. Teoksessa T. Aittola (toim.) Teknologiapohjaiset oppimisympäristöt. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 23, 47 - 53.
- Alho, O. 1994. Kulttuuristen erityispiirteiden syntyminen. Teoksessa FINTRA - Kansainvälisen kaupan koulutuskeskus (toim.) Ihminen ja Kulttuuri. 3. painos. Helsinki: Vientikoulutussäätiö, 31 - 68.
- Autio, O. 1997. Oppilaiden teknisten valmiuksien kehittyminen peruskoulussa. Tytöt ja pojat samansisältöisen käsityönopetuksen kokeilussa. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 177.
- Banks, F. 1994. Vocational education, general education and the place of technology. Teoksessa F. Banks (toim.) Teaching technology. London: Open University, 199 - 208.
- Bell, W. 1997a. Foundations of future studies. Human science for a new era. Vol. I. History, purpose and knowledge. London: Transaction Publishers.
- Bell, W. 1997b. Foundations of future studies. Human science for a new era Vol. II. Values, objectivity, and good society. London: Transaction Publishers.
- Berry, J. & Sahlberg, P. 1995. Matematiikka elämään: mallintamista ja ongelmanratkaisua. Porvoo: WSOY.
- Blackburn, D. & Holister, G. 1992. Energia ja liikenne. J. Hakanen & P. Jotuni (toim. ja suom.) Tieteen maailma 10. Kööpenhamina: Bonniers.

- Blandow, D. 1992. The elements of technology for education. Intreeredede. Technische universiteit Eindhoven.
- Bindon, A. & Cole, P. 1992. Teaching design and technology in the primary classroom. Surrey, UK: Nelson.
- Birket-Smith, K. 1972. Kulttuurin tiet 1. Suom. E. A. Virtanen. 2. painos. Porvoo: WSOY.
- Brundtland, G. H. 1989. Our common future. World Commission on Environment and Development. Oxford: University Press.
- Capstick, N. 1994. The role of information and educational technologies in technology education. Teoksessa D. Layton (toim.) Innovations in science and technology education. Vol. 5. Paris: Unesco, 213 - 223.
- CD Facta Elektroninen tietosanakirja. 1997. [CD-ROM]. Helsinki: WSOY.
- Cross, A. & McCormick, B. (toim.) 1986. Technology in schools. Philadelphia: Open University Press.
- Design & Technology Teaching. 1991. Vol. 23, nrot 2 - 3. The Journal of the Design & Technology Association.
- Dugger, W. E. 1991. Technology education in the United States. Teoksessa T. Kananoja (toim.) Technology Education Conference: Nordic to Global Models. Helsinki: Opetushallitus, 193 - 203.
- Dugger, W. E. 1997. Technology for all. Teoksessa T. Kananoja (toim.) Seminars on technology education. Oulu, 7. - 8. 5. 1996; 18. - 20. 10. 1996. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 69, 35 - 40.
- Dunn, S. & Larson R. 1990. Design technology: children's engineering. Lewes: Falmer Press.
- Dyrenfurth, M. J. 1991a. Key competencies central to technological literacy. Paper prepared for The Sixth Annual Technological Literacy Conference. National Association for Science, Technology and Society. Washington, DC: February 2-3, 1991.
- Dyrenfurth, M. J. 1991b. Technological literacy synthesized. Teoksessa M. J. Dyrenfurth & M. R. Kozak (toim.) Technological literacy, 40th yearbook of the Council on Technology Teacher Education. Peoria, IL: MacMillan, 138 - 183.
- Eduskunnan sivistysvaliokunnan lausunto. 1993. Tasa-arvoa koskeva lausunto työasiainvaliokunnalle. Helsinki: Suomen Eduskunta.
- Ekholm, K. & Oesch, K. 1993. Hypermedia. Helsinki: Otava.
- Ekola, J. 1991. Ammatillisen keskiasteen opetussuunnitelmajärjestelmä. Teoksessa J. Ekola (toim.) Ammatillisen keskiasteen koulunuudistus. Arvioiteja koulunuudistuksen toimeenpanon toteutuksesta. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B. Teoriaa ja käytäntöä 56, 37 - 59.
- Flowers, J. C. 1994. Applied philosophy technology education. The Technology Teacher. 53 (4), 6 - 7.
- Haapasalo, L. 1994. Oppiminen, tieto & ongelmanratkaisu. Vaajakoski: Medusa-Software.
- Hacker, W. 1982. Yleinen työpsykologia. Suom. L. Norros. Espoo: Weilin & Göös.
- Hacker, M. & Barden, R. 1988. Living with technology. Albany, NY: Delmar.

- Haikala, I. & Märijärvi, J. 1997. Ohjelmistotuotanto. Espoo: Suomen Atk-kustannus.
- Hassi, S. 1988. Naiset, miehet ja tekniikan piiloideologia. Teoksessa E. Savo (toim.) Tekniikka elämää palvelemaan. Helsinki: Tekniikka Elämää Palvelemaan TEP, 62 - 69.
- Hautala, H. (toim.) 1983. Aatteellinen Korpilampi 14. - 15. 5. 1983. Korpilampityöryhmä. Helsinki.
- Heikkilä, J. 1981. Luovan ongelmanratkaisun didaktiikka. Porvoo: WSOY.
- Heinonen, O - P. 1996. Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen vuonna 2002. Kansalliset kehittämistalkoot. Opetusministeriö. Koulutus- ja tiedepolitiikan linjan julkaisusarja 38. Helsinki: Edita.
- Hirsjärvi, S. (toim.) 1983. Kasvatustieteen käsitteistö. Helsinki: Otava.
- Hirsjärvi, S. 1997a. Tutkimusprosessi. Tutkimustyyppien ryhmittelyä. Teoksessa S. Hirsjärvi, P. Remes & P. Sajavaara Tutki ja kirjoita. 3. painos. Helsinki: Kirjayhtymä, 166 - 168.
- Hirsjärvi, S. 1997b. Tutkimusprosessi. Aineiston hankinta, analyysi ja johtopäätökset. Teoksessa S. Hirsjärvi, P. Remes & P. Sajavaara Tutki ja kirjoita. 3. painos. Helsinki: Kirjayhtymä, 176 - 222.
- Hirsjärvi, I. & Hirsjärvi, S. 1986. Kasvatuksen tulevaisuudenkuvat tieteiskirjallisuudessa. Koulutus ja tietoyhteiskunta -tutkimuksen osaraportti. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B. Teoriaa ja käytäntöä 2.
- Hulsbosch, M. 1996. Design and technology in the Australian curriculum. Teoksessa T. Kananoja (toim.) Seminars on technology education. Oulu, 7. - 8. 5. 1996; 18. - 20. 10. 1996. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 69, 57 - 75.
- Israel, P. 1992. From machine shop to industrial laboratory. Baltimore, MD: Hopkins University Press.
- Jyväskylän yliopiston toiminta- ja taloussuunnitelma 1997 - 2000. Jyväskylän yliopisto.
- Kaivo-oja, J., Kuusi, O. & Koski, J. T. 1997. Sivistyksen tulevaisuuden barometri 1997. Tietoyhteiskunta ja elinikäinen oppiminen tulevaisuuden haasteina. Helsinki: Yliopistopaino.
- Kananoja, T. 1989. Työ, taito ja teknologia: Yleissivistävän koulun toiminnallisuuteen ja työhön kasvattamisesta. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja C: 72.
- Kananoja, T. (toim.) 1991. Teknologian opetuksen kehittäminen. Teknologian opetuksen kehittämistyöryhmän muistio perusteluineen. Helsinki: Kouluhallitus.
- Kananoja, T. 1993. Technology education and the environment. Teoksessa I. Mottier, J. Ratt & M. J. de Vries (toim.) Technology education and the environment. Improving our environment through technology education. Proceedings PATT-6 conference. Eindhoven University of Technology, 297 - 308.
- Kananoja, T. 1994. Teknologian ja sen opetuksen historiaa ja sen kehitystä. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 56.
- Kananoja, T. 1997a. Teacher training in technological education in Finland. Teoksessa T. Kananoja (toim.) Seminars on technology education. Oulu, 7. -



8. 5. 1996; 18. - 20. 10. 1996. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 69, 9 - 16.
- Kananoja, T. 1997b. Teknologia opetussuunnitelmissa. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen käytäntöjä. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 74, 7 - 20.
- Kananoja, T. 1997c. Technology education at cross-roads. Teoksessa I. Mottier & M. J. de Vries (toim.) Assessing technology education. Proceedings PATT-8 conference. Eindhoven University of Technology, 81 - 90.
- Kananoja, T. 1998. Teknologisen opetuksen kehitystä. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30, 7 - 26.
- Kankare, P. 1997. Teknologian lukutaidon toteutuskonteksti peruskoulun teknisessä työssä. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja C: 139.
- Kantola, J. 1997. Cygnaeuksen jäljillä käsityöopetuksesta teknologiseen kasvatukseen. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 133.
- Kari, J. 1994. Die finnische Tradition der schulischen Handarbeit. Teoksessa E. Dauzenroth, F. Seidenfaden & H. Widman. Diskurs Europa. Vorträge und Diskussionsbeiträge. XXV. Internationales Kolloquium 1994. Giessen. Fachbereich Erziehungswissenschaften der Justus-Liebig-Universität, 84 - 92.
- Kari, J. & Nöjd, O. 1998. Koulutusteknologiaan perustuvien oppimisympäristöjen pioneerivaiheen kehittelyä Jyväskylän yliopistossa. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30, 43 - 52.
- Kerlinger, F. 1973. Foundations of behavioral research. 2. painos. London: Holt, Ronehart & Winston.
- Koiranen, M. 1997. Henkinen kasvu yrittäjyyteen. Teoksessa M. Parikka (toim.) Kasvu yrittäjyyteen. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 27, 23 - 26.
- Kolehmainen, V. 1996. Käsiyökasvatuksen syventävien opintojen teoreettisia perusteita. Teoksessa T. Laes (toim.) Kuvia yliopistollisesta opettajakoulutuksesta. Turun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja B: 53, 143 - 155.
- Kolehmainen, V. 1998. Teknologiakasvatus käsiyökasvatuksen osana. Teknisen työn aineenopettajan koulutusohjelman kehittämisen teoreettisia perusteita. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30, 69 - 76.
- Knuuttila, S. 1984. Uuden ajan alun filosofisten ihmiskäsitysten uutuuksista. Teoksessa I. Niiniluoto & E. Saarinen (toim.) Ihmiskäsitysten filosofia. Ajatus 41. Helsinki: Suomen Filosofinen Yhdistys, 118 - 140.
- Kurjanen, P., Parikka, M., Raiskio, A. & Saari, J. 1995 Oppimisympäristöjä ja aihepiirejä peruskoulun teknologiakasvatukseen. Teknologiakasvatus-

- kokeilu: Raportti 2. Jyväskylän yliopisto, Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 17.
- Kurki-Suonio, K. & Kurki-Suonio, R. 1994. Fysiikan merkitykset ja rakenteet. Helsinki: Limes.
- Krauss, L. 1994. Oleta pyöreä lehmä. Suom. K. Pietiläinen. Jyväskylä: Gummerus.
- Kyrö, P. 1997. Yrittäjyyden muodot ja tehtävä ajan murroksissa. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Studies in Computer Science, Economics and Statistics 38.
- Lahdes, E. 1986. Peruskoulun didaktiikka. Helsinki: Otava.
- Lahdes, E. 1991. Deskriptiivinen, kuvaileva didaktiikka. Teoksessa J. Kari (toim.) Didaktiikka ja opetussuunnittelu. Porvoo: WSOY, 42 - 48.
- Lahdes, E. 1997. Peruskoulun uusi didaktiikka. Helsinki: Otava.
- Landels, J. G. 1985. Antiikin insinööritaito. Suom. K. Hirvonen. Helsinki: Insinööritieto.
- Layton, D. 1993. Technology's challenge to science education. Buckingham: Open University Press.
- Leimu, K. 1994. Oppimistulosten kansainvälinen vertailu. Teoksessa R. Laukkanen (toim.) Koulutus kansainvälisessä vertailussa. Opetusministeriö ja opetushallitus. Helsinki.
- Leinonen, T. 1986. Tekniikan kehitys ja teknologiset imperatiivit, kommenttipuheenvuoro. Teoksessa J. Manninen, I. Niiniluoto & J. Nykyri (toim.) Tekniikka, tiede ja yhteiskunta. Suomen Akatemian julkaisuja 7. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 26 - 29.
- Lindh, M. 1996. Matematiikan ja fysiikan integrointi tekniseen työhön. Virikeaineistoa yleissivistävän koulun teknologiakasvatukseen. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 68.
- Lindh, M. 1998. Johdatusta teknologiakasvatuksen teoreettiseen tarkasteluun. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30, 85 - 95.
- Lukion opetussuunnitelman perusteet 1994. Helsinki: Painatuskeskus.
- Lönnbeck, G.F. (toim.) 1910. Uno Cygnaeuksen kirjoitukset Suomen kansakoulun perustamisesta ja järjestämisestä. Helsinki: Kansanvalistusseura.
- Löppönen, P. 1994. Millaisena Suomi tulee ulos kriisistä. Teoksessa I. Niiniluoto & P. Löppönen (toim.) Suomen henkinen tila ja tulevaisuus. Porvoo: WSOY, 137 - 156.
- Malaska, P. 1992. Nature oriented technology. Turku School of Proceedings.
- Malinen, P. 1985. Opetussuunnitelmat nykyajan koulutuksessa. Helsinki: Otava.
- Malinen, P. 1992. Opetussuunnitelmat koulutyössä. Helsinki: VPK-kustannus.
- Manninen, J. 1993. Teknologia osana yhteiskuntaa. Aktuumi. Sanomia Oulun yliopistosta 5.
- Matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean loppumietintö. 1989. Komiteamietintö 1989:45. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Meadows, J. 1993. Historian tietentekijät. P. Jotuni & J. Hakanen (toim. ja suom.) Tieteen maailma 13. Kööpenhamina: Bonniers.
- Meadows, J. 1994. Tieto ja tiedonvälitys. J. Hakanen (toim. ja suom.) Tieteen maailma 21. Kööpenhamina: Bonniers.

- Mexpert 1985. Säästävä ja vähän pilaava teknologia. Insinööritoimisto Mexpert Oy ja Ympäristöministeriö. Ympäristön- ja luonnonsuojeluosasto A:33. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Michelsen, K. - E. 1993. Valtio, teknologia, tutkimus. VTT ja kansallisen tutkimusjärjestelmän kehitys. Helsinki: Painatuskeskus.
- Mikulski, S. 1998. Defining technology education. Saatavilla [www-muodossa: http://www.techedlab.com/define.html](http://www.techedlab.com/define.html) [12. 05. 1998].
- Miller, J. P. 1988. The holistic curriculum. Toronto: OISE Press.
- Miller, J. P., Cassie, J. R. & Drake, S. M. 1990. Holistic learning: A teacher's guide to integrated studies. Toronto: OISE Press.
- Mononen, A., Mäkelä, T., Pavela, T., Suosara, E. & Tuohi 1982, J. Teknisen luovuuden peruskurssi. Ammattikasvatushallitus. 2. painos. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Niiniluoto, I. 1984. Johdatus tieteenfilosofiaan. Käsitteen- ja teorianmuodostus. Helsinki: Otava.
- Niiniluoto, I. 1986. Tekniikan kehitys ja teknologiset imperatiivit. Teoksessa J. Manninen, I. Niiniluoto & J. Nykyri (toim.) Tekniikka, tiede ja yhteiskunta. Suomen Akatemian julkaisuja 7. Helsinki: Valtion painatuskeskus, 4 - 25.
- Niiniluoto, I. 1993. Kestävä kehitys, tiede ja ympäristöetiikka. Teoksessa H. Kekkonen (toim.) Vastuulliseen teknologiaan. Puheenvuoroja tekniikasta, arvoista ja tulevaisuudesta. Helsinki: Tekniikka Elämää Palvelemaan TEP, 59 - 76.
- Norris, N., Aspland, R., MacDonald, B., Schostak, J. & Zamorski, B. 1996. An independent evaluation of comprehensive curriculum reform in Finland. Helsinki: Yliopistopaino.
- Norusis, M. J. 1994. SPSS Professional statistics 6.1. Chicago, IL: SPSS.
- Nummenmaa, T., Konttinen, R., Kuusinen, J. & Leskinen, E. 1997. Tutkimusaineiston analyysi. Porvoo: WSOY.
- Nykysuomen käyttötieto. 1997. Sivistyssanat, oikeinkirjoitus, lyhenteet, paikannimet. Helsinki: Otava.
- Nykysuomen sanakirja. 1990. 12. painos. Porvoo: WSOY.
- Olkinuora, E. 1989. Koulutus ja sivistys, dilemmoja ja näkökulmia. Tiedepolitiikka 14 (2), 9 - 18.
- Pahkinen, E. & Lehtonen, R. 1989. Otanta-asetelmat ja tilastollinen analyysi. Helsinki: Gaudeamus.
- Parikka, M. 1979. Elektroniikan perusteet. Jyväskylän yliopisto. Opettajakoulutuslaitos. Opetusmonisteita ja selosteita 2.
- Parikka, M. 1988. Tekninen työ tutkimuskohteena. Tutkimusalueen kartoitus. Jyväskylän yliopisto. Opettajakoulutuslaitos. Katsauksia 17.
- Parikka, M. 1990. Teknisen työn didaktiikka. Teknisen työn opetus- ja oppimistoiminta. Jyväskylän yliopisto. Opettajakoulutuslaitos. Opetusmonisteita 19.
- Parikka, M. 1994. Teknisen työn ja teknologian opetuksen kehittämishaasteita. Teoksessa E. Korpinen (toim.) Opettajaksi oppimaan - kasvattajaksi kasvamaan. Jyväskylän yliopisto. Opettajakoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 7, 47 - 61.

- Parikka, M. 1997. Kuntakohtainen opetussuunnitelma avaa yrittäjyyskasvatukselle omaleimaisia mahdollisuuksia. Teoksessa M. Parikka (toim.) Kasvu yrittäjyyteen. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 27, 81 - 86.
- Parikka, M. 1998. Teknologinen yleissivistys peruskoulu- ja lukiokasvatuksen tavoitteena. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30, 27 - 41.
- Parikka, M. & Rasinen, A. 1993. Technology education experiment. Curricular points of departure for the experiment. Teoksessa I. Mottier, J. Ratt & M. J. de Vries (toim.) Technology education and the environment. Improving our environment through technology education. Proceedings PATT-6 conference. Eindhoven University of Technology, 189 - 206.
- Parikka, M. & Rasinen, A. 1994. Teknologiakasvatuskokeilu. Kokeilun tavoitteet ja opetussuunnitelman lähtökohdat. Jyväskylän yliopisto. Opettajan-koulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 15.
- Parikka, M. & Rasinen, A. 1997. From product assessment towards assessment of learning processes and self-assessment. Teoksessa I. Mottier & M. J. de Vries (toim.) Assessing technology education. Proceedings PATT-8 conference. Eindhoven University of Technology, 327 - 339.
- Parikka, M. & Suomela, J. 1996. Murros oppimiskäsityksessä. Teoksessa T. Asunta, E. Hyötyläinen, M. Parikka, V. Rahkonen & J. Suomela. Luonnontiede ja teknologia. Matemaattis-luonnontieteellisen alan oppimisympäristöt. Jyväskylä: Teknologiakeskus, 2 - 7.
- Pantzar, M. 1996. Kuinka teknologia kesytetään. Kulutuksen tieteestä kulutuksen taiteeseen. Helsinki: Tammi.
- Peltonen, J. 1988. Käsiyökasvatuksen perusteet. Koulukäsityön ja sen opetuksen teoria ja empiirinen tutkimus peruskoulun yläasteen teknisen työn oppisisällöistä ja opetuksesta. Turun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja A: 132.
- Peltonen, J. 1995. The problem of the difference between craft and prevocational education in primary education. Teoksessa J. Lasonen & M. - L. Stenström (toim.) Contemporary issues of occupational education in Finland. University of Jyväskylä. Institute for Educational Research, 24 - 41.
- Peltonen, M. 1991. Työn ja koulutuksen kehitysnäkymiä. Teoksessa M. Peltonen (toim.) Koulutuksen laatu. Teollisuuden koulutusvaliokunta. Sarja A: 012, 13 - 26.
- Peltonen, M. 1992. Koulutuksella tulevaisuuteen. Teoksessa Koulutuksella tulevaisuuteen. Teollisuuden koulutusvaliokunta. Sarja A: 13.
- Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Helsinki: Painatuskeskus.
- Pirhonen, A. 1996. Kasvatustieteilijä ja moderni tekniikka. Teoksessa T. Aittola (toim.) Teknologia pohjaiset oppimisympäristöt. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 23, 97 - 102.
- Raat, J. & de Vries, M. (toim.) 1986. What do girls and boys think of technology? Eindhoven University of Technology.
- Raat, J. 1993. Technology in primary education. Examples of technology lessons in Europe. Teoksessa I. Mottier, J. Ratt & M. J. de Vries (toim.) Technology

- education and the environment. Improving our environment through technology education. Proceedings PATT-6 conference. Eindhoven University of Technology, 75 - 81.
- Rantanen, K. 1985. Teknisen luovuuden kehittäminen. Hämeenlinna: Karisto.
- Raiskio, A., Kurjanen, P. & Saari, J. 1997. Metallinerottelulaitos kolmen koulun yhteistyöhankkeena. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen käytäntöjä. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 74, 49 - 54.
- Rapp, P. 1982. Philosophy of technology. Teoksessa G. Flöistad (toim.) Contemporary philosophy. A new survey. Vol. 2. London: Martinus Nijhoff, 362 - 412.
- Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. 1996. Oppiminen ja koulutus. Porvoo: WSOY.
- Segerstahl, B. 1986. Uuden teknologian alueelliset vaikutukset. Teoksessa S. Pöyry (toim.) Parempi tulevaisuus - Haaste tekniikalle. Jyväskylä: Gummerus.
- Sherwood, R. S. & Mills, H. B. 1984. Technology. Teoksessa S. P. Parker (toim.) Encyclopedia of science & technology. New York: McGraw, 1719.
- Smeds, R. (toim.) 1985. Ihminen 2000. Tekniikka, arvot ja yhteiskunta. Helsinki: Suomen Teknillinen Seura.
- Solomon, J. 1993. Teaching science, technology and society. Buckingham: Open University Press.
- Sivistys-Suomi 2010. 1992. Opetusministeriön visioryhmän muistio. Opetusministeriön työryhmän muistioita. Mietintö 1992: 25. Helsinki.
- Soininen, L. 1997. Itseohjautuvuus yrittäjyyden ja jatkuvan oppimisen ytimenä. Teoksessa M. Parikka (toim.) Kasvu yrittäjyyteen. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 27, 49 - 57.
- Spectrum tietokeskus. 1990. Osa 12. Porvoo: WSOY.
- Stenlund, H. (toim.) 1997. Työn tulevaisuus. Työskenaariohankkeen loppuraportti. Työhallinnon julkaisu 185. Helsinki: Työministeriö.
- Suojanen, U. 1993. Käsiyökasvatuksen perusteet. Porvoo: WSOY.
- Suomala, J. 1998. Kognitiiviset ristiriidat ongelmanratkaisun aikana Lego/Logo-oppimisympäristössä. Teoksessa T. Kananoja, J. Kari & M. Parikka (toim.) Teknologiakasvatuksen tulevaisuuden näköaloja. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Opetuksen perusteita ja käytänteitä 30, 53 - 68.
- Suomi tietoyhteiskunnaksi. 1995. Kansalliset linjaukset. Helsinki: Valtiovarainministeriö.
- Tammilehto, O. 1982. Ekofilosofia, vaihtoehtoliike ja ydinvoima. Helsinki: Ympäristökeskus.
- Technology for All Americans Project. 1998. The universals and dimensions of technology. Blacksburg, VA: International Technology Education Association.
- Technology in the National Curriculum. 1990. Department of Education and Science and the Welsh Office.
- TEK, keksintöjen kirja. 1981. Porvoo: WSOY.
- TEK, tekniikan tietokeskus. 1982. Porvoo: WSOY.
- Tekniikka etenee tutkien. 1996. TEKESin rahoittamat julkiset tutkimusprojektit 1996. Helsinki: TEKES.

- Todd, R. D. 1991. The natures and challenges of technological literacy. Teoksessa M. J. Dyrenfurth & M. R. Kozak (toim.) *Technological literacy, 40th yearbook of the Council on Technology Teacher Education*. Peoria, IL: MacMillan, 10 - 27.
- Tuntijakotyöryhmän muistio. 1992. Opetusministeriö. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Williams, P. H. M. 1990. *Teaching craft, design and technology five to thirteen*. 2. painos. Lontoo: Falmer Press.
- Virkkala, V. 1988. *Luova ongelmanratkaisu. Tiedon hankinta ja yhdistely toimiviksi kokonaisuuksiksi ammateissa, harrasteissa ja kotielämässä*. Helsinki: Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus INSKO.
- von Wright, G. H. 1995. *Tiede ja ihmisjärki. Suunnistusyritys. Suom. A. Leikola*. 3. painos. Helsinki: Otava.
- Wright, J. R. 1993. The lexicon of technological literacy. *The Technology Teacher. Journal of the International Education Association*. 52 (8), 3 - 8.
- de Vries, M. J. 1993. Green design in technology education. Teoksessa I. Mottier, J. Ratt & M. J. de Vries (toim.) *Technology education and the environment. Improving our environment through technology education. Proceedings PATT-6 conference. Eindhoven University of Technology*, 274 - 288.
- de Vries, M. J. 1997. *Technology education in the Netherlands: trends and issues*. Teoksessa T. Kananoja (toim.) *Seminars on technology education*. Oulu, 7. - 8. 5. 1996; 18. - 20. 10. 1996. *Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita* 69, 21 - 34.
- Väljjarvi, J. 1988. *Jaksomuotoinen opetus lukion yleissivistävän tradition kehittäjänä*. Jyväskylän yliopisto. *Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia* 15.
- Väljjarvi, J. 1989. *Mitä yleissivistyksellä tarkoitetaan?* *Tiedepolitiikka* 14 (2), 3 - 8.
- Väljjarvi, J. 1993. *Kurssimuotoisuus opetus suunnitelman moduulirakenteen sovelluksena lukiossa*. Jyväskylän yliopisto. *Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia* 54.
- Yli-Piipari, E. 1991. *Tuotteiden suunnittelusta ja suunnitteluprosesseista peruskoulun teknisessä työssä: Teoreettis-didaktista tarkastelua*. Turun yliopisto. *Kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja B*: 34.

## Sanoma- ja aikakauslehdet

- Aarnio, J. 1997. Hanaelektroniikan edelläkävijä. Tekniikan Maailma 53 (12), 28.
- Enbom, H. 1997. Sykettä maailmalla. Tekniikan Maailma 53 (12), 15.
- Herttua, I. & Ylönen, R. 1997. Paikka auringossa. Tekniikan Maailma 53 (12), 17.
- Honkanen, V. 1997a. Kuormankäsittelyn mestari. Tekniikan Maailma 53 (12), 19.
- Honkanen, V. 1997b. Askel virtuaalimaailmaan. Tekniikan Maailma 53 (12), 20.
- Honkanen, V. 1997c. Kotimainen CAD. Tekniikan Maailma 53 (12), 20.
- Kinnunen, L. 1997a. Nokia on tietoliikennealan edelläkävijä. Tekniikan Maailma 53 (12), 8 - 9 .
- Kinnunen, L. 1997b. Laivanrakennuksen innovaatiot maailman huipulla. Tekniikan Maailma 53 (12), 9.
- Kinnunen, L. 1997c. Uusi hissi säästää rakennuskustannuksia ja energiaa. Tekniikan Maailma 53 (12), 10.
- Kinnunen, L. 1997d. Keskittyminen tuonut markkinajohtajuuksia. Tekniikan Maailma 53 (12), 12.
- Kinnunen, L. 1997e. Magneettikartoitin mittaa aivojen toimintaa. Tekniikan Maailma 53 (12), 13.
- Kinnunen, L. 1997f. Tamrock porautuu kovaankin kiveen. Tekniikan Maailma 53 (12), 13.
- Kinnunen, L. 1997g. Traktoreita räätälintyönä. Tekniikan Maailma 53 (12), 14.
- Kinnunen, L. 1997h. Puun tie metsästä paperiksi. Tekniikan Maailma 53 (12), 41 - 45.
- Merilinna, M. 1997. Reformuloitu bensiini - maailman kärkilaatua. Tekniikan Maailma 53 (12), 26 - 27.
- Ojansivu, M. 1998a. Avuttomuus iskee, kun tekniikka pettää. Helsingin Sanomat. 5.1.1998, A5.
- Ojansivu, M. 1998b. Utelias apina ei lue käyttöohjetta. Helsingin Sanomat. 6.1.1998, A5.
- Ojansivu, M. 1998c. Virhe vai erehdys? Helsingin Sanomat. 8.1.1998, A14.
- Tekniikan Maailma. 1997. Made in Finland: ylpeyden aiheita. Tekniikan Maailma 53 (12).
- Weckström, H. 1997a. Hyvän äänen puolesta. Tekniikan Maailma 53 (12), 24.
- Weckström, H. 1997b. Perinteet velvoittavat. Tekniikan Maailma 53 (12), 25.
- Viitaniemi, N. 1996. Uudet teknologiat tuovat kouluille haasteita ja mahdollisuuksia. Tytöt pitäisi saada kiinnostumaan teknisistä aineista. Tamperelainen. 11.2.1996, 6.
- Wilén, K. 1997. Nautor's Swan - maailman paras pursi. Tekniikan Maailma 53 (12), 46 - 51.

**Painamaton kirjallisuus**

- Alamäki, A. 1996. Käpylehmistä kännyköihin. Varhaiskasvattajan reflektiivisyys käsityö- ja teknologiakasvatuksessa. Turun yliopiston Rauman opettajankoulutuslaitos. Käsityökasvatuksen lisensiaatintutkimus.
- Dugger, W. E. 1993. Technology education in the United States. A paper presented at the University of Jyväskylä in May 1993.
- Luomalahti, M. 1993. Teknologiasta ja teknologiaopetuksesta peruskoulun alasteella. Opettajankoulutuslain (844/71) 11 §:n perusteella suoritettuun jatko-opiskeluun liittyvä tutkielma. Opetusministeriö. Korkeakoulu- ja tiede-osasto. Opettajankoulutustoimisto.
- Parikka, M. 1993. Teknisen työn ja teknologian didaktiikan perusteet. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteen tiedekunta. Kasvatustieteen lisensiaatintutkimus.
- Parikka, M. 1994. Teknologia ja kulttuuri. Kirjoitus esitetty koulutustilaisuudessa Teknologia ja luonnontieteet peruskoulussa ja lukiossa, Heinola.
- Puumalainen, P. 1997. Becoming an innovative high-tech entrepreneur. Helsingin kauppakorkeakoulu. Väitöskirjan käsikirjoitus.
- Rasinen, A. 1998. Teknologinen osaaminen - heikko lenkki Suomen yleissivistävän koulun opetussuunnitelmassa. Jyväskylän yliopisto. Lisensiaatintutkimuksen käsikirjoitus.



## LIITE 1 KUVIOT JA TAULUKOT

KUVIO 1	Tutkimuksen toteuttaminen	21
KUVIO 2	Tutkimuksen käsitteenmäärittely	28
KUVIO 3	Teknologian käsitteen etymologinen perusta	40
KUVIO 4	Teknologian mahdollistamia kulttuurin muutoksia	51
KUVIO 5	Tuotantoprosessi ja luonnonympäristö	59
KUVIO 6	Yhteiskunnan keskeiset teknologiajärjestelmät	64
KUVIO 7	Teknologinen innovaatioprosessi	69
KUVIO 8	Teknologian määrittelyn kuutiomalli	72
KUVIO 9	Teknologiakompetenssin toiminnallisen tason operationaalistaminen	81
KUVIO 10	Teknologiakompetenssin tutkimusprosessin eteneminen	84
KUVIO 11	Opiskelutavoitteiden hyödyllisyysarviointien keskiarvot	86
KUVIO 12	Opiskelumenetelmien hyödyllisyysarviointien keskiarvot	89
KUVIO 13	Opiskelusisältöjen hyödyllisyysarviointien keskiarvot	92
KUVIO 14	Toiminnallisen kompetenssin rakentaminen arviointien keskiarvojen perusteella	95
KUVIO 15	Opiskelutavoitteet miesten ja naisten arvioimana	95
KUVIO 16	Opiskelumenetelmät miesten ja naisten arvioimana	97
KUVIO 17	Opiskelusisällöt miesten ja naisten arvioimana	98
KUVIO 18	Teknologiakompetenssin rakenne	111
KUVIO 19	Lehrplan- ja curriculum-opetussuunnitelmatyyppien vastaavuus	116
KUVIO 20	Teknologiakasvatuksen järjestämis- ja painotusvaihtoehdot	126
TAULUKKO 1	Esimerkkejä maamme menestyvistä teknologia-alan yrityksistä	14
TAULUKKO 2	Lapsi ja nuori teollisuusyhteiskunnan jäsenenä	18
TAULUKKO 3	Käsityöprosessin ja teollisen prosessin eroja	43
TAULUKKO 4	Painokoneen kulttuurivaikutuksia	45
TAULUKKO 5	Puhelimen ja radion kulttuurivaikutuksia	46
TAULUKKO 6	Television ja videon kulttuurivaikutuksia	47
TAULUKKO 7	Mikroprosessorin kulttuurivaikutuksia	48
TAULUKKO 8	Betonin kulttuurivaikutuksia	49
TAULUKKO 9	Sähkön yhteiskunnallisia vaikutuksia	53
TAULUKKO 10	Polttomoottorin yhteiskunnallisia vaikutuksia	54
TAULUKKO 11	Henkilöauton yhteiskunnallisia vaikutuksia	55
TAULUKKO 12	Mikroprosessorin yhteiskunnallisia vaikutuksia	57
TAULUKKO 13	Teknologisen työnkuvan muutosten suhde oppimisprosessiin	67
TAULUKKO 14	Teknologiakompetenssin rakenteen erittely	78
TAULUKKO 15	Asiantuntijat toimialoittain	83
TAULUKKO 16	Tavoiteläusumien oblimin-rotatoitu latausmatriisi sekä muuttujien kommunaliteetit ja ominaisarvot	100
TAULUKKO 17	Menetelmälausumien oblimin-rotatoitu latausmatriisi sekä muuttujien kommunaliteetit ja ominaisarvot	102
TAULUKKO 18	Sisältölausumien oblimin-rotatoitu latausmatriisi sekä muuttujien kommunaliteetit ja ominaisarvot	104
TAULUKKO 19	Tiivistelmä teknologian tulevaisuuden näkymistä	107
TAULUKKO 20	Tiivistelmä teknologiakasvatuksen edistämisehdotuksista	122
TAULUKKO 21	Teknologiakasvatus peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmissa	129

ASPECTS OF LEARNING								
	EXPRESSIVE AND AESTHETIC	LINGUISTIC AND LITERARY	MATHEMATICAL	PHYSICAL AND RECREATIONAL	SCIENTIFIC	SOCIAL AND ENVIRONMENTAL	SPIRITUAL AND MORAL	TECHNOLOGICAL
PRINCIPAL FEATURES	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the expression of ideas, moods, emotions in a variety of media</li> <li>* emotional and intellectual response to sensory experience</li> <li>* imagination, perception and discrimination</li> <li>* physical control of media</li> </ul> <p><u>developing understanding of:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the processes of designing, making and composing</li> <li>* the characteristics of different media</li> <li>* the relationships between arts and society</li> </ul>	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* effective communication in speaking and listening reading and writing</li> <li>* enjoyment and fascination in the use of language</li> <li>* knowledge of language and how they work</li> <li>* understanding of and response to literature and the media</li> <li>* the use of language as a tool for learning</li> </ul> <p><u>developing understanding of:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the diversity of language</li> <li>* the social and cultural context of language use</li> <li>* the relationships between languages</li> </ul>	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* creativity</li> <li>* ability to think logically and analytically</li> <li>* ability to use mathematics to solve problems (theoretical and practical)</li> <li>* ability to handle and communicate mathematical ideas and information using the language of mathematics</li> <li>* positive personal qualities and attitudes</li> <li>* appreciation of the wonder and excitement of mathematics</li> <li>* a sense of the power and limitations of mathematics</li> </ul>	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* knowledge and understanding of the principles of health and well-being and positive attitudes to the development and care of the human body</li> <li>* personal qualities related to perseverance and the pursuit of excellence: coping with success and failure and co-operating with others in individual and team activities</li> <li>* appreciation of the creative qualities in human movement and related skills</li> <li>* skills relating to specific physical and recreational activities as an important contributor to personal and social well-being</li> </ul>	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* creativity</li> <li>* ability to use scientific methods of enquiry in an imaginative and disciplined way</li> <li>* understanding of physical, biological and social phenomena in terms of scientific concepts and theories</li> <li>* critical awareness of the role of science in societies and cultures</li> <li>* balanced appreciations of the power and limitations of science as a human activity</li> <li>* positive personal qualities and attitudes</li> </ul>	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* a sense of: place, space and environment, time and context</li> </ul> <p><u>developing understanding of:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* the physical environment and human influences on it</li> <li>* the past and its influence on the present</li> <li>* the human environment and the inter-relatedness of individuals, groups and societies</li> <li>* the operations of institutions in society</li> <li>* the nature, causes and effects of economic and industrial activity</li> </ul>	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* feelings and convictions about the significance of human life and the world as a whole</li> <li>* a sense of fairness and justice</li> <li>* a respect for different religious convictions</li> </ul> <p><u>developing understanding of:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* moral and ethical issues</li> <li>* the diversity of religions and relationships between them</li> <li>* the use made by religions of symbol, allegory and analogy</li> <li>* codes of human behaviour</li> </ul>	<p><u>developing</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ability to apply knowledge and skills to practical tasks, operating within a range of constraints</li> <li>* ability to think and act imaginatively and creatively</li> <li>* ability to use products of technological activity sensibly and effectively</li> <li>* ability evaluate the purposes, processes and products of technology</li> <li>* critical awareness of the role and effects of technology in cultures and societies</li> <li>* positive personal qualities and attitudes</li> </ul>
STATUTORY SUBJECTS WHICH MAKE MAJOR CONTRIBUTIONS	* art * PE * English * Welsh * music	* English * (modern foreign languages) * Welsh	* mathematics * science * technology	* art * science * music * PE	* mathematics * PE * science * RE * technology * geography	* geography * RE * history * MFL * science * English / Welsh	* English/Welsh *art * music * history * geography * RE * technology * science	all statutory subjects
OTHER SUBJECTS AND ACTIVITIES	* (classics) * dance * drama * media studies	* (classics) * drama * media studies * (other languages)	* (economics / business studies) * life skills	* outdoor education * life skills * rural studies * drama * dance * community work	* (social science) * (economy / business studies) * drama * rural studies	* (economy / business studies) * (social science) * rural studies * community works	* (classics) * (social science) * community work	* (economy / business studies) * media studies * life skills * community work
(...) indicates subjects associated with secondary phase only.								
THEMES	SOME ASPECTS OF ALL THEMES careers education & guidance; community understanding; economic & industrial understanding; environmental education; health education							
COMPETENCES	* communication * information technology * problem solving * study	* communication * information technology * problem solving * study	* communication * information technology * numeracy * problem solving * study	* communication * information technology * problem solving * study	* communication * information technology * numeracy * problem solving * study	* communication * information technology * numeracy * problem solving * study	* communication * information technology * problem solving * study	* communication * information technology * numeracy * problem solving * study
DIMENSIONS	* equality of opportunity		* cultural diversity	* special needs	* the cultural relevance of the curriculum to its Welsh setting - Curriculum Cymreig			

## LIITE 3 KYSELYLOMAKE

**TEKNOLOGIAKASVATUSTUTKIMUS**

Kyselyyn vastataan rengastamalla sopiva vaihtoehto tai sopivat vaihtoehdot taikka kirjoittamalla vastaus sille valittuun tilaan. Jos jokin kohta vaatii mielestänne tarkennusta, voitte kirjoittaa sen sitä varten varattuun tilaan tai vastauspaperin kääntöpuolelle. Pyrkikää nostamaan joitakin tärkeimpinä pitämiänne asioita selvästi esiin.

**I TAUSTATIEDOT**

Nimi .....

Toimipaikka .....

Koulutus tai tehtävä työorganisaatiossa .....

Toiminta teknologian (tai vastaavan) alalla ..... vuotta

Hyväksyn, että näkemyksiäni esitellään nimelläni      kyllä                      ei

**II OPISKELUTAVOITTEIDEN ARVIOINTI**

Arvioikaa seuraavassa esitettävien tavoitteiden hyödyllisyyttä tai tarpeellisuutta peruskoulun ja lukion opetuksessa lähitulevaisuuden teknologian kannalta. Vastatkaa kysymyksiin rengastamalla mielestänne sopivin vaihtoehto. Esittäkää lisäksi alariveillä muita, mielestänne tärkeitä opiskelutavoitteita.

Opiskelutavoitteiden, -menetelmien ja -sisältöjen arviointiin käytetään seuraavaa asteikkoa:

- 1 = ei lainkaan tarpeellinen tai hyödyllinen
- 2 = vain vähän tarpeellinen tai hyödyllinen
- 3 = jonkin verran tarpeellinen tai hyödyllinen
- 4 = hyvin tarpeellinen tai hyödyllinen
- 5 = erittäin tarpeellinen tai hyödyllinen

Opitaan suunnitelmallisen työnteon taitoa eli sitä, miten esimerkiksi ammattitaitoinen työntekijä taikka korjaaja työskentelee	1 2 3 4 5
Opitaan teknisiä perustaitoja ja työturvallisuuden perusteita	1 2 3 4 5
Harjoitellaan teknistä ajattelua ja keksimistaitoja (ideoista tuotteiksi)	1 2 3 4 5
Tutkitaan luonnonilmiöitä ja luonnontieteitä sekä niiden teknologisia sovelluksia, esimerkiksi vivun käytännön sovelluksia	1 2 3 4 5
Tutustutaan käytännön teknologisiin järjestelmiin, esimerkiksi kodin lämpö-, vesi- ja viemärinti- sekä ilmastointijärjestelmien toimintaan	1 2 3 4 5

(jatkuu)

## LIITE 3 (jatkuu)

Opitaan teknologista käsitteistöä ja teknistä piirtämistä	1 2 3 4 5
Tutustutaan kestävän kehityksen aikaansaamiseksi eri materiaalien ominaisuuksiin, niiden kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön	1 2 3 4 5
Tutustutaan teknologian historiaan ja kulttuurisiin vaikutuksiin	1 2 3 4 5
Arvioidaan teknologisen maailman kehittymistä (mikä on oikein, mikä väärin) ja otetaan kantaa sen yhteiskunnallisiin seurauksiin	1 2 3 4 5
Opetellaan käyttämään tietokoneita monenlaisissa töissä	1 2 3 4 5
Tutustutaan yrittäjyyteen, tuotantoelämään ja teollisuuden toimintatapoihin	1 2 3 4 5
Opitaan käsityötaitoja eli opitaan tekemään erilaisia tuotteita käsityövälineillä	1 2 3 4 5
Opetellaan kodin sallittuja sähkötöitä	1 2 3 4 5
Opetellaan kunnostamaan kodin laitteita ja välineistöä	1 2 3 4 5
Opetellaan tekemään kodin pieniä remonttistöitä (esimerkiksi seinien maalaus ja tapetointi)	1 2 3 4 5
Opetellaan huoltamaan suksia, polkupyörää, mopoa yms.	1 2 3 4 5
Tutustutaan erilaisiin teknisiin harrastuksiin, esimerkiksi lennokkirakenteluun	1 2 3 4 5
Opetellaan asettamaan omia oppimistavoitteita ja arvioimaan omaa oppimistyöskentelyä	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5

Muita näkökohtia

---



---



---



---



---



---



---

(jatkuu)

LIITE 3 (jatkuu)

### III OPISKELUMENETELMIEN ARVIOINTI

Arvioikaa seuraavien opiskelumenetelmien hyödyllisyyttä tai tarpeellisuutta edellä olevan asteikon 1 - 5 mukaan. Esittäkää lisäksi alariveillä muita, mielestänne tärkeitä koulutyöskentelyn tapoja.

Ryhmänä työskentely, sosiaalisuus eli yhteisvastuulliset menetelmät, esimerkiksi projekti- ja tiimityöskentely	1 2 3 4 5
Asioiden itsenäinen selvilleotto ja asioiden merkityksen arviointi, esimerkiksi kirjaston ja internetin käyttö	1 2 3 4 5
Ostavastuinen etätyöskentely, esimerkiksi oppimistehtävien tekeminen, tietojen hankinta haastattelulla, tietokoneavusteinen suunnittelu	1 2 3 4 5
Käyttöohjeiden ja ohjekirjojen avulla työskentely	1 2 3 4 5
Vieraalla kielellä opiskelu eli kielen oppiminen toiminnallisissa yhteyksissä	1 2 3 4 5
Tutkiminen ja kokeilu, esimerkiksi lujuus- tai liimauskokeiden tekeminen	1 2 3 4 5
Toiminnalliset opintokäynnit yrityksiin (opintokäynnin aikana oppilaat tekevät tutustumiskohteessa jotakin konkreettista eivätkä vain kulje esittelijän mukana)	1 2 3 4 5
Kummiyritystoiminta (yhteistyö paikkakunnan jonkin yrityksen kanssa)	1 2 3 4 5
Oman työskentelyn ja oppimistoimintojen arviointi sekä esitysten tekeminen oppimisjärjestelyjen parantamiseksi	1 2 3 4 5
Mallin mukaiseen toimintaan harjaantuminen, jäljentäminen	1 2 3 4 5
Sarjatyönomainen työskentely (liukuhihnatyöskentely)	1 2 3 4 5
Alan kilpailu- ja näyttelytoiminta (osallistuminen oman koulun, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla)	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5

Muita näkökohtia

---



---



---



---



---

(jatkuu)

## IV OPISKELUSISÄLTÖJEN ARVIOINTI

Arvioikaa seuraavien teknologiakasvatuksen oppisisältöjen hyödyllisyyttä tai tarpeellisuutta arkielämän kannalta käyttäen edellä olevaa asteikkoa. Yliviivatkaa ensin ne esimerkkeinä luetellut asiat, jotka näyttävät tulevaisuudessa olevan tarpeettomia. Ottakaa sen jälkeen kantaa jäljelle jääneiden tarpeellisuuteen tai hyödyllisyyteen.

<b>Puuteknologia</b> , esimerkiksi mittaaminen ja merkitseminen, sahaus, poraus, höyläys, taltaus ja vuolu, sorvaus, liitosten tekeminen, pintakäsittely, materiaalituntemus	1 2 3 4 5
<b>Metalliteknologia</b> , esimerkiksi sahaus, viilaus, poraus, pehmytjuotto (esim. tinaliitos), kovajuotto (esim. hopeajuotos), kaasus- ja sähköhitsaus, pakotus (esim. kuparilevyn muotoilu pakotusvasaralla), niittaus, pintakäsittely, materiaalituntemus	1 2 3 4 5
<b>Muoviteknologia</b> , esimerkiksi taivutus, liimaus, pintakäsittely, muovilajit ja materiaalituntemus	1 2 3 4 5
<b>Askartelu</b> , esimerkiksi pienoismallien rakentelu, lennokit, leijat, kuumailmapallot, materiaalituntemus	1 2 3 4 5
<b>Sähköoppi ja elektroniikka</b> , esimerkiksi sähköilmiöiden perusteet, paristot, akut, aurinkokennot, elektroniikan komponentit, laiterakentelu (esim. vilkkuvalo)	1 2 3 4 5
<b>Tietotekniikka</b> , esimerkiksi piirto-ohjelmien käyttö, taulukko-ohjelmien käyttö, tekninen piirtäminen (CAD), CNC-teknologia = tietokoneella ohjattujen työstökoneiden käyttö, ohjaus ja säätötekniikka, mekatroniikka	1 2 3 4 5
<b>Mekaniikka</b> , esimerkiksi kalteva taso, vipu, akselit ja laakerointi, voimansiirto ja vaihteistot, laiterakentelu (esim. rakentelutarjoista rakennukset, sillat, nosturit, kulkuvälineet yms.)	1 2 3 4 5
<b>Sähköalan sallitut työt</b> , esimerkiksi lampun vaihto, sulakkeen vaihto, valaisimen vaihto, pistorasian korjaus, jatkojohdon teko, tv- ja radioantennin asennus, sähköturvallisuus	1 2 3 4 5
<b>Huonekalujen ja kodin korjaus</b> , esimerkiksi puuliimaukset, entisöintimaalaus, huonekalujen verhoilu, tapetointi ja maalaus, tarveaineiden hankinta, töiden esivalmistelu (esim. pintojen puhdistus ja suojaus, pölyn vaikutusten torjunta, liuotinaineiden vaarat, varotoimenpiteet ja suojautuminen)	1 2 3 4 5
<b>Muut kodin työt</b> , esimerkiksi lukkojen, saranoiden ym. huolto, tiivisteiden vaihto esim. vesihanaan tai pesukoneeseen, WC-laitteiston huolto ja säätö, koukut ja proput eri materiaaleihin, jätteiden lajittelu ja hyötykeräys, työvälineiden, esim. saksien, veitsien, kirveiden ja sahan teroitus	1 2 3 4 5

(jatkuu)

## LIITE 3 (jatkuu)

<b>Vapaa-ajan varusteiden korjaus ja huolto</b> , esimerkiksi polkupyörän vaijerien säätö ja vaihto, kumin paikkaus, suksien kunnostus ja siteiden kiinnitys, kalastusvälineiden huolto ja korjaaminen	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5
	1 2 3 4 5

Muita näkökohtia

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## V YLEISIÄ TEKNOLOGIAN TULEVAISUUDEN KEHITYSNÄKYMÄ

1. Minkälaiselta **teknologian kehitys** näyttää lähivuosikymmeninä? (Esim. mahdolliset trendit, painoalueiden muuttuminen, suunnittelun ja tuotannon sijoittuminen globaalisti.)

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

(jatkuu)

## LIITE 3 (jatkuu)

2. Miten peruskoulua ja lukiota pitäisi kehittää **teknologiakasvatuksen edistämiseksi**? (Esim. näkemykset yhteistyöstä ympäröivään tuotantoelämään, tiimi- ja projektityöstä, yrittäjyydestä, kansainvälisyydestä.)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Miten **teknologiakasvatusta tulisi opettaa** peruskoulussa ja lukiossa? (Esim. näkemykset aineiden välisestä yhteistyöstä erityisesti matemaattis-luonnontieteellisen alueen ja käsityökasvatuksen kanssa, erillisten oppiaineiden lisäämisestä/vähentämisestä.)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Miten **teknologiakasvatuksen opinnot pitäisi sijoittaa**? (Esim. järjestetäänkö teknologiakasvatuksen opintoja vuosittain ala-asteelta lukion loppuun, vain yläasteella ja lukiossa vai vain lukiossa?)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Kiitän lämpimästi vaivannäöstänne!*



## LIITE 4

OPISKELUTAVOITTEIDEN ARVIOINTIEN JAKAUMAT JA KESKIHAJONNAT  
(N=30)

Kysymys	Frekvenssi					Keski- arvo	Keski- hajonta
	5	4	3	2	1		
1. Suunnitelmallinen työnteke	7	13	6	3	1	3,76	1,06
2. Tekniset taidot ja työturvallisuus	4	17	7	1	1	3,76	0,87
3. Tekninen ajattelu ja keksimistäidot	16	8	5	1	-	4,39	0,83
4. Luonnontieteiden teknologiset sovellukset	18	9	3	-	-	4,50	0,68
5. Käytännön teknologiset järjestelmät	7	14	8	1	-	3,90	0,80
6. Teknologinen käsitteistö ja piirtäminen	3	5	16	5	1	3,14	0,97
7. Kestävä kehitys ja kierrätys	16	7	6	1	-	4,27	0,91
8. Historia ja kulttuuri	8	7	12	2	1	3,68	1,09
9. Kehitys ja yhteiskunnalliset seuraukset	12	4	11	3	-	3,93	1,11
10. Tietotekniikan käyttö	9	9	8	4	-	3,77	1,04
11. Yrittäjyys, tuotantoelämä ja teollisuus	9	10	6	5	-	3,77	1,07
12. Käsityötaidot	7	8	15	-	-	3,76	0,83
13. Sallitut sähkötyöt	2	8	13	5	2	3,11	1,03
14. Kodin laitteiden kunnostustyöt	2	9	12	4	3	3,11	1,12
15. Kodin remonttityöt	2	8	12	5	3	3,04	1,15
16. Huoltotyöt (sukset, pyörät, mopot)	2	8	13	5	2	3,11	1,03
17. Tekniset harrastukset	1	9	12	5	3	3,00	1,05
18. Omat oppimistavoitteet ja itsearviointi	11	13	5	-	1	4,14	0,92

## LIITE 5

OPISKELUMENETELMIEN ARVIOINTIEN JAKAUMAT JA KESKIHAJONNAT  
(N=30)

Kysymys	Frekvenssi					Keski- arvo	Keski- hajonta
	5	4	3	2	1		
1. Ryhmätyöskentely	17	10	2	1	-	4,43	0,77
2. Asioiden selville otto	21	6	3	-	-	4,60	0,67
3. Omavastuinen etätyöskentely	9	13	6	2	-	3,97	0,89
4. Kirjallisten ohjeiden avulla työskentely	6	11	9	1	3	3,53	1,17
5. Vieraalla kielellä opiskelu	9	8	8	3	2	3,63	1,22
6. Tutkiminen ja kokeilu	12	8	6	4	-	3,97	1,09
7. Toiminnalliset opintokäynnit	8	9	10	2	1	3,70	1,06
8. Kummiyritystoiminta	3	13	8	4	2	3,37	1,07
9. Työskentelyn ja oppimistoimintojen arvio	7	11	11	1	-	3,80	0,85
10. Mallin mukainen työskentely	-	4	8	10	8	2,27	1,01
11. Sarjatyöskentely	-	-	6	8	16	1,67	0,80
12. Kilpailu- ja näyttelytoiminta	1	10	12	6	1	3,13	0,90

## LIITE 6

OPISKELUSISÄLTÖJEN ARVIOINTIEN JAKAUMAT JA KESKIHAJONNAT  
(N=30)

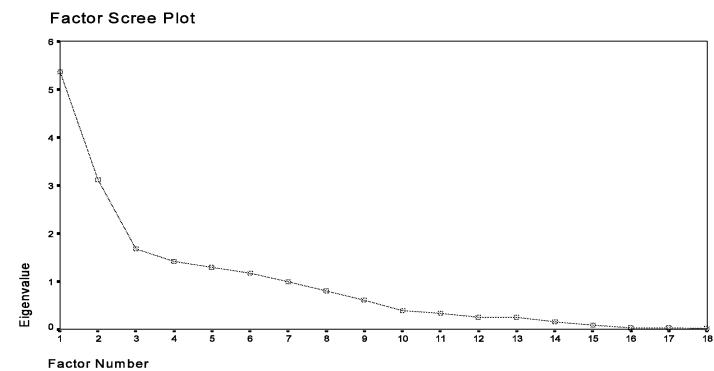
Kysymys	Frekvenssi					Keski- arvo	Keski- hajonta
	5	4	3	2	1		
1. Puuteknologia	4	12	13	1	-	3,73	0,78
2. Metallitekknologia	2	12	12	4	-	3,48	0,87
3. Muovitekknologia	1	12	14	3	-	3,44	0,77
4. Askartelu	1	8	14	6	1	3,08	0,93
5. Sähköoppi, elektroniikka	9	12	9	-	-	4,15	0,73
6. Tietotekniikka	9	13	6	2	-	4,12	0,86
7. Mekaniikka	4	15	9	2	-	3,81	0,80
8. Sähköalan sallitut työt	4	14	10	1	1	3,70	0,91
9. Huonekalujen ja kodin korjaus	2	9	15	4	-	3,35	0,85
10. Muut kodin työt	5	10	12	3	-	3,63	0,93
11. Vapaa-ajan varusteiden korjaus ja huolto	3	12	11	3	1	3,50	0,99

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1,00																		
2	,09	1,00																	
3	,21	-,11	1,00																
4	-,09	-,08	-,04	1,00															
5	,31	,34	,19	,04	1,00														
6	,07	,58	,22	,00	,44	1,00													
7	-,28	,22	,27	,10	-,04	,05	1,00												
8	,24	-,15	,36	,39	,20	,24	,19	1,00											
9	,25	-,03	,51	,03	-,01	,30	,41	,69	1,00										
10	,19	,00	,29	,06	,22	,52	-,05	,33	,50	1,00									
11	,39	-,05	,48	,15	,40	,44	-,20	,21	,32	,48	1,00								
12	,27	,16	,24	,00	-,01	,19	,01	-,15	,10	,28	,41	1,00							
13	,26	,49	,01	-,06	,65	,36	-,10	-,08	-,13	,08	,23	,11	1,00						
14	,21	,41	,14	-,16	,73	,41	-,05	,06	-,02	,15	,35	,19	,87	1,00					
15	,20	,31	,07	-,30	,72	,34	-,08	,01	-,06	,04	,27	,18	,76	,92	1,00				
16	,05	,49	-,17	,00	,51	,25	,11	-,22	-,20	-,10	,12	,17	,68	,67	,69	1,00			
17	,17	,40	,30	,06	,46	,50	-,15	,28	,10	,17	,38	,26	,40	,61	,53	,36	1,00		
18	,44	,48	,16	-,03	,17	,18	-,13	,07	,10	-,13	,20	,11	,19	,17	,07	,11	,30	1,00	

Determinant of Correlation Matrix = ,0000001

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = ,49163

Bartlett Test of Sphericity = 296,03498, Significance = ,00000

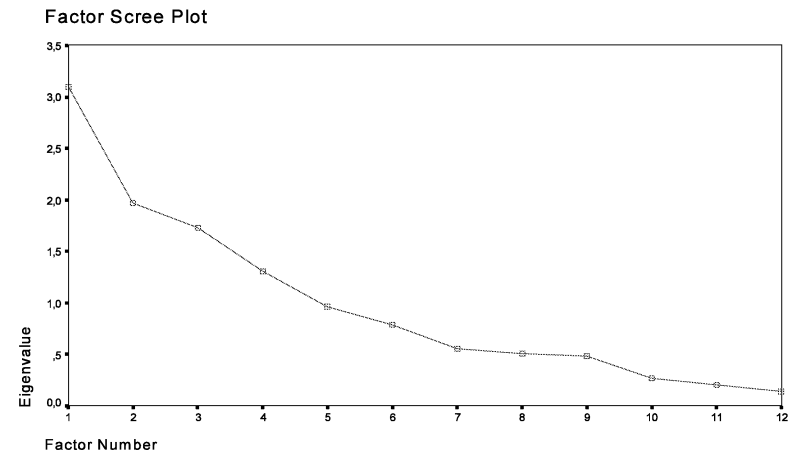


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,00											
2	-,00	1,00										
3	,04	,66	1,00									
4	,13	,26	,56	1,00								
5	-,00	,30	,34	,20	1,00							
6	-,19	,46	,59	,24	,15	1,00						
7	,07	,21	,28	,15	,26	,36	1,00					
8	,04	,10	,18	,18	,03	,13	,44	1,00				
9	,16	,26	,12	-,14	,25	,15	-,09	,02	1,00			
10	,51	,09	,15	,33	-,21	,04	-,04	,16	-,21	1,00		
11	,27	,02	,17	,32	,12	-,18	,17	,29	,04	,30	1,00	
12	-,06	,06	,11	-,05	,47	,08	,21	,42	,30	-,10	,38	1,00

Determinant of Correlation Matrix = ,0108457

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = ,48005

Bartlett Test of Sphericity = 104,80568, Significance = ,00167

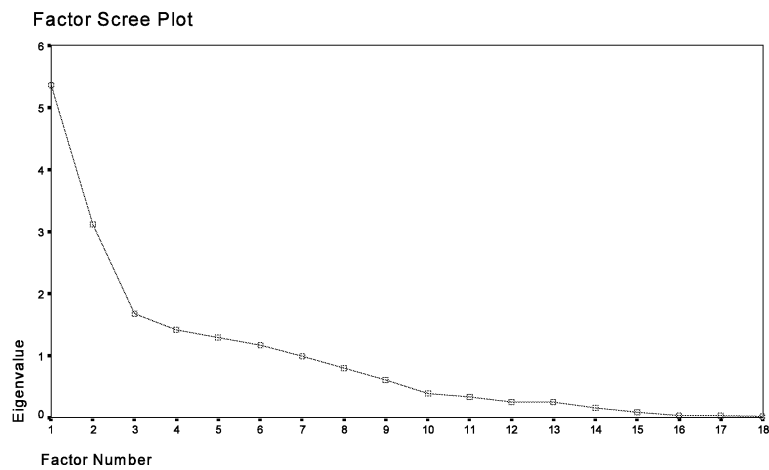


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,00										
2	,65	1,00									
3	,52	,82	1,00								
4	,37	,43	,35	1,00							
5	,38	,56	,64	,44	1,00						
6	-,18	,26	,30	,06	,36	1,00					
7	,10	,56	,48	,16	,47	,28	1,00				
8	-,03	,39	,50	,04	,28	,30	,72	1,00			
9	,43	,58	,46	,33	,16	,10	,34	,57	1,00		
10	,34	,33	,38	,21	,28	-,09	,26	,52	,68	1,00	
11	,37	,19	,15	,29	,31	-,26	,11	,22	,41	,60	1,00

Determinant of Correlation Matrix = ,0004519

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = ,65129

Bartlett Test of Sphericity = 134,78585,  
Significance = ,00000



## LIITE 10 ASIANTUNTIJAVASTAUKSET KYSYMYKSEEN 1

## TEKNOLOGIAN KEHITYS LÄHITULEVAISUUDESSA

*Minkälaiselta teknologian kehitys näyttää lähivuosisikymmeninä? (Esim. mahdolliset trendit, painoalueiden muuttuminen, suunnittelun ja tuotannon sijoittuminen globaalisti.)*

- 
- N1 Ennustaminen on vaikeaa, erityisesti tulevaisuuden.  
Materiaali monipuolistuu, eri tarkoituksiin saadaan hyvinkin sopivaa materiaalia ja myös laitteistot erikoistuvat yhä enemmän. Ajan ja paikan vaatimus pienenee, voit tehdä töitä missä haluat ja ottaa yhteyttä mistä ja minne haluat lähes reaaliajassa. Toisaalta huolta tulee aiheuttamaan riippuvuus energiasta ja energiantuotannosta, joka taas näyttää yhä vain keskittyvän, eli kaikki on hyvin, jos ei ole tuotanto-ongelmia, mutta entäs jos...  
Toinen huolen aihe on tai ainakin pitäisi olla roinan tuotannon jatkuva kasvaminen. Milloin tulee välttämätön lasku?
- M1 Teknologiaan perustuvan käsityön ero perinteiseen puu- ja metallityöhön suurenee, mutta myös perinteen arvostus tulee nousemaan. Teknologia vaatii entistä suurempaa erikoistumista ja ammattitaitoa.
- M2 Teknologia yritykset tulevat keskittymään osaamiskeskusten läheisyyteen (lue yliopistojen ja korkeakoulujen), koska koulutus, soveltava tutkimus ja teollinen toiminta tulevat entistä läheisempään vuorovaikutussuhteeseen. Koulutusta joudutaan viemään yrityksen sisään "frekrenssin" tiheessä. Teollinen toiminta jakautuu suurissa maissa toisaalta raaka-ainelähtöisyydestä johtuen, toisaalta osaamiskeskittymistä johtuen.
- M3 Innovaattoreiden näkökulmasta kehitys näyttää vievän siihen suuntaan, että yhä enemmän otetaan huomioon ympäristöystävällisyys, energiataloudellisuus ja kompaktit monimuotoiset ratkaisut (esim. joka kodin hypermedia / viihde / virtuaali / päätökseen osallistumis- yms. keskus). Tiedonvälityksen menetelmien huima kehitys vaikuttaa kaikkeen teknologiakehitykseen ratkaisevasti. Käyttäjien näkökulmasta kehitys asettaa yhä suurempia vaatimuksia matemaattis-luonnontieteelliselle perussivistykselle, johon kuitenkin yhdistyy tietoisuus ja herkkyyys toisista ihmisistä, luonnosta sekä esteettisyys ja eettisyysnäkökohdista. Käyttäjän kannalta vaikeutena ovat kauppamiehet, jotka haluavat myydä aina kunkin ajan vanhat tuotteet, voidakseen kattaa valmistajien tuotekehityksestä aiheutuneet kulut. Käyttäjä saa harvoin maistaa läheskään viimeisen innovaatioiden saavutuksia ja tästä syystä mm. peruskoulutus on koko ajan ajastaan jäljessä. Koulutuksen kannalta edellä sanottu merkitsee vanhojen oppiainerajojen yhä selvempää murenemistä ja opiskeluympäristöjen kaikinpuolista monipuolistamista. Koulutusta ongelmanratkaisukulttuuriin ja yhä komplisoidumpien valintojen tekemiseen. Teknologia on tässä aina tavalla tai toisella mukana.  
Ammatillinen erikoistuminen lisääntyy. Ongelmana fakki-idiotismi ja uusavuttomuus.
- M5 Teknologian kehitys suuntautuu yhä enenevässä määrin nykyisiä järjestelmiä ylläpitäväksi ja edelleen kehittäväksi siten, että ympäristön ja luonnon kuormitus vähenee entisestään.  
Ulkoavaruuden suomien mahdollisuuksien hyödyntäminen.

(jatkuu)

## LIITE 10 (jatkuu)

- M6 Yleisessä terminologiassa ja kielenkäytössä teknologia yhdistetään nykyisin pääasiassa teknillisiin innovaatioihin, jotka ovat suorassa yhteydessä länsimaiden teknis-ekonomiseen kehitykseen ja niiden tuotannollis-taloudellisia intressejä palveleviin tavoitteisiin ja päämääriin. Käytännössä myös teknologian kehittäminen ja teknologinen osaaminen on suunnattu näihin samoihin päämääriin. Nykyisessä tilanteessa teknologinen kehitys on johtanut maapallon eri osien entistä suurempaan eriarvoisuuteen ja korkean teknologian maidenkin sisällä uudeksi, voimakkaasti eriarvoistavaksi tekijäksi on noussut teknologinen osaaminen ja/tai osaamattomuus. Mikäli teknologian kehitys jatkuu edelleen yksinomaan teknis-kaupallisista periaatteista päin ikään kuin itseohjautuvasti, joudutaan varmasti pian umpikujaan suurten globaalisten ongelmien kanssa, jotka ovat sekä ekologisia että sosiaalisia. Teknologian kehityksessä joudutaan mielestäni nykyistä enemmän ottamaan eettisesti kantaa maailmanlaajuisten ongelmien ratkaisuihin ja niihin seurauksiin, joita teknologian kehittämisellä ja sen käytöllä on. Teknologia ei voi olla vain yhä pienemmän väestöosan tuotannon ja tuottavuuden kasvattamisen väline, jolloin muut joutuvat halvan työvoiman suorittamaan osaan ilman elinehtoja kohentavia teknologian sovellusmahdollisuuksia. Lähitulevaisuudessa joudutaan, tosin vasta pakon sanelemana, uudelleenarviointiin myös teknologian kehittämisen ja käytön suuntaamisessa. Nähdäkseni joudutaan siirtymään suppean, korkean kehityksen maiden voiton ja yhä kasvavan tuotannon tavoittelun sijasta globaaliin ongelmien ratkaisuun ja suurempaan yhteisvastuullisuuteen. Tämä edellyttää nykyistä humanistisempaan ja kokonaisvaltaisempaa näkemystä ja uudenlaista filosofista suuntautuneisuutta sekä poliittisessa, sosiaalisessa ja kasvatuksellisessa päätöksenteossa että näiden alueiden täytäntöön panevassa toiminnassa. Teknologiakasvatuskin tarvitsee itselleen teoreettis-filosofisen pohjan.
- M7 Mikrohuolista megatrendeihin; Euroopan maiden erikoistuminen talousteknisen tilanteen perusteella; maailmanosien erikoistuminen samoin (esim. Aasia, Amerikka, Afrikka); suunnittelu ja moderni tuotanto integroituvat; perustuotanto eriytyy suunnittelusta, jota tekevät teknologiaa johtavat maat. Seuraavat keksinnöt otetaan käyttöön:  
 \* TV liitetään tietoverkkoon  
 \* lääketiede etäitsehoidoksi  
 \* WC terveyttä mittaavaksi ja hoitavaksi  
 \* rannekello terveysensorina  
 \* keinoivelten lisääntyminen.  
 Mustat laatikot näyttävät yleistyvän nopeasti. Toisaalta atk:n valmisohjelmia on yhä enemmän, ja toisaalta teknologia on muuttunut yhä monimutkaisemmaksi ja luoksepääsemättömämmäksi.
- M8 Teknologian valmistamisessa siirryttäneen erilaisten laitteiden hybridituotantoon (kännykkä, auton moottori). Näiden laitteiden korjaaminen ja huoltaminen on lähes mahdollonta. Kierrätyksen ja uusien energialähteiden tutkiminen tulee olemaan yhä tärkeämpää.
- M9 Käsityö ja osin käsillä tekeminen ovat jäämässä harrastusalueeksi, käden taidot edelleen tärkeitä. Aivotyöllä ja suunnittelulla ei ole rajoja; tuotteen teko ohjautuu taloudellisuusperiaatteen mukaan. Uusiutuvien luonnonvarojen käyttö nousee entistä tärkeämmäksi. Luonnonvarojen etsintä ja käyttö tehostuu; avaruusteknologia ja avaruuden hyödyntäminen lisääntyy.
- M10 Käden jatkeet (erityisesti tietotekniset) luultavasti valtaavat yhä alaa jokapäiväisenä elämänä. Synkin mahdollinen visio on se, että opettajankoulutus jäisi kehityksessä jälkijunaan.  
 Tuotannon sijoittamista en uskalla "povata".

(jatkuu)



## LIITE 10 (jatkuu)

- N2 Pyrkimykset kestävämpään "ekologiseen teknologiaan" voimistuvat - silti vielä perinteinen, taloudellista hyötyä ja valtiopolitiikkaa palveleva teknologia hallitsee. Asevarustelu ja luksustuotanto jatkuu; huomiota teknologiakasvatuksessa tuleekin kiinnittää luonnonvarojen järkevään, tuleville sukupolville riittävään käyttöön ja tuhlauksen välttämiseen.  
Elintapojen muutokset teknisesti "kehittyneissä" maissa ovat mahdollisia, jos se ymmärretään. Globaali ajattelu ja arvopohdinta ovat välttämättömiä tulevaisuuden teknologiakasvatuksessa.
- M11 Tietotekniikan kehitysnopeus edelleen kova. Tietojärjestelmien käyttö laajamittaisesti kaikille aloille.
- M12 Kestävän kehityksen näkökulma vahvistuneen huolen luonnosta ja ympäristöstä kasvaessa. Valvutuneisuus ja osallistumisaktiiviteetti lisääntyy. Epädemokraattiset vaikutuskeinot otetaan yhä herkemmin käyttöön edellä mainittuihin huolenaiheisiin vaikuttamispyrkimyksiä välineinä. Omasta hyvinvoinnista ollaan entistä valmiimpia tinkimään edellä mainitun kestävä kehityksen nimissä. Teknokraattien ylivalta murenee, vaikka kapea-alaisen erikoistietämyksen tarve rajusti kasvaakin. Maailmanlaajuiset, globaalit ongelmakokonaisuudet on pakko ottaa teknologian kehittämistoimissa huomioon aikaisempaa tehokkaammin. Informaatiotekniikan mahdollisuudet ja informaation tavoitettavuus lisääntyvät kiihtyvällä nopeudella. Kuluttajan lähes rajattomat mahdollisuudet informaation tavoittamiseen sekä internetin että muiden sähköisten viestintävälineiden välityksellä voivat johtaa teknologian uuslukutaidottomuuteen siinä mielessä, että tiedon tulva vaikeuttaa vastaanottajan mahdollisuuksia arvioida sen luotettavuutta tai painoarvoa. Jakeluverkot yhdentyvät, energiaverkot toimivat myös tiedonsiirron välineinä. Alueellinen eriarvoisuus kasvaa, kehittyneiden ja kehitysmaiden uusjako toteutuu, koska työvoimakustannukset ohjaavat tuotannon halvan työvoiman maihin ja taloudellinen tuotto keskittyy talouden mahtimaista johdettuihin ylikansallisten yhtiöiden hallintokeskuksiin.
- M13 Hierarkkinen ja spesialisoitunut kehitys jatkuu. Tieteen ja teknologian kehitys kytkeytyvät siten, että tulevaisuuden teknologian tuntemus ja hallinta edellyttävät yhä enemmän tieteellistä, käsitteellistä hallintaa.
- N3 Teknistyminen kiihtyy ja etäännyttää käyttäjistään. (esim. tekniset ratkaisut "piilossa" käyttäjiltä). Käyttäjiohjeistot ym. esim. käyttöliittymät kehittyvät käyttäjäystävällisimmiksi  
Tekniikka kokonaisuutena rasittaa entistä enemmän luontoa (volyymien kasvu), vaikka itse ratkaisut vähemmän. Globaalius lisääntyy. Väestön vanheneminen lisää omatoimisuutta auttavan teknologian tarvetta.
- M14 \* Käyttäjän pitää ymmärtää yhä vähemmän, ts. teknologia on yhä kätkeympää. Laitteet monimutkaistuvat niin, että ammattilaisetkaan eivät usein kykene korjauksiin. Korjataan yhä vähemmän, joten laitteiden käyttöikä lyhenee.  
\* Ensimmäistä kertaa saattaa käydä niin, että kuluttajat eivät haluaakaan kaikkia uusia tuotteita.  
\* Harvat suurvalmistajat tuottavat kaiken mitä maailmalla pystytään kuluttamaan.  
\* Työpaikkojen, ammattien ja työllisyyden nopeat muutokset, jatkuvat talouskriisit.
- M15 \* telekommunikaatio on tärkein ilmiö lähivuosisikymmenenä. Ihmisten välinen yhteydenpito maailmanlaajuisesti helpottuu. Big bucks.  
\* geeniteknologia saavuttaa tärkeän business-alueen aseman. Big bucks.  
\* Kauko Idän osaamisen taso mahdollistaa tuotannon ja suunnittelun siirtymisen sinne  
\* Ympäristökysymykset voisivat sekoittaa koko pakan

(jatkuu)

## LIITE 10 (jatkuu)

- M16 Nähtävästi teknologista kehitystä tulee tapahtumaan erityisesti informaatioteknologian alueella. Rutiinitehtävät keskittyvät halvan työvoiman maihin tai sitä automatisoidaan.
- M17 Suomalaisen laatukulttuurin luominen seuraavan 10 vuoden aikana. Teknologia abstraktisoituu yhä enemmän. Tarvitaan yhä enemmän spesialisteja, monitaitureita joihin  
 \* liiketoiminnan verkostoitumisesta ja monimutkaistumisesta  
 \* teknologiatietämyksen voimakkaasta kasvusta
- M18 \* nopealta, yllätykselliseltä  
 \* työ ja tekniikan kehitys uuteen suhteeseen  
 \* makrotieteitten tekniikasta mikrotieteitten tekniikkaan  
 \* monitieteisistä eli yhden tieteen tekniikoista hybriditekniikoihin eli monien tieteiden yhdistelytekniikoihin ( bio-sähkö-mekaniikka)
- M19 Koti tulee entistä teknologisemmaksi (kodin elektroniikka, laitteet), palveluyhteiskunnassa tarvitaan taitoa käyttää teknologisia laitteita. Informaatioteknologia lisääntyy, ympäristöteknologia, hyvinvointitekniologia tulevat tärkeämmiksi, samoin geenitekniologia.
- M20 Suomessa pitää osata tekniikoita, joilla tehdään ”korkean kilohinnan” tuotteita: esim. softan osuus suuri, jalostusaste iso, massa/tuote pieni, esim. nanoelektroniikka, mikroelektroniikka, optoelektroniikka, mikroelektroniikka, biotekniikka) tällaisilla aloilla suunnittelu ja tuotantoakin voidaan hoitaa Suomessa.
- M21 Tietotekniikan hallinta kaikille pakolliseksi. Tietokoneet nykyistä paljon helpommiksi (näppiksen tilalle puheentunnistin) ja kapasiteetin lisäys vielä nykyistä voimakkaammin kasvavaksi. Geenitekniikka saattaa lähiaikoina tulla vedenjakajalle. Jos sillä ratkaistaan jokin lääketieteellinen tms. ongelma se hyväksytään ”pelastavana” teknologiana, muutoin kiistely asian ympärillä kiihtyy uusien sovellusten myötä.
- M22 Perinteiset teknologiat ja valmistusmenetelmät ohjataan ja valvotaan entistä kehittyneemmällä antureilla, ohjaus- ja valvontajärjestelmillä - ihmisen osuus vähenee - tietotaidon merkitys korostuu, erityisesti taidon ohjelmoida ja korjata modulaarisia koneita, laitteita, laitteistoja, prosesseja ym. tietotekniikan ja perinteisen tekniikan sekä muun uuden teknologian esim. infrapunatekniikan muodostamia kokonaisuuksia. Pienet ja keskisuuret em. teknologian yritykset kasvattavat markkinaosuuttaan. Tuotanto kasvaa siellä, missä on ideoita ja käden taitoa yhdistyneenä tietoon modulaaristen systeemien teknologioista ja tuotannosta.
- M23 Teknologian kehitykseen pyrittävä vaikuttamaan itse omalla alueellamme (maantieteellisesti). Täällä on tehtävä teknologian kehitys- ja suunnittelutyötä, missä tarvitaan korkeaa tiedon ja osaamisen tasoa. Samoin tuotettava sellaista, missä tieto ja osaaminen vaikuttaa tuotteen, tavara tai palvelu, hintaan. Halvat ja yksinkertaiset tuotteet on tuotettavissa edullisesti niille sopivissa paikoissa. Teknologian laitteet ja osaaminen ei ratkaise kaikkia. Tärkeää on, miten työyhteisö organisoidaan ja johdetaan. Edistyminen näyttää olevan hyvin pitkälle kiinni näistä. Kaikkien pitää saada vaikuttaa, mutta järjestyneesti. Oikean ”järjestelmän” luominen on avainkysymys.
- M24 Teknologia kansainvälistyy. Tiedonkulku nopeutuu. Yhä suurempi osa työskentelevästä väestöstä toimii palveluammateissa - automatiikka hoitaa teknologian. Teknologian hallitsevien ihmisten asema vahvistuu. Ero kehittyneiden ja kehitysmaiden välillä kasvaa, mutta Kauko-Idässä nousee valtava teknologiakehitys. Tuotanto sijoitetaan siihen missä se on halvin (edullisin). Kansallisten näkökohtien merkitys vähenee.

(jatkuu)

## LIITE 10 (jatkuu)

- N4 Kehittyä ja lisääntyy varmasti. Nippelitiedon opettaminen ilman ymmärrystä on melko tarpeetonta. Tärkeämpää on antaa valmiuksia ja ennen kaikkea rohkeutta ottaa selvää ja tarttua asioihin. Toivon ainakin, että teknologian kehitys auttaa kestävään kehitykseen, "enemmän vähemmällä resursseilla", toiminta luonnon (ja myös ihmisten) ehdoilla. Käyttäjäystävällisyys lisääntyy, vrt. esim. tietokoneet.
- M25 Vaatimus yhä syvällisempään osaamiseen kaikilla suoritusasoilla. Osaamis- ja oppimiskyky tulee vaikuttamaan suunnittelun ja valmistuksen sijoittumiseen globaalisti. Varsinaisia teknologian painopisteitä ei voida, eikä pidäkään mainita, koska kyseessä on 20 - 30 vuoden ajanjakso.
- M26 Toisaalta jatkuva pirstoutuminen ja erikoistuminen - "mustia laatikoita", joita harvat hallitsevat (korkean teknologian kehitys), toisaalta niukkuudessa toimivan suhteellisen yksinkertaisen teknologian merkityksen kasvu.
- M27 -
- M28 Tekniikka + luonnonsuojelu, mitä edellyttää?
-

## LIITE 11 ASIANTUNTIJAVASTAUKSET KYSYMYKSEEN 2 (N=32)

*Miten peruskoulua ja lukiota pitäisi kehittää **teknologiakasvatuksen edistämiseksi**? (Esim. näkemykset yhteistyöstä ympäröivään tuotantoelämään, tiimi- ja projektityöstä, yrittäjyydestä, kansainvälisyydestä.)*

- 
- N1 Tärkeitä myös ammatinvalinnan kannalta. Jos ollaan sitä mieltä, ettei teknologiakasvatusta kuulu yleissivistykseen (minusta kuuluu), se kuuluu kuitenkin perussivistykseen.
- M1 Jatkuvuus teknologiakasvatuksessa pitäisi turvata alkuopetuksesta lukioon. Vasta yläasteella aloitettu opetus ei anna riittäviä valmiuksia eikä motivoi, sillä "ymmärtämiskynnys" on liian korkea, mikäli opetus aloitetaan vasta yläasteella.
- M2 Teknologiakasvatusta osaksi projektitoimintaa (kansainvälistä). Kanssakäyminen ja vuorovaikutus jatkuvaksi toiminnaksi koulutuksen ja yrityselämän välille. Yrityksille muodollisia "velvoitteita" koulujen suuntaan esim. kummitoiminta, projektien tukeminen, projektien asettaminen.
- M3 Yhteistyö eri suuntiin on toki tärkeää, mutta se ei saa olla pelkkä kulissi, kuten nykyisin useimmiten on. Koulutuksen ja kouluttajien on uudistuttava myös sisältä. Tuntuu siltä, että oppilaitokset satsaavat laitteisiin pohtimatta liiemmästi sitä, mitä näkökohtia niiden käyttöön liittyy tai mitä laitteilla itse asiassa opitaan. Opitaanko ajattelemaan mitään, saati *miten* ajatella uudella tavalla? Kansainvälistyminen huomataan pian arkipäiväiseksi ilmiöksi samaan tapaan kuin vaikkapa tietotekniikka, joka on useimmille lyijykynään verrattava väline. Itse asiassa jälkimmäiseen olen tainnut koskea viimeksi joskus kouluajanani tai piirrellessäni grafiikkaa. Silti en puhuisi itseni kohdalla "tietokonemaistumisesta", sillä koneestani saattaa olla virta pois viikkokausia päivitettäviä sähköpostin lukemista lukuun ottamatta.
- M4 Mielestäni "teknologiakasvatusta" ei kuulu yleissivistävälle koululle.
- M5 Ensinnäkin teknologiakasvatusta tulisi saada pakolliseksi aineeksi peruskoulusta lukioon. Myös yo-kirjoituksiin mahdollisia aiheita.
- M6 Opetuksen pitäisi aina sisältää yhteydet teollisiin ilmiöihin, siksi alleviivaamani asiat (yhteistyö ympäröivään tuotantoelämään, projektityö, kansainvälisyys) ovat mielestäni erittäin tärkeitä, raaka-aineiden käytön (luonnonvarat), tuotantomenetelmien valinnan (energian käyttö, ympäristön haitat) ja uusiokäytön mahdollisuuksien korostamiset pitäisi olla läpikäytäviä asioita opetuksessa. Uhkakuvia ja moralisointia on silti vältettävä, mutta opetus itsessään, jokaisen työprosessin osalta voisi toimia tässä malliesimerkkinä.  
Mielestäni edellä mainitun kaltaisen kokonaisvaltaisen, humanistisen ja globaalin eettisen vastuun tulisi heijastua koko kasvatuksen perussuuntaukseen, mutta erittäin selvästi sen tulisi korostua teknologiakasvatuksessa jo siitäkin syystä että teknologian nykyinen kehitys ja sen sovellus toimii tavallaan myös globaalin eriarvostamisen indikaattorina. Eettisten arvojen ja laajan, syvälle luotaavan eettisen pohdiskelun pitäisi olla pontimena kaikessa ihmistä ja ihmisen ympäristöä muokkaavaa toimintaa käsittelevässä keskustelussa ja kasvatuksessa.

(jatkuu)

## LIITE 11 (jatkuu)

- Teknologiakasvatuksessa nämä voivat olla mukana alusta alkaen esim. energian käytön, raaka-ainelähteiden, raaka-aineen käytön ja raaka-aineen uudelleenkäytön osalta. Ne voidaan tuoda mukaan myös toiminnan suunnittelun strategioina, harjoituksina, joissa toimintaa suunnitellaan uudella, entuudesta poikkeavalla tavalla, jolloin selvittää vähemmällä tuotteilla, samalla myös vähemmällä energialla, vähemmällä raaka-aineella, pienemmällä hankinta-, kuljetus- ja jäteongelmilla. Teknologiakasvatukselle mielestäni löytyy luontevia yhteyksiä käsityökasvatukseen ja luonnontieteisiin sekä ympäristökasvatukseen, mutta sen pitäisi korostua erityisesti myös muussa opetuksessa, silloin kun sivutaan edellä mainittuja asioita.
- Projekti- ja tiimityöt ovat menetelmällisesti varmasti sopivia keinoja sellaiselle yhteistoiminnalliselle oppimiselle, jossa luontevasti opitaan myös omaa toimintaa laajempaa yhteisvastuullisuutta ja kannanottoa.
- Yrittäjyyskasvatuksessa näen hyvin suuren vaaran nykyisin vallalla olevan yhä kasvavan kulutuksen ja tuotannon kiihdyttämisen suuntaan. Mikäli koulu todella sallisi ja panostaisi luovuuden, pohtivan ja kyseenalaistavan toiminnan ja ajattelun kehittämiseen ja tiedostamisen tason syvenemiseen, ei mielestäni erillistä yrittäjyyskasvatusta tarvittaisi sen paremmin kuin on erillistä tutkimuskasvatusta tai keksijäkasvatusta. Luova innovatiivinen kyky ja valmius ovat tutkimustenkin mukaan ihmisen toimintaan yleisesti generalisoituvia strategioita. Valmiuksia tulisi kehittää yleisinä trendeihin kytkeytymättöminä perusominaisuuksina, jolloin ihmiset sekä yksilöinä että yhteisönä kykenisivät muuttuvissa olosuhteissa löytämään uusia pitkällä tähtäimellä sovelluskelpoisia ja kestäviä ratkaisuja.
- M7 Kaikki mainitut asiat tärkeitä, lisäksi opetusta sekä läpäisten, teemat, projektit, että oppi-aineena/aineina. Molempiin koulumuotoihin!  
Ei väliä onko tekniikka vai luonnontiede ydin ja aloittaja. Koulu ja ympäröivä yhteisö tajuamaan luonnontiede-tekniikka-yhteiskunta-yhteyksien merkityksen.  
Kilpailuja. Näyttelyitä. Keksintöjä ! Insinööri-isät vierailemaan säännöllisesti koulussa. Lisäksi erityisesti humanistiäidit pitäisi saada tutustumaan koulun (hyvään) teknologiakasvatukseen.  
Yrittäjyys on muotitermi; se korvautunee pian jollakin muulla; on tärkeää nimenomaan kansakunnan taloudellis-teknillisessä kehitysvaiheessa, siis esim. kehitysmuotissa.  
Koulun käsityönopetus ja teknologiakasvatus pitäisi oppiaineina saada eriytymään, koska tavoitteet ovat niin erilaiset termien kansainvälisen tulkinnan valossa.  
Kansainvälinen politiikka tai globaalin kehitysvastuun tunteminen on hieman eri asia kuin (suomalainen) teknologiakasvatus; edellinen lähinnä moraalikasvatusta, jälkimmäinen kehittyntä työkasvatusta.
- M8 Oppiaineiden toimiva integraatio, jolla oppimisesta saadaan mielekkäämpi kokonaisuus. Käsityön opetus lukioon, siihen osaksi teknologiasisältöä.
- M9 Verkostuminen EU, USA, Japani, mainitut yhteydet (yhteistyö ympäröivään tuotantoelämään, tiimi- ja projektityöt, yrittäjyys, kansainvälisyys), kansainväliset kontaktit, yhteistyökoulut ja -laitokset.
- M10 Verkottuminen tavalla tai toisella on EU:n harvaan asuttujen maiden (kuten Suomi) etuoikeus ja velvollisuus.  
Rohkea kansainvälistyminen teknologian kautta ja välityksellä on edistyksellisen koulun tärkeä tuntomerkki lähitulevaisuudessa.  
Erityisesti opettajakoulutusta on kehitettävä ajoissa tähän suuntaan.

(jatkuu)

## LIITE 11 (jatkuu)

- N2 Teknologiakasvatuksen tulisi siis (edellä mainitun perusteella (yhteistyö ympäröivään tuotantoelämään, tiimi- ja projektityöt, yrittäjyys, kansainvälisyys)) olla globaalia, kokonaisvaltaista pohdintaa, tiedon jakamisen ohessa.  
Kaikenlainen yhteistyö ja kansainväliset kontaktit kehitysmaiden nuorten kanssa toivottavia. "Soveltuvaa teknologiaa" voidaan siten kehittää nuorten luovuuden ja toimintahalun avulla, ihmiskunnan ei siis vain länsimaiden parhaaksi.
- M11 Omakohtainen askartelu ja työskentely. Selviytymisharjoitukset.
- M12 Näkisin yrittäjyyttä painottavan suuntauksen jatkossa jossain määrin heikentyvän, ellei se todella pysty näyttöihin.  
Yhteistoiminnallista oppimista painottavat työmenetelmät yleistyvät kouluoppimisen muotoina.  
Teknologiakasvatusvastuu tulisi laajentaa koulun oppiainerajat ylittäväksi.  
Lukioihin kiinnostusalueita ja -vaihtoehtoja suosivia valintamahdollisuuksia nykyistä huomattavasti enemmän. Nykyinen lukiolainen tiedostaa usein jo tulevan ammatti-/koulutus-suuntautumisensa. Hänellä tulisi olla oikeus ja mahdollisuus suunnata voimavaransa edellä mainitun mukaisille opintoalueille.  
Teknologinen perussivistys on ehdottomasti yhä tärkeämpi yleissivistyksen osaelementti.
- M13 Luonnontieteellinen ja teknologiakasvatus pitäisi yhdistää.  
"Yrittäjyys ja kansainvälisyys" ovat sekä itsestään selvyiksi että tylsiä kliseitä.  
Yhteydet tuotantoelämään voivat olla hyödyllisiä vain jos epäasiallinen manipuloiva kaupallisuus voidaan pitää siitä poissa.
- N3 Itseohjautuvuuden ja yrittäjyyden tarve korostuu.  
Avoin oppimisympäristö lähtökohdaksi eli kaikki kysymyksessä mainitut korostuvat. Kokonaisvaltaisuus perustaksi yksilön valinnoille.
- M14 Varsinaisten oppiainerajojen murtaminen.  
Yhteyksien parantaminen ympäröivään yhteiskuntaan.  
Kriittisen ajattelun kehittäminen.
- M15 Tuotantoelämä ei varmaankaan paljon kiinnostu peruskoulun ja lukion oppilaista, muuten kuin kesätyövoimana. Tiimi- ja projektityötä voi tähdentää, jos opettajista löytyy sopivia ohjaajia. Yrittäjyys ja kansainvälisyys ovat nykypäivän mantroja, joita hoetaan väsymykseen asti.  
Myönteisen asenneilmaston luominen tärkeää.
- M16 Yhä enemmän tulisi kiinnittää huomiota luovuuteen ja suunnittelutaitojen lisäämiseen. Sen kautta teknologia-kasvatuksessa tulisi kehittää erilaisten oppimistaitojen oppimista.
- M17 Oppitunteja yrityksessä. Oppilaitosyrityksiä kokeilun, erehtymisen ja vapaaehtoisuuden hengessä. Kuvitteelliset, mutta käsin kosketeltavat yritykset oppimisympäristöinä (esim. Green Power / POHTO).
- M18 Kouluilla pitäisi olla näkemys ongelmista, niiden tärkeyksistä, (esim. ympäristö, työttömyys, kestävä kehitys, köyhyys) ja tekniikan konsepteista näihin ongelmiin ja tarvittavasta uudesta tietopohjasta ongelmien ratkaisuun, siitä johdettaisiin opetussisältöjä ja -menetelmiä. Skenaariotyöskentelymenetelmät teknologiaopetuksen käyttöön.
- M19 Teknologiakasvatus kaikille tasoille, suhtautuminen teknisiin laitteisiin positiiviseksi, käden taitoja, teollisuuden ja teknologian ymmärtämistä, selviytymistaitoja.

(jatkuu)

## LIITE 11 (jatkuu)

- M20 Kontakteja lisää! Seuraavilla asteilla oppilaitos/yritykset -vuorovaikutus lisääntyy; Miten peruskoulu ja lukio voisivat hoitaa tehtävänsä toimimalla toisin? Vuorovaikutusta kannattaisi lisätä myös ammatillisiin kouluihin, yliopistoihin, aikuiskoulutusyksiköihin ja tutkimuslaitoksiin.
- M21 Koulujen alueellinen erikoistuminen teknologiakasvatuksen osalta (vrt. urheilulukiot yms.) ynnä paikallisten teollisuuskeskittymien huomioonottaminen -> kummitieteellisyyslaitokset esim. paperiteollisuus Kymenlaaksossa yms. paikkakunnilla, laivanrakennus länsirannikolla, tietotekniikka Espoossa ja Oulussa jne.
- M22 KTM:n ym. yrittäjäkoulutuksien suuntaaminen peruskouluun ja lukioon. Yritysvierailut, tehdasvierailut.
- M23 Kysymyksessä luetellut ovat kaikki tärkeitä ja niitä on syytä osata ja opettaa, mutta painottaisin edelleen aiemmin mainitsemani "järjestelmää". Se on näkymätön verkosto, millä ihmisten osaaminen ja kanssakäyminen saadaan optimoiduksi näiden samojen ihmisten kanssa. Sen muodostamiseen kannattaa nähdä vaivaa ja varustaa ihmiset oikealla myönteisellä asenteella ja mielellään myös kokemuksella.
- M24 Siten, että oppilaat ymmärtäisivät teknologian merkityksen ja mahdollisuudet, kaikkea sitä hyvää mitä teknologia on tuonut ihmiskunnalle, yhtä hyvin kuin sen tuomat vaarat ja haitat. Tämä tarkoittaa, että opiskelijan pitää saada kuva kestävästä kehityksen edellytyksistä, johon kuuluu toimiva tuotantoelämä, yrittäjäisyys, kansainvälisyys ja kyky tiimityöskentelyyn.
- N4 Yhteys ympäröivään maailmaan tärkeä, ilmiöt ympäristössä ym. Yhteistyö tuotantoelämän ja yritysten kanssa, jotta selviää mitä taitoja tarvitaan jatkuvasti muuttuvassa työelämässä. Käsiyöhön projektimaista tiimityötä enemmän, ratkaisujen hakemista monitieteellisin keinoin tärkeäksi koettuihin ongelmiin (oppilaiden kokemien, ei open antamien). Irti oppiainejakoisuudesta, teknologiakin on kaikkialla.
- M25 Peruskoulu ja lukio antavat perustason, joten on oleellista keskittyä vain perustietojen ja valmiuksien luomiseen. Tiimi- ja projektityöskentelyä voidaan käyttää oppilaiden kypsyyden mukaan, mutta se ei ole tuolla tasolla vielä itsetarkoitus. Oleellista on siis vankan matemaattis- luonnontieteellisen yleisnäkemyksen luominen. Tätä tavoitetta voidaan esimerkiksi projekti-luontoisilla käsityökurseilla ainealueittain tukea.
- M26 Aloitettava opettajien tietotason nostamisella ja asenteiden muokkaamisella.
- M27 -
- M28 -
-

## LIITE 12 ASIANTUNTIJAVASTAUKSET KYSYMYKSEEN 3 (N=32)

Miten *teknologiakasvatusta tulisi opettaa peruskoulussa ja lukiossa?* (Esim. näkemykset aineiden välisestä yhteistyöstä erityisesti matemaattis-luonnontieteellisen alueen ja käsityökasvatuksen kanssa, erillisten oppiaineiden lisäämisestä / vähentämisestä.)

- 
- N1 Kannatan yhteistyötä ja varon oppituntien määrän lisäämistä / vähentämistä. Valinnaisuus hoitelee tätä.  
Ryhmätyöskentelyn kehittäminen niin, että mukana myös sosiaalinen dimensio.
- M1 Teknologiakasvatukseen pitäisi varata teknisestä työstä, tekstiilityöstä, luonnontieteestä ja kaikista muistakin aineista tietty tuntimäärä (esim. 5 - 102 / vuosi). Ainetta tulisi opettaa mahdollisimman hyvällä ammattitaidolla (täydennyskoulutus). Teknologia ei ole ainoastaan teknisen työn velvollisuus.
- M2 Peruskoulun ala-asteella kädentaitojen lisääminen, koska nykyinen koti ei pysty tarjoamaan lapselle kädentaitojen kehittämisessä toimintaa.  
Yläasteella ja lukiossa teknologiakasvatuksen soveltaminen yhteistyössä muiden aineiden kanssa.
- M3 Teknologiaan tutustuttamisen tulisi alkaa jo päiväkodeista sen sijaan, että oppilaita opetetaan vaikkapa lukemaan ja laskemaan kuten ravihevosiä ikään. Olen skeptinen koulutuksen laatuun, ellei opettajia ensin saada tiedostamaan tilannetta kokonaisvaltaisesti. Millään oppikirjoilla tai telttakokouksilla asiaa ei ratkaista. Tulisiko etäkoulutus avuksi vai toimisivatko monessa tapauksessa pikemminkin oppilaat opettajina?
- M4 Toistan: Peruskoulussa oltava *käsityötä*.
- M5 Omana oppiaineena, mutta kuitenkin tiiviisti integroiden kaikkiin mahdollisiin aineisiin. Projekteja kiinteästi teollisuuden ja pienyrittäjien kanssa. Myös uusien tuotteiden / ideoiden löytäminen.
- M6 Mielestäni suorat yhteydet käsityökasvatukseen ja teknologian välillä ovat itsestään selvät. Muotoilukasvatukseen tulisi edustaa yhtä ulottuvuutta - käyttäjän näkökulman, miksei markkinoinninkin. Papanekin funktiokaavio kunniaan.  
Kaiken aikaa niin, että ala-astella tietoisesti tulisi opetuksellisissa kokonaisuuksissa sellaisia "solmukohtia", joissa erityisesti oppimisprosesseissa painottuisivat teknologiset asiat. Yläasteella ja lukiossa opetuksen pitäisi mielestäni olla selvästi eriytyneempää, mutta niin kiinteästi muuhun oppiaineeseen liitettyä, ettei tulisi keinotekoisia jakoa teknologisiin ja humanistisiin aineisiin - tai vielä pahemmin - tyttöihin ja poikiin.
- M7 Peruskoulun alkuvaiheeseen luonnontieteellis-teknologista tutkivaa työskentelyä; miten kynnenalusbakteerit, varpaanvälibakteerit jne. kasvavat viljeltyinä.  
Erityisesti lukiossa kapea-alaiset kurssit mahdollisiksi; termodynamiikan perusteet, elektroni-mikroskopia, uusi kuvankäsittely, layout, hämäräkiikari, jne.  
Erilaisia vaihtoehtoja esimerkiksi tytöille sairaalateknologiaa - tyttö haluaa hoitaa ja ymmärtää teknologian tärkeyden.  
Käsityö on osa teknologiakasvatusta, vaikka ne olisikin syytä eriyttää koulussa. Oppilaan tasolla ne kyllä integroituvat automaattisesti.  
Suhde mustiin laatikoihin on muuttumassa: 1950-70-lukujen vaatimus opettamisesta niiden ymmärtämiseen on lieventynyt ja muuttumassa "luontevan käyttämisen" ja myönteisen asennoitumisen opettamiseksi/niihin totuttamiseksi. Yhteistyön vaatimus ei saa olla opetuksen aloittamisen kriteeri; uusi, parhaassa tapauksessa oppilaita motivoiva ja valintoja lisäävä oppiaines voi koulun tasolla olla enemmän kateuden lähde kuin rakentava yhteinen visio.
- M8 Ei välttämättä erillisen teknologia oppiaineen muodossa, vaan kuten kohdassa 2 integroimalla sisältöjä jo olemassaolevien oppiaineiden kesken ongelmakeskeisyys ja teknologinen perussivistys yleistavoitteeksi.

(jatkuu)



## LIITE 12 (jatkuu)

- M9 Omana oppiaineenaan erityisesti matemaattis-luonnontieteellisen alueen kanssa integroiden. Myös biologia lähialueineen tärkeä, sillä uusia materiaaleja tarvitaan paljon lähitulevaisuudessa nykyisten resurssien vähetessä tai loppuessa.
- M10 Teknologiakasvatus kuuluu yhtä hyvin tytöille kuin pojille. Käsityökasvatuksen integrointimahdollisuudet sekä matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin että taidekasvatukseen tulisi hyödyntää täysimittaisesti ainakin niissä rajoissa, minkä kulloinkin koulutusteknologinen kehitysaste sallii.
- N2 Teknologiakasvatuksen tulisi sisältää enemmän yleissivistyksellistä tietoa teknologiasta kehityksestä ja kehityksen suunnasta kuin käytännön askartelua. Käytäntö voi olla valinnaista ja vapaaehtoista asiasta kiinnostuneille. Tulevaisuuden kansalaiset, myös humanistit ja yhteiskuntatieteilijät ym., tarvitsevat oman maailmankatsomuksensa rakentamista ja yhteiskunnalliseen päätöksentekoon osallistumista varten tietoa ja teknologian kehitystrendeistä ja teknologian yhteiskunnallisista vaikutuksista - muuten on vaarana tulla "henkisesti uusavuttomaksi".  
Teknologiakasvatus voi integroitua moneen muuhun aineeseen, kuten matematiikkaan, kemiaan, fysiikkaan, biologiaan, maantietoon - myös äidinkieleen sopivien kirjallistateellisten esimerkkien valossa.  
Opettajien kasvava laaja yhteistyö entisen kapea-alaisen, ammattikohtaisen työskentelyn sijasta välttämätöntä.
- M11 Itse tekemällä ja kokeilemalla. Matematiikan ja luonnontieteiden yhdistämistä.
- M12 Peruskoulussa oppiainerajat ylittävänä aihekokonaisuuksina ja kunkin oppiaineen sisällä ko. oppiaineen luonnollisissa oppimisyhteyksissä. En suosittelen erillisen teknologiaoppiaineen masinoimista peruskouluun.  
Lukio sen sijaan voisi olla jopa erikoistunut teknologialukio, etenkin suurissa taajaimissa, joissa vastapainona myös muuta tarjontaa.  
Oppiainerajat koulussa yleensäkin tulisi vähitellen häivyttää, jotta saataisiin aikaan tarkoituksenmukaisia ainerajat, mahdollisesti jopa luokka-asterajat ylittäviä oppimiskokonaisuuksia myös teknologiakasvatukseen. Muutos tähän suuntaan on jo tapahtumassa.
- M13 Tarvitaan sekä erillisiä oppiaineita että niiden välistä yhteistyötä. Teknologiakasvatuksen ja luonnontieteiden opettajakoulutukset pitäisi yhdistää.
- N3 Monialaisuus ja valintamahdollisuudet ovat perusvalmiuksia
- M14 Useita aineita pitäisi sulauttaa yhteen: tekninen työ, tekstiilityö, kotitalous. Tämän lisäksi usean oppiaineen yhteisprojekteja.  
Painotuotteen tekemisestä niiden vastuullisen käytön opettamiseen. Lähtökohtana yksilön ja teknologian kosketuskohdat. Selvitetään mitä vaikutusketjuja (monimutkaisia) liittyy esimerkiksi hiusten kuivaamiseen sähkökuivaajalla tai vaikka aamiaismurojen syöntiin. Muutetaan opetus teoreettisemmaksi. Teoreettisuus tarkoittaa laaja-alaista ymmärrystä. Tämä myös tarkoittaa, että erillistä käsityö-/teknologiakasvatussoppiainetta ei välttämättä tarvita.
- M15 Käsitykseni mukaan matemaattis-luonnontieteellinen orientoituminen liian heikko nykyisin. Tälle alueelle lisää puhtia.  
Suuria eurooppalaisia kieliä. Kielivalikoima: englanti, saksa, ranska. Pakkoruotsi pois. Kulttuurituntemuksella on myös arvonsa!
- M16 Jotta teknologian oppiminen olisi tehokasta, olisi viimeinkin saatava oma teknologiakasvatuksen oppiaine. Vaikkakaan perinteisen käsityön taidot eivät ole enää niin tärkeitä, niitäkään ei saisi tyystin unohtaa.
- M17 Aina pitäisi olla käytännön sovellus heti mukana. Learning by doing (itse tekemistä, ryhmätöitä, jne.). Oppiminen tapahtuu usein "luovan kaaoksen" kautta, ei tiukan systemaattisen suunnittelun avulla.

(jatkuu)

## LIITE 12 (jatkuu)

- M18 Matematiikan/tietotekniikan ja luonnontieteiden vahvan osaamisen välttämättömyys. Opetetaan tekemään keksintöjä ja rakentamaan koekappaleita niistä.
- M19 Sekä erillisenä aineena (yläaste/lukio) että integroituna muuhun opetukseen. Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden yhteydessä laitetekniikkaa ympäristötiedon mukana. Tietotekniikkaa ja elektroniikkaa runsaasti.
- M20 "Hienostelua", että teorian opetus aina ensin. Teorialla tarkoitetaan luonnontieteellistä, usein matemaattista selitystä/mallia, kannattaisi välttää. Luonnontieteisiin pohjautuvien aineiden/ tekniikoiden oppiminen voisi olla kiinnostavampaa ryhtymällä vain havainnoimaan ja tekemään kuten käsitöissä. Tekniikan / luonnontieteiden "keksintöjen" esittely perusilmiöiden havaitsemisesta nykyisiin sovellutuksiin asti voisi lisätä vaikeiden asioiden ymmärtämistä ja siten kiinnostusta.
- M21 ??
- M22 Eo. luetteloiden koulutukseen ja käytännön harjoituksiin työpajoissa ja laboratorioissa (mm. ammattioppilaitosten työtilat ja laboratoriot peruskoulujen ja lukioiden käyttöön). Rakennetaan uusia työtiloja ja laboratorioita. Harjoitetaan teollisissa yrityksissä osana koulutusta. Teknologiakasvatus integroidaan osittain jo olevaan opetukseen, fysiikka, matematiikka, kielet, historia, maantiede ja osittain opetetaan omiana kursseina 2 - 4 h/v.
- M23 Ala-asteella käsityö tai vastaava voisi olla lähtötasona, missä esim. lennokin rakentaminen olisi pitkäjännitteistä uuden tekemistä. Korjaus- ja huoltotyöt tärkeää ja hyödyllistä opittavaa. Yläasteella ja myöhemmin lukiossa luonnontieteet, fysiikka, kemia ja biologia, antavat pohjaa eri teknologioille. ATK:ta voi käyttää yleisenä kehitys- ja ohjauksvälineenä. Aina on muistettava, että ihminen tarvitsee asioihin kokonaisnäemyksen, etteivät tilanteet vääristy. Siksi on hyvä ottaa tietty annos historiaa, mistä opitaan ennen meitä olleiden yksilöiden ja kansakuntienkin oivalluksista ja virheistä. On hyvä näissä yhteyksissäkin viitata myös psykologiaan ja filosofiaan.
- M24 Peruskoulutasolla opiskelijan pitää oppia matematiikan, fysiikan ja kemian perustiedot hyvin käytännön läheisellä tavalla. Kuitenkin koulussa ei kannata antaa opetusta sellaisesta, mihin oppilas saa tietoa kodista ja harrastusten kautta. Lukio voi olla enemmän teoreettinen, mutta matematiikan, fysiikan ja kemian sovelluksia pitää tuoda esille. Tekniikan edut ja haitat olisi käsiteltävä. Nämä näkökohdat eivät liene mitään uutta!
- N4 Oppiaineiden määrää ei voi enää lisätä, koulutus muutenkin liian sirpaleista. Työtapojen muuttuminen ainejakoisesta katederioletuksesta kokonaisvaltaisempaan suuntaan välttämätöntä. Yhteistyö matemaattis-luonnontieteiden kanssa välttämätön, turha opettaa asioita, joiden ymmärtämiseen ei ole edellytyksiä liian aikaisin. Tärkeämpää opettaa "tutkiva / pohtiva ote" kuin liittää "johtoa toiseen", jos ei ymmärrä *mitä* ja *miksi* jotain tapahtuu. Teknologiakasvatuksessakin pitäisi päästä teknisen reflektoinnin tasolta (= johtoja liitetään kuvion mukaan, josta ei ymmärretä mitään) kriittisen reflektoinnin tasolle, jossa teknologiaakin tarkastellaan monesta lähtökohdasta, myös eettisestä. Arvokeskustelun paikka! Hyvä, että teknologiakasvatuksesta puhutaan ja sitä tutkitaan. Saisivat tekstiiliopetkin kiinnostua tutkimaan, sillä teknologiaa on runsaasti myös tekstiili-työssä. Tietotekniikan käytöstä suunnittelussa väitän, että olemme pidemmällä, esimerkiksi verkkoyhteys eri koulujen välillä on toiminut meillä jo kaksi vuotta ja keskustelua käydään sen välityksellä.

(jatkuu)

## LIITE 12 (jatkuu)

- M25 Teknologiakasvatus on syytä sitoa matemaattis-luonnontieteellisen alueen ja käsityökasvatuksen koulutukseen. Näin mahdollistetaan omakohtainen oivaltaminen ja suurempien kokonaisuuksien hallinta. Hyvä kokonaisnäkemys on tärkeämpi kuin yksityiskohtaiset, mutta kapeat tiedot.
- M26 Peruskoulu: "hands-on", rakentaminen. Lukiossa: samoin, mutta teknologian teoriaa mukaan.
- M27 -
- M28 -
-

## LIITE 13 ASIANTUNTIJAVASTAUKSET KYSYMYKSEEN 4 (N=32)

Miten *teknologiakasvatuksen opinnot pitäisi sijoittaa?* (Esim. järjestetäänkö teknologiakasvatuksen opintoja vuosittain ala-asteelta lukion loppuun, vain yläasteella ja lukiossa vai vain lukiossa?)

- 
- N1 Ala-asteelta yläasteelle, (teknologiakasvatuksen opintoja järjestetään vuosittain ala-asteelta lukion loppuun). Lukio on ongelmallinen; näkisin valinnaiskursseiden ja yhteistyön ammatillisten koulujen kanssa hoitelevan tätä puolta.
- M1 Jatkuvuus alkuopetuksesta lukioon avainasemassa, mutta myös pitemmälle erikoistuneita kursseja teknologian eri alueilta tarjottava ainakin yläasteella ja lukiossa.
- M2 Kasvaminen on kypsymistä: teknologiakasvatuksen opintoja vuosittain ala-asteelta lukion loppuun.
- M3 Läpäisyperiaate olisi ideaali, mutta em. syistä johtuen vaikea toteuttaa. Parempi jotain kuin ei mitään: Siis riittävät määrät teknologiaopintoja, mahdollisuuksien mukaan integroituina - vähintäänkin nyt matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin. Uusia ulottuvuuksia on toki muitakin, kuten kuvien ja musiikin manipulointi. Kieliopinnot samoin kuin yhteiskunta- ja elämänkatsomukselliset asiat tulevat ympäristö- ja kansainvälisyysasioiden tapaan mukaan ikään kuin automaattisesti. 25-50 vuoden välein järjestettävä Haavio-symposium tai vuosittainen Cygnaeuksen patsaalla käynti ei ratkaise näitä asioita. Kouluttajien luonnollinen poistuma taitaa sen tehdä, ainakin osittain.
- M4 Erikoisluokissa voisi olla *teknologiakasvatusta* - ei peruskoulussa.
- M5 Ensinnäkin teknologiakasvatus tulisi saada pakolliseksi aineeksi peruskoulusta lukioon. Myös yo-kirjoituksiin mahdollisia aiheita.
- M6 Mielestäni ehdottomasti jatkuvana läpi kouluajan. Jos käsityökasvatus integroitaisiin laajasti teknologiakasvatukseen saataisiin mielestäni myös sisällöllistä rikkautta ja mielekkäitä sovelluksia oman tekemisen/ilmaisun ja teknologisen ymmärtämisen välillä.
- M7 Opintoja tulisi järjestää viikoittain! Jopa päivittäin, jotta saamme eläkkeenmaksajia, (teknologiakasvatuksen opintoja vuosittain ala-asteelta lukion loppuun). Myös tulevan humanistin on saatava tutustua myös moderniin teknologiaan. Esikoulu on hyvä aloitusvaihe.
- M8 Heti varhaiskasvatuksesta lähtien kaikille. Se lienee ainut keino ns. tasa-arvon toteuttamiseksi yksilönvapauksia rajoittamatta.
- M9 Opetusta ala-asteelta lukion loppuun. Yhteistyötä lukion ja muun keskiasteen kanssa.
- M10 Teknologiakasvatuksen opintoja vuosittain ala-asteelta lukion loppuun, etteivät hankitut taidot pääse ruostumaan.

(jatkuu)

## LIITE 13 (jatkuu)

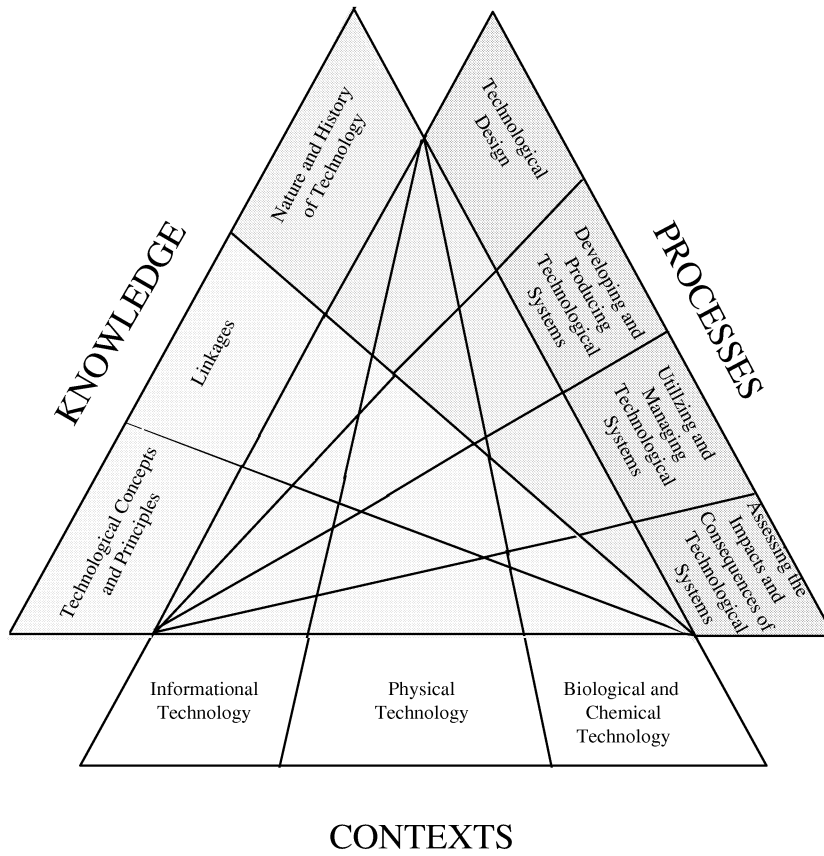
- N2 Teknologiakasvatusta on tulevaisuudessa tärkeää ala-asteelta alkaen. Ala-asteella se voisi olla motivoimista, kiinnostuksen herättämistä teknologisiin kysymyksiin. Käytännön esimerkkeinä ja pohdinnan kohteina esim. vesimyllyt, tuulimyllyt (tuulivoimalat), aurinkokennot perusteineen ja niiden merkitys yhteiskunnissa - myös kehitysmaissa.
- M11 Valinnaiskursseina, kuten matematiikka ja kielet.
- M12 Läpi oppivelvollisuuskoulun luonteissa yhteyksissä. Luokanopettaja vastaa yleensä kaikesta opetuksesta kohdeluokassaan. Heidän peruskoulutukseensa tulisi siten liittää ko. valmiuksia kehittäviä elementtejä. He ovat avainhenkilöitä teknologiakasvatuksen alueella asenteiden luojina ja motivoijina. Teknologista perussivistystä tukevia opintoja tulisi järjestää läpi koulun. Hankel. projektiopinnot mahdollisesti periodeiksi sijoitettuna muodostavat mielestäni luonnollisimman oppimisympäristön mukaan tarvitaan oppilaiden suunnittelu- ja ongelmanratkaisuvaihtoehtoja kehittäviä toimintamuotoja heti opintojen alusta lähtien.
- M13 Ala-asteelta alkaen, ensin eriyttämättömänä yhdessä science opetuksen kanssa, sitten vähitellen eriytyen oppiaineeksi. Tarvitaan "vauvasta-vaariin" yhtenäinen systemaattisesti etenevä opetus/opiskelustrategia.
- N3 En osaa ottaa kantaa
- M14 Ala-asteelta yläasteelle, ei lukioon, (josta en kyllä ole varma).
- M15 Ala-asteelle asennekasvatusta, askartelua teknillisten laitteiden parissa. Yläasteella altistuminen tietotekniikan mahdollisuuksiin. Lukiossa hyvä matematiikan ja fysiikan / kemian tietovarustus.
- M16 Teknologiakasvatusta tulisi olla kaikilla kouluasteilla esikoulusta lukioon. Matemaattis-luonnontieteellisten yhteyksien painotus kasvaisi luokka-asteilla edetessä.
- M17 Laatutalkoot ja oman työn arvostus käyntiin jo ala-asteelta. Nykyinen peruskoulu tasapäistä liikaa ja "tappaa" tietynlaisen itsekunnioituksen. Yrittäjäthän usein ovat niitä koulun "rääväsuita" tai jotka koulussa kokeilivat rajojen rikkomista.
- M18 Lienee hyvä, että teknologiakasvatusta opintoja järjestetään vuosittain ala-asteelta lukion loppuun.
- M19 Läpi kouluasteen; ennen kaikkea peruskoulun ala- ja yläasteella. Lukiossa voi olla jo vähäisempää ja erikoistua eri aloille.
- M20 Koska kaikki riippuu kiinnostuksesta, pitäisi teknologian oppimista järjestää alusta alkaen. Sisällön "teoreettisuus" saisi kasvaa iän mukana, mutta ehkä vain teorioista kiinnostuneille. Suurelle osalle riittäisi kuvaileva malli/selitys ja erilaisiin sovelluksiin tutustuminen ja niiden kokeilu/käyttö. Teorialla tarkoitetaan luonnontieteellistä, usein matemaattista selitystä / mallia. Lukiossa kannattaneekin keskittyä "leivän" kannalta tärkeisiin asioihin, joita ovat tulevaisuuden tarpeet/ tekniikat. Vain pieni vähemmistö voi elää käden taidoista, joten niitä kannattaa opetella aiemmin ja lähinnä "kotitarpeisiin".

(jatkuu)

## LIITE 13 (jatkuu)

- M22 Koko koulutuksen pituinen teknologiakasvatuksen kesto siten, että käytännön kädentaidot kehittyvät ala-asteelta lähtien ja synkronisesti siihen liittyvän teoriaopetuksen kanssa.
- M23 Edellisien mukaan koko koulun ajalle alussa tuttua ja käytännöllistä tekemistä ja siitä edelleen muiden aineiden oppimisen myötä haastavampiin suorituksiin käytännössä ja teoriassa.
- M24 Yläasteella ja lukiossa.
- N4 Tärkeää aloittaa ”pehmeää” teknologiaa jo päiväkodissa, keksimistä, kokeilua, itse tekemistä, ongelmien havainnointia. Kaikilla asteilla integroiden ja työtapoja muunnellen. Lukiossa kuitenkin kytkien vahvemmin tietoa ja tutkimuksellista otetta. Käsitön lukio diplomitehtävissä on hyviä esimerkkejä teknologisista ongelmista, joihin löytyy ratkaisuja erilaisilla käsityön keinoilla. Opettajankoulutuksen ongelmana on, että se on liian ainejakoista kirjoista lukemista. Erityisen ongelmallinen on käsityön opettajien materiaali- ja tekniikkaeriytynyt koulutus, joka ei tässä aineessa anna valmiuksia monialaiseen projekti-työskentelyyn.
- M25 Opintoja on hyvä järjestää vuosittain yläasteella ja lukiossa. Tämä mahdollistaa henkisen kasvun sekä antaa mahdollisuuden soveltaa teoriaoppeja käytäntöön. Tämä taas on välttämätöntä syventävien opintojen pohjaksi jatkokursseissa.
- M26 Olisi parasta, edellyttää luokanopettajilta valmiuksia, joita harvalla on. Teknologiakasvatuksen opintoja vuosittain ala-asteelta lukion loppuun.
- M27 -
- M28 -
-

LIITE 14 THE UNIVERSALS AND DIMENSIONS OF TECHNOLOGY  
(Technology for All Americans Project 1998)



- 77 HUTTUNEN, JOUKO, Isän merkitys pojan sosiaaliselle sukupuolelle. - Father's impact on son's gender role identity. 246 p. Summary 9 p. 1990.
- 78 AHONEN, TIMO, Lasten motoriset koordinaatiohäiriöt. Kehitysneuropsykologinen seuranta-tutkimus. - Developmental coordination disorders in children. A developmental neuropsychological follow-up study. 188 p. Summary 9 p. 1990.
- 79 MURTO, KARI, Towards the well functioning community. The development of Anton Makarenko and Maxwell Jones' communities. - Kohti toimivaa yhteisöä. Anton Makarenkon ja Maxwell Jonesin yhteisöjen kehitys. 270 p. Tiivistelmä 5 p. Резюме 5 c. 1991.
- 80 SEIKKULA, JAAKKO, Perheen ja sairaalan rajasynteesi potilaan sosiaalisessa verkostossa. - The family-hospital boundary system in the social network. 285 p. Summary 6 p. 1991.
- 81 ALANEN, ILKKA, Miten teoretisoida maatalouden pientuotantoa. - On the conceptualization of petty production in agriculture. 360 p. Summary 9 p. 1991.
- 82 NIEMELÄ, EINO, Harjaantumisoppilas peruskoulun liikuntakasvatuksessa. - The trainable mentally retarded pupil in comprehensive school physical education. 210 p. Summary 7 p. 1991.
- 83 KARILA, IRMA, Lapsivuodeajan psyykkisten vaikeuksien ennakointi. Kognitiivinen malli. - Prediction of mental distress during puerperium. A cognitive model. 248 p. Summary 8 p. 1991.
- 84 HAAPASALO, JAANA, Psychopathy as a descriptive construct of personality among offenders. - Psykopatia rikoksentehtävien persoonallisuutta kuvaavana konstruktiona. 73 p. Tiivistelmä 3 p. 1992.
- 85 ARNKIL, ERIK, Sosiaalityön rajasynteemit ja kehitysvyöhyke. - The systems of boundary and the developmental zone of social work. 65 p. Summary 4 p. 1992.
- 86 NIKKI, MAIJA-LIISA, Suomalaisen koulutusjärjestelmän kielikoulutus ja sen relevanssi. Osa II. - Foreign language education in the Finnish educational system and its relevance. Part 2. 204 p. Summary 5 p. 1992.
- 87 NIKKI, MAIJA-LIISA, The implementation of the Finnish national plan for foreign language teaching. - Valtakunnallisen kielenopetuksen yleissuunnitelman toimeenpano. 52 p. Yhteenveto 2 p. 1992.
- 88 VASKILAMPI, TUULA, Vaihtoehtoinen terveydenhuolto hyvinvointivaltion terveysmarkkinoilla. - Alternative medicine on the health market of welfare state. 120 p. Summary 8 p. 1992.
- 89 LAAKSO, KIRSTI, Kouluvaikeuksien ennustaminen. Käyttäytymishäiriöt ja kielelliset vaikeudet peruskoulun alku- ja päättövaiheessa. - Prediction of difficulties in school. 145 p. Summary 4 p. 1992.
- 90 SUUTARINEN, SAKARI, Herbartilainen pedagoginen uudistus Suomen kansakoulussa vuosisadan alussa (1900-1935). - Die Herbart'sche pädagogische Reform in den finnischen Volksschulen zu Beginn dieses Jahrhunderts (1900-1935). 273 p. Zusammenfassung 5 S. 1992.
- 91 AITTOILA, TAPIO, Uuden opiskelijatyypin synty. Opiskelijoiden elämänvaiheet ja tieteenala-spesifien habitusten muovautuminen 1980-luvun yliopistossa. - Origins of the new student type. 162 p. Summary 4 p. 1992.
- 92 KORHONEN, PEKKA, The origin of the idea of the Pacific free trade area. - Tyynenmeren vapaakauppa-alueen idean muotoutuminen. - Taiheiyoo jiyuu booeeki chi-iki koosoo no seisei. 220 p. Yhteenveto 3 p. Yooyaku 2 p. 1992.
- 93 KERÄNEN, JYRKI, Avohoitoon ja sairaalahoitoon valikoituminen perhekeskeisessä psykiatrisessa hoitojärjestelmässä. - The choice between outpatient and inpatient treatment in a family centred psychiatric treatment system. 194 p. Summary 6 p. 1992.
- 94 WAHLSTRÖM, JARL, Merkitysten muodostuminen ja muuttuminen perheterapeuttisessa keskustelussa. Diskurssianalyttinen tutkimus. - Semantic change in family therapy. 195 p. Summary 5 p. 1992.
- 95 RAHEEM, KOLAWOLE, Problems of social security and development in a developing country. A study of the indigenous systems and the colonial influence on the conventional schemes in Nigeria. - Sosiaaliturvan ja kehityksen ongelmia kehitysmaassa. 272 p. Yhteenveto 3 p. 1993.
- 96 LAINE, TIMO, Aistisuus, kehollisuus ja dialogisuus. Ludwig Feuerbachin filosofian lähtökohtia ja niiden kehitysnäkymiä 1900-luvun antropologisesti suuntautuneessa fenomenologiassa. - Sensuousness, bodilyness and dialogue. Basic principles in Ludwig Feuerbach's philosophy and their development in the anthropologically oriented phenomenology of the 1900's. 151 p. Zusammenfassung 5 S. 1993.
- 97 PENTTONEN, MARKKU, Classically conditioned lateralized head movements and bilaterally recorded cingulate cortex responses in cats. - Klassisesti ehdollistetut sivuttaiset päänliikkeet ja molemminpuoliset aivojen pihtipoinnun vasteet kissalla. 74 p. Yhteenveto 3 p. 1993.
- 98 KORO, JUKKA, Aikuinen oman oppimisensa ohjaajana. Itseohjautuvuus, sen kehittyminen ja yhteys opetustuloksiin kasvatustieteen avoimen korkeakouluopetuksen monimuotokokeilussa. - Adults as managers of their own learning. Self-directiveness, its development and connection with the cognitive learning results of an experiment on distance education for the teaching of educational science. 238 p. Summary 7 p. 1993.
- 99 LAIHIHALA-KANKAINEN, SIRKKA, Formaalin ja funktionaalinen traditio kieltenopetuksessa. Kieltenopetuksen oppihistoriallinen tausta antiikista valistukseen. - Formal and functional traditions in language teaching.



- The theory-historical background of language teaching from the classical period to the age of reason. 288 p. Summary 6 p. 1993.
- 100 MÄKINEN, TERTTU, Yksilön varhaiskehitys koulunkäynnin perustana. - Early development as a foundation for school achievement. 273 p. Summary 16 p. 1993.
- 101 KOTKAVIRTA, JUSSI, Practical philosophy and modernity. A study on the formation of Hegel's thought. - Käytännöllinen filosofia ja modernisuus. Tutkielma Hegelin ajattelun muotoutumisesta. 238 p. Zusammenfassung 3 S. Yhteenveto 3 p. 1993.
- 102 EISENHARDT, PETER L., PALONEN, KARI, SUBRA, LEENA, ZIMMERMANN RAINER E. (Eds.), Modern concepts of existentialism. Essays on Sartrean problems in philosophy, political theory and aesthetics. 168 p. Tiivistelmä 2 p. 1993.
- 103 KERÄNEN, MARJA, Modern political science and gender. A debate between the deaf and the mute. - Moderni valtio-oppi ja nainen. Mykkien ja kuurojen välinen keskustelu. 252 p. Tiivistelmä 4 p. 1993.
- 104 MATIKAINEN, TUULA, Työtaitojen kehittyminen erityisammattikouluvaiheen aikana. - Development of working skills in special vocational school. 205 p. Summary 4 p. 1994.
- 105 PIHLAJARINNE, MARJA-LEENA, Nuoren sairastuminen skitsofreeniseen häiriöön. Perheterapeuttinen tarkastelutapa. - The onset of schizophrenic disorder at young age. Family therapeutic study. 174 p. Summary 5 p. 1994.
- 106 KUUSINEN, KIRSTI-LIISA, Psykykinen itse-sääteily itsehoidon perustana. Itsehoito I-tyypin diabetesta sairastavilla aikuisilla. - Self-care based on self-regulation. Self-care in adult type I diabetics. 260 p. Summary 17 p. 1994.
- 107 MENGISTU, LEGESSE GEBRESELLASSIE, Psychological classification of students with and without handicaps. A tests of Holland's theory in Ethiopia. 209 p. 1994.
- 108 LESKINEN, MARKKU (ED.), Family in focus. New perspectives on early childhood special education. 158 p. 1994.
- 109 LESKINEN, MARKKU, Parents' causal attributions and adjustment to their child's disability. - Vanhempien syytulkinnat ja sopeutuminen lapsensa vammaisuuteen. 104 p. Tiivistelmä 1 p. 1994.
- 110 MATTHIES, AILA-LEENA, Epävirallisen sektorin ja hyvinvointivaltion suhteiden modernisoituminen. - The informal sector and the welfare state. Contemporary relationships. 63 p. Summary 12 p. 1994.
- 111 AITTOLA, HELENA, Tutkimustyön ohjaus ja ohjaussuhteet tieteellisessä jatkokoulutuksessa. - Mentoring in postgraduate education. 285 p. Summary 5 p. 1995.
- 112 LINDÉN, MIRJA, Muuttuva syövän kuva ja kokeminen. Potilaiden ja ammattilaisten tulkintoja. - The changing image and experience of cancer. Accounts given by patients and professionals. 234 p. Summary 5 p. 1995.
- 113 VÄLIMAA, JUSSI, Higher education cultural approach. - Korkeakoulututkimuksen kulttuurinäkökulma. 94 p. Yhteenveto 5 p. 1995.
- 114 KAIPIO, KALEVI, Yhteisöllisyys kasvatuksessa. yhteisökasvatuksen teoreettinen analyysi ja käytäntöön soveltaminen. - The community as an educator. Theoretical analysis and practice of community education. 250 p. Summary 3 p. 1995.
- 115 HÄNNIKÄINEN, MARITTA, Nukesta vauvaksi ja lapsesta lääkäriksi. Roolileikkiin siirtymisen tarkastelua piagetilaisesta ja kulttuuri-historiallisen toiminnan näkökulmasta. 73 p. Summary 6 p. 1995.
- 116 IKONEN, OIVA, Adaptiivinen opetus. Oppimistutkimus harjaantumiskoulun opetussuunnitelma- ja seurantajärjestelmän kehittämisen tukena. - The adaptive teaching. 90 p. Summary 5 p. 1995.
- 117 SUUTAMA, TIMO, Coping with life events in old age. - Elämän muutos- ja ongelmatilanteiden käsittely iäkkäillä ihmisillä. 110 p. Yhteenveto 3 p. 1995.
- 118 DERSEH, TIBEBU BOGALE, Meanings Attached to Disability, Attitudes towards Disabled People, and Attitudes towards Integration. 150 p. 1995.
- 119 SAHLBERG, PASI, Kuka auttaisi opettajaa. Post-moderni näkökulma opetuksen muutokseen yhden kehittämisprojektin valossa. - Who would help a teacher. A post-modern perspective on change in teaching in light of a school improvement project. 255 p. Summary 4 p. 1996.
- 120 UHINKI, AILO, Distress of unemployed job-seekers described by the Zulliger Test using the Comprehensive System. - Työttömien työntekijöiden ahdinko kuvattuna Comprehensive Systemin mukaisesti käytetyillä Zulligerin testillä. 61 p. Yhteenveto 3p. 1996
- 121 ANTIKAINEN, RISTO, Clinical course, outcome and follow-up of inpatients with borderline level disorders. - Rajatilapotilaiden osastohoidon tuloksellisuus kolmen vuoden seuranta tutkimuksessa Kys:n psykiatrian klinikassa. 102 p. Yhteenveto 4 p. 1996.
- 122 RUUSUVIRTA, TIMO, Brain responses to pitch changes in an acoustic environment in cats and rabbits. - Aivovasteet kuuloärsyke-muutoksiin kissoilla ja kaneilla. 45 p. Yhteenveto 2 p. 1996.
- 123 VISTI, ANNALIISA, Työyhteisön ja työn tuottavuuden kehitys organisaation transformaatiossa. - Development of the work community and changes in the productivity of work during an organizational transformation process. 201 p. Summary 12 p. 1996.

- 124 SALLINEN, MIKAEL, Event-related brain potentials to changes in the acoustic environment during sleep and sleepiness. - Aivojen herätevasteet muutoksiin kuulo-ärsykesarjassa unen ja uneliaisuuden aikana. 104 p. Yhteenveto 3 p. 1997.
- 125 LAMMINMÄKI, TUUJA, Efficacy of a multifaceted treatment for children with learning difficulties. - Oppimisvaikeuksien neurokognitiivisen ryhmäkuntoutuksen tuloksellisuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä. 56 p. Yhteenveto 2 p. 1997.
- 126 LUTTINEN, JAANA, Fragmentoituva kulttuuripolitiikka. Paikallisen kulttuuripolitiikan tulkintakehykset Ylä-Savossa. - Fragmenting-cultural policy. The interpretative frames of local cultural politics in Ylä-Savo. 178 p. Summary 9 p. 1997.
- 127 MARTTUNEN, MIKA, Studying argumentation in higher education by electronic mail. - Argumentointia yliopisto-opinnoissa sähköpostilla. 60 p. (164 p.) Yhteenveto 3 p. 1997.
- 128 JAAKKOLA, HANNA, Kielitieto kielitaitoon pyrittäessä. Vieraiden kielten opettajien käsityksiä kieliopin oppimisesta ja opettamisesta. - Language knowledge and language ability. Teachers' conceptions of the role of grammar in foreign language learning and teaching. 227 p. Summary 7 p. 1997.
- 129 SUBRA, LEENA, A portrait of the political agent in Jean-Paul Sartre. Views on playing, acting, temporality and subjectivity. - Poliittisen toimijan muotokuva Jean-Paul Sartrella. Näkymiä pelaamiseen, toimintaan, ajallisuuteen ja subjektiiivisuuteen. 248 p. Yhteenveto 2 p. 1997.
- 130 HAARAKANGAS, KAUKO, Hoitokokouksen äänet. Dialoginen analyysi perhekeskeisen psykiatrisen hoitoprosessin hoitokokoukseskusteluista työryhmän toiminnan näkökulmasta. - The voices in treatment meeting. A dialogical analysis of the treatment meeting conversations in family-centred psychiatric treatment process in regard to the team activity. 136 p. Summary 8 p. 1997.
- 131 MATINHEIKKI-KOKKO, KAIJA, Challenges of working in a cross-cultural environment. Principles and practice of refugee settlement in Finland. - Kulttuurienvälisen työn haasteet. Periaatteet ja käytäntö maahanmuuttajien hyvinvoinnin turvaamiseksi Suomessa. 130 p. Yhteenveto 3 p. 1997.
- 132 KIVINIEMI, KARI, Opettajuuden oppimisesta harjoittelun harhautuksiin. Aikuisopiskelijoiden kokemuksia opetusharjoittelusta ja sen ohjauksesta luokanopettajakoulutuksessa. - From the learning of teacherhood to the fabrications of practice. Adult students' experiences of teaching practice and its supervision in class teacher education. 267 p. Summary 8 p. 1997.
- 133 KANTOLA, JOUKO, Cygnaeuksen jäljillä käsityöopetuksesta teknologiseen kasvatukseen. - In the footsteps of Cygnaeus. From handicraft teaching to technological education. 211 p. Summary 7 p. 1997.
- 134 KAARTINEN, JUKKA, Nocturnal body movements and sleep quality. - Yölliset kehon liikkeet ja unen laatu. 85 p. Yhteenveto 3 p. 1997.
- 135 MUSTONEN, ANU, Media violence and its audience. - Mediaväkivalta ja sen yleisö. 44 p. (131 p.). Yhteenveto 2 p. 1997.
- 136 PERTTULA, JUHA, The experienced life-fabrics of young men. - Nuorten miesten koettu elämäkudelman. 218 p. Yhteenveto 3 p. 1998.
- 137 TIKKANEN, TARJA, Learning and education of older workers. Lifelong learning at the margin. - Ikääntyvän työväestön oppiminen ja koulutus. Elinikäisen oppimisen marginaalissa. 83 p. (154 p.). Yhteenveto 6 p. 1998.
- 138 LEINONEN, MARKKU, Johannes Gezelius vanhempi luonnonmukaisen pedagogiikan soveltajana. Comeniuslainen tulkinta. - Johannes Gezelius the elder as implementer of natural pedagogy. A Comenian interpretation. 237 p. Summary 7 p. 1998.
- 139 KALLIO, EEVA, Training of students' scientific reasoning skills. - Korkeakouluopiskelijoiden tieteellisen ajattelun kehittäminen. 90 p. Yhteenveto 1 p. 1998.
- 140 NIEMI-VÄKEVÄINEN, LEENA, Koulutusjaksot ja elämänpolitiikka. Kouluttautuminen yksilöllistymisen ja yhteisöllisyyden risteysasemana. - Sequences of vocational education as life politics. Perspectives of individualization and communality. 210 p. Summary 6 p. 1998.
- 141 PARIKKA, MATTI, Teknologiaкомпетенssi. Teknologiakasvatuksen uudistamishaasteita peruskoulussa ja lukiassa. - Technological competence. Challenges of reforming technology education in the Finnish comprehensive and upper secondary school. 207 p. Summary 13 p. 1998.