

Annele Eerola & Erja Väyrynen

## Teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittäminen eurooppalaisen kokemuksen pohjalta

# **Teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittäminen eurooppalaisen kokemuksen pohjalta**

Annele Eerola & Erja Väyrynen

VTT Teknologian tutkimus



ISBN 951-38-6099-X (nid.)  
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6100-7 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)  
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

Copyright © VTT 2002

#### JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT  
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT  
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland  
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Teknologian tutkimus, Tekniikantie 12, PL 10021, 02044 VTT  
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 7014

VTT Teknologistudier, Teknikvägen 12, PB 1002, 02044 VTT  
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 7014

VTT Technology Studies, Tekniikantie 12, P.O.Box 1002, FIN-02044 VTT, Finland  
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 7014

Toimitus Leena Ukoski

Otamedia Oy, Espoo 2002

Eerola, Annele & Väyrynen, Erja. Teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittäminen eurooppalaisen kokemuksen pohjalta [Developing technology foresight and technology assessment practices on the basis of European experience]. Espoo 2002. VTT Tiedotteita – Research Notes 2174. 151 s. + liitt. 4 s.

**Avainsanat** technology foresight, technology assessment, technology roadmapping, R&D priority setting, technology policy

## Tiivistelmä

Raportissa tarkastellaan suomalaisia teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä eurooppalaisen kokemuksen valossa sekä esitetään ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi Suomessa. Näkökulman valintaan ovat vaikuttaneet ennakointi- ja arviointitiedon kasvava kysyntä Euroopan Unionin päätöksentekoprosesseissa ja tämän EU-jäsenmaille aiheuttamat kehityspaineet. Syynä tähän on toisaalta nopea teknologinen kehitys mahdollisuuksineen ja uhkineen ja toisaalta huoli siitä, että nykyiset ennakointi- ja arviointikäytännöt eivät riittävän tehokkaasti palvele teknologiapoliittista päätöksentekoa ja elinkeinoelämän strategiaprosesseja.

Havaittua ongelmaa lähestytään tietämyksen hallinnan (knowledge management) näkökulmasta: teknologian ennakointi ja arviointi nähdään dynaamisena vuorovaikutusprosessina, jossa syntyy perusteltuja näkemyksiä teknologian tulevasta kehityksestä sekä kehityksen edellytyksistä ja vaikutuksista yhteiskunnan eri lohkoilla. Ennakointiprosessi ja sen tulokset luovat samalla yhteistä tulevaisuussuuntautunutta viitekehystä yhteiskunnan, teollisuuden ja tutkimusyhteisöjen avaintoimijoille.

Tutkimusongelma on jaettu seuraaviin osa-alueisiin:

1. *Suomalainen teknologian ennakointi ja arviointi verrattuna muiden Euroopan maiden käytäntöihin*
2. *Eurooppalaisen toiminnan ja kokemusten hyödyntämismahdollisuudet Suomessa*
3. *Suomalainen kehitystyö osana EU:n puitteissa tapahtuvaa kehitystyötä.*

Kutakin osa-aluetta on lähestytty konkreettisten tutkimuskysymysten avulla. Kysymyksiin on etsitty vastausta osallistumalla Suomessa ja EU:n piirissä meneillään olevaan teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kartoitus- ja selvitystyöhön sekä jäsentämällä näissä yhteyksissä kertynyttä aineistoa sopivan teoreettisen viitekehysten avulla.

Kansallisen tason ennakoitikäytäntöjen osalta syventävän tarkastelun kohteiksi on valittu erityyppisiä lähestymistapoja edustavat Ruotsin ja Ranskan teknologiaennakoinnit

sekä näiden vertailupareina suomalaisten avaintoimijoiden (KTM:n ja Tekesin) toteuttamat tuoreimmat kansallisen tason teknologiaennakoinnit. Instituutiotason kehitysmahdollisuuksia tarkastellaan kahden tutkimuslaitoksen (VTT:n ja tanskalaisen Risø National Laboratoryn) strategisiin valintoihin liittyneen teknologian tulevaisuuskartoituksen pohjalta. Raporttiin liitetyt vertailut havainnollistavat kehitystyön keskeisiä kysymyksiä ja tuovat lisää konkretiaa kehitystyön pohjaksi.

Tutkimuksen kuluessa kertyneen aineiston perusteella näyttää siltä, että yksi tärkeimmistä suomalaisen toiminnan kehittämisen haasteista on teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan organisointi niin, että suomalaisten avaintoimijoiden tieto ja osaaminen kumuloituisivat. Toisaalta vaikuttaa myös siltä, että suomalaisen ennakointi- ja arviointitoiminnan moni-ilmeisyys on etu. Siksi tulisi kehittää edelleenkin rinnakkain erilaisia lähestymistapoja. Kolmas avainkysymys ovat teknologian ennakoinnin ja arvioinnin hyödyt ja niiden vaikuttavuuden parantaminen. Tätä kysymystä tulisi kehitystyössä tarkastella kuitenkin riittävän laaja-alaisesti kiinnittämällä huomiota myös epäsuoriin vaikutuskanaviin sekä ennakointi- ja arviointitiedon moninaisiin rooleihin päätöksenteossa. Tarkoituksenmukaisesti toteutetuilla kansallisen ja alueellisen tason ennakoinneilla voidaan tukea mm. tutkimusprioriteettien ja T&K-painopistealueiden määrittelyä. Kansainvälisellä yhteistyöllä voidaan puolestaan parantaa suomalaisen ennakointi- ja arviointitiedon kansainvälistä vaikuttavuutta. Kilpailukyvyn ja teknologisen kehityksen hallittavuuden kannalta ovat avainasemassa yritysten ja tutkimuslaitosten strategiatyöhön joustavasti integroituvat teknologian ennakointi- ja arviointikäytännöt. Teknologian kehitystä koskevalla moniarvoisella keskustelulla voidaan tukea kaikkia edellä mainittuja kehitystyön osa-alueita.

Raportissa tarkastellaan teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa erityisesti KTM:n, Tekesin ja VTT:n näkökulmasta. Tutkimushankkeen kuluessa syntyneiden näkemysten pohjalta on laadittu konkreettisia toimenpide-ehdotuksia näiden suomalaisten avaintoimijoiden kannalta keskeisiin kehityshaasteisiin vastaamiseksi. Raportin tutkimustuloksilla voi kuitenkin olla myös laajempaa kiinnostavuutta.

Eerola, Annele & Väyrynen, Erja. Teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittäminen eurooppalaisen kokemuksen pohjalta [Developing technology foresight and technology assessment practices on the basis of European experience]. Espoo 2002. VTT Tiedotteita – Research Notes 2174. 151 p. + app. 4 p.

**Keywords** technology foresight, technology assessment, technology roadmapping, R&D priority setting, technology policy

## Abstract

The report examines Finnish technology foresight and technology assessment practices in the light of European experience. Suggestions for developing the activities are presented. The study was partly motivated by the increasing demand for technology foresight and technology assessment in the EU's decision-making processes and the pressures this puts on the EU member states. The underlying reason is rapid technological development accompanied by new types of opportunity and threat. On the other hand, there are concerns about the inadequacies of the present practices from the view point of Finnish technology policy and industrial strategies.

The perspective of knowledge management is used in the report. Technology foresight and technology assessment activities are seen as dynamic interaction processes with the aim of producing well-grounded views on future technological developments, and on the prerequisites and impacts of these developments in the various sectors of society. An important task is to create a shared future-oriented discussion framework for the key actors of the society, industry and research communities.

In particular, the following issues are examined:

1. *Finnish technology foresight (TF) and technology assessment (TA) practices compared with other European practices*
2. *Possibilities of utilising European TF and TA work and experiences in Finland*
3. *Finnish TF and TA development work in the EU context.*

Each issue is examined with the aid of concrete research questions. The understanding was developed by participating in on-going Finnish and European investigation and monitoring processes and by analysing the data within a proper theoretical framework.

The report presents a general picture of the challenges facing Finnish development work in the European context. Key challenges are illustrated with the aid of concrete examples of national and institutional level foresight exercises. Recent Swedish and French

TF projects are compared with TF exercises by the Finnish Ministry of Trade and Industry (KTM) and the National Technology Agency (Tekes). The challenges in institutional technology foresight are illustrated by examining the technology road-mapping processes of two public research institutes (Risoe National Laboratory in Denmark and VTT, Technical Research Centre of Finland). The aim of the case studies is to facilitate concrete development work.

It is concluded that one of the most important challenges facing the Finnish development work is to organise technology foresight and technology assessment activities so that knowledge and know-how accumulates. On the other hand, the diversity of the activities seems to be an advantage. Various approaches should thus be developed in parallel even in the future. The third central challenge is linked to the uses and impacts of the TF and TA exercises. This issue should, however, be examined broadly enough, paying attention to the indirect influence channels and the various roles of future-oriented technology information in decision-making processes. National and regional level foresight processes can support R&D priority-setting and the definition of R&D focus areas only if they are appropriately designed. Participation in international TF processes can bring important viewpoints into the EU processes as well. On the other hand, flexible integration of TF and TA practices into the strategy work of individual organisations (companies and research institutes) is needed in order to better manage the technological developments and to create long-term competitiveness. A broader discussion about technological developments and consideration of multiple values would provide a sound basis for developing the Finnish practices in all these sub-areas.

In the report the TF and TA practices are examined especially from the viewpoint of the Ministry of Trade and Industry (KTM), the National Technology Agency (Tekes) and VTT. Correspondingly, the concrete recommendations are mainly directed at these organisations. The study may, however, be of broader interest too.

# Alkusanat

Innovaatiotoiminta ja muu teknologinen muutos ovat yhä olennaisempia taloudellisten ja yhteiskunnallisten muutosten liikevoimia. Siksi sekä teknologian ennakoinnilla että teknologian taloudellisten, sosiaalisten ja ekologisten vaikutusten monipuolisella arvioinnilla on kasvava merkitys.

Suomessa teknologian ennakoinnin ja teknologian vaikutusten arvioinnin aloilla on tapahtunut viime vuosina paljon ja kiinnostus aihepiiriin laajentunut. Elinkeinoelämässä on tehty useita laajempia teknologian kehittämisen tulevaisuuden reunaehtoihin liittyviä selvityksiä sekä mm. teknologioiden suuntaamista ja resurssointia tukevia road map -tarkasteluja. Vastaavanlaisia selvityksiä toteutetaan kasvavasti myös eri hallinnonaloilla, eduskunnan tulevaisuusvaliokunnassa sekä tutkimusyhteisöjen piirissä. Yhteisenä tavoitteena on parantaa ymmärrystä teknologioiden kehityksen sekä niitä koskevien reunaehtojen kehityksestä tulevaisuudessa, saada tukea erilaisten vaihtoehtoisten kehityspolkujen yksilöimiseksi sekä tukea eri teknologioiden välillä tehtäviä priorisointeja ja voimavarojen kohdentamista koskevaa päätöksentekoa. Kysymys on olennaisesti myös eri tahojen vuorovaikutteisista oppimisprosesseista, joiden avulla elinkeinoelämän, hallinnon ja tutkimusyhteisöjen avaintoimijat luovat myös yhteisiä tulevaisuussuuntautuneita näkemyksiä teknologioiden ja niiden reunaehtojen kehityksestä.

Yo. taustaa vasten tällä tutkimuksella on oma erityistehtävänsä. Raportti selvittää teknologian ennakointiin ja teknologian vaikutusten arviointiin liittyviä kansallisia kehittämismahdollisuuksia eurooppalaisen kokemuksen valossa sekä tekee näihin perustuvia ehdotuksia kansallisten toimien kehittämiseksi. Raportti perustuu laajaan kirjalliseen aineistoon, haastatteluihin sekä aihepiiriin monipuolisesti tutustuneiden VTT Teknologian tutkimuksen tutkijoiden näkemyksiin.

Tutkimus toteutettiin vuosina 2000–2002 ja sitä rahoittivat Suomessa Teknologian kehittämiskeskus (Tekes) ja VTT. EU-rahoitusta on saatu kansainvälisenä yhteistyönä toteutettuun aineiston hankintaan. Tutkimuksen johtoryhmään kuuluivat professori Ahti Salo Teknillisestä korkeakoulusta, johtaja Markus Koskenlinna ja teknologia-asiantuntija Pekka Pesonen Tekesistä, neuvotteleva virkamies Alpo Kuparinen ja ylitarastaja Pentti Vuorinen kauppa- ja teollisuusministeriöstä, asiamies Jukka Salminiitty Elintarviketeollisuusliitosta/Tekesistä sekä VTT:n ylijohtaja Jarl Forstén. Tutkimuksen toteuttivat erikoistutkija Annele Eerola ja tutkija Erja Väyrynen VTT Teknologian tutkimuksesta.

Espoossa lokakuussa 2002

Tutkimuspäällikkö Torsti Loikkanen  
VTT Teknologian tutkimus





# Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	5
Alkusanat.....	7
1. Yhteenveto ja johtopäätökset (Executive Summary).....	11
1.1 Johdanto.....	11
1.2 Tutkimuskysymykset.....	11
1.3 Miten teknologian kehitystä koskevat näkemykset syntyvät? .....	13
1.4 Suomalainen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminta eurooppalaisten käytäntöjen valossa.....	15
1.5 Suomalaisen toiminnan kehittämishaasteet.....	21
1.6 Toimenpide-ehdotukset .....	24
1.6.1 Eurooppalaisen toiminnan ja kokemusten hyödyntämismahdollisuudet Suomessa.....	24
1.6.2 Suomalainen kehitystyö osana EU:n puitteissa tapahtuvaa kehitystyötä.....	28
1.7 Raportin rakenne ja sisältö .....	31
2. Tutkimuksen toteutus.....	33
2.1 Raportin tausta ja tavoitteet .....	33
2.2 Käytettävät käsitteet .....	34
2.3 Työprosessi ja aineisto .....	36
2.4 Tarkastelussa käytetty teoreettinen viitekehys .....	37
2.5 Vertaileva case-tutkimus havainnollistamisvälineenä.....	39
3. Teknologian ennakointi- ja arviointitoiminta viimeaikaisten selvitysten valossa .....	40
3.1 Katsauksen luonne ja pohjamateriaali .....	40
3.2 Suomalaisen kehitystyön lähtökohdat .....	41
3.3 Eurooppalainen ennakointi- ja arviointityö ESTO-kartoituksen valossa .....	43
3.3.1 Eurooppalaiset foresight-hankkeet.....	45
3.3.2 Teknologian arviointitoiminta Euroopan eri maissa .....	49
3.3.3 Kapea-alaisempi teknologian ennakointi eurooppalaisissa organisaatioissa .....	54
3.4 Eurooppalainen ennakointityö Sitralle tehdyn tutkimuksen valossa.....	56
3.5 Ennakointien hyödyntäminen .....	60
3.6 Ennakoinnin institutionaaliset ja kulttuuriset taustatekijät.....	68
3.7 Hahmottunut kokonaiskuva ja case-tarkastelua koskevat valinnat .....	73

4. 'Social Vision' -malli lähtökohtana kehitystyössä.....	76
4.1 Ruotsalainen sovellus: Teknisk Framsyn .....	77
4.2 Suomalainen sovellus: Tiellä teknologiavisioon .....	88
4.3 Sovellusten vertailu .....	95
5. 'Professional analysis/brainstorming' -malli lähtökohtana kehitystyössä .....	101
5.1 Ranskalainen sovellus: 'Technologies clés 2005' .....	101
5.2 Suomalainen sovellus: Tekesin teknologiakatsaukset.....	112
5.3 Sovellusten vertailu .....	117
6. Tutkimuslaitosten strategiaan valintoihin liittyvä ennakointityö .....	122
6.1 Tanskalainen sovellus: Risoen TRM-prosessi.....	122
6.2 Suomalainen sovellus: VTT:n strategisten teknologiateemojen TRM-työ ....	124
6.3 Sovellusten vertailu .....	127
7. Miten suomalaista ennakointitoimintaa tulisi kehittää?.....	131
7.1 Tiedon ja osaamisen kumuloitumisen edistäminen.....	132
7.2 Hyödyntämisen ja vaikuttavuuden kehittäminen .....	135
7.3 Erilaisten lähestymistapojen rinnakkainen kehittäminen .....	137
7.4 Eurooppalaisen ja pohjoismaisen yhteistyön merkitys.....	140
Lähdeluettelo .....	143
Liitteet	
Liite A: Tutkimuksen tausta-aineisto	

# 1. Yhteenveto ja johtopäätökset (Executive Summary)

## 1.1 Johdanto

Raportissa tarkastellaan suomalaisia teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä eurooppalaisen kokemuksen valossa sekä esitetään ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi. Ongelmaa lähestytään tietämyksen hallinnan (knowledge management) näkökulmasta: teknologian ennakointi- ja arviointi nähdään dynaamisena vuorovaikutusprosessina, jossa syntyy perusteltuja näkemyksiä teknologian tulevasta kehityksestä sekä kehityksen edellytyksistä ja vaikutuksista yhteiskunnan eri lohkoilla. Ennakointiprosessi ja sen tulokset luovat samalla yhteistä tulevaisuussuuntautunutta viitekehystä yhteiskunnan, teollisuuden ja tutkimusyhteisöjen avaintoimijoille. Teknologian ennakointi- ja arviointiprosessien avulla voidaan herättää myös laajempaa keskustelua teknologiseen kehitykseen liittyvistä mahdollisuuksista ja uhkista sekä näiden yhteiskunnalle asettamista haasteista.

Teknologian ennakoinnin ja arvioinnin myötä syntyvää tietoa ja näkemyksiä voidaan hyödyntää prosessin kuluessa ja sen päätyttyä erilaisissa asiayhteyksissä. Tulevaisuussuuntautuneella teknologiatiedolla on merkitystä mm. kansallisen ja instituutiotason tutkimusprioriteettien ja painopistealueiden määrittelyssä. Sitä tarvitaan myös teollisuuden ja tutkimusorganisaatioiden strategiatyössä sekä voimavarojen suuntaamista koskevassa päätöksenteossa. Teknologian tulevaa kehitystä ja sen vaikutuksia koskeva tieto ei kiinnosta ainoastaan teknologian kehittäjiä ja teknologiapolitiikan tekijöitä. Sitä tarvitaan yhä enemmän myös muilla yhteiskunnan osa-alueilla: teknologinen kehitys vaikuttaa mm. työvoiman kysyntään sekä koulutus- ja osaamistarpeisiin. Kansalaisten teknologiakäsityksillä on niin ikään tärkeä merkitys – ne vaikuttavat paitsi henkilökohtaisiin valintoihin myös mahdollisuuksiin ohjata tulevaa kehitystä toivottuun suuntaan.

## 1.2 Tutkimuskysymykset

Tulevaisuussuuntautuneen teknologiatiedon merkitys on korostunut nopean teknologisen muutoksen myötä. Myös Suomen asema teknologiakentällä on muuttunut: tietoyhteiskuntakehityksen ja teollisuuden nopean rakennemuutoksen myötä olemme monilla tärkeillä alueilla siirtyneet 'tarkkailijan' roolista 'edelläkävijän' rooliin. Tämä yhdessä globalisaation ja Euroopan taloudellisen integraation kanssa aiheuttaa merkittäviä lisäpaineita teknologian ennakoinnin ja arvioinnin kehitystyölle.

Raportissa tarkastellaan teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehitystyötä erityisesti KTM:n, Tekesin ja VTT:n näkökulmasta. Kyseiset organisaatiot ovat suomalaisia avaintoimijoita teknologian ennakoinnin ja arvioinnin alueella. Myös raportin toimenpide-ehdotukset on laadittu näitä avaintoimijoita silmällä pitäen. Raportilla voi kuitenkin olla myös laajempaa kiinnostavuutta suomalaisen kehitystyön kannalta.

Raportin pohjana olevassa tutkimushankkeessa on tarkasteltu suomalaisia ennakointi- ja arviointikäytäntöjä osana eurooppalaista teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa. Näkökulman valintaan ovat vaikuttaneet ennakointi- ja arviointitiedon kasvava kysyntä Euroopan Unionin päätöksentekoprosesseissa ja tämän EU-jäsenmaille aiheuttamat kehityspaineet. Erityisesti julkisen sektorin avaintoimijoilta edellytetään tämän vuoksi panostusta teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämiseen. Laadukkaan ja yhteensopivan tiedon tuottaminen on hyödyllistä myös Suomen kannalta: perusteltuun tietoon pohjaavat teknologianäkemykset tulevat paremmin kuulluksi EU-prosesseissa ja auttavat kehittämään myös suomalaista yhteiskuntaa toivottuun suuntaan. Yksittäisten ennakointi- ja arviointihankkeiden toteuttaminen ei kuitenkaan sinänsä riitä kehityspanostukseksi. Huomiota on kiinnitettävä myös toiminnan edellytyksiin: osaamis pohjaan, toiminnan organisointiin ja resursointiin, tiedon ja osaamisen kumuloitumiseen, jne.

Kun suomalaista teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehitystyötä tarkastellaan osana eurooppalaista ennakointi- ja arviointitoimintaa, voidaan tutkimusongelma jakaa seuraaviin osa-alueisiin:

- 1. Suomalainen teknologian ennakointi ja arviointi verrattuna muiden Euroopan maiden käytäntöihin*
- 2. Eurooppalaisen toiminnan ja kokemusten hyödyntämismahdollisuudet Suomessa*
- 3. Suomalainen kehitystyö osana EU:n puitteissa tapahtuvaa kehitystyötä.*

Kutakin osa-aluetta voidaan lähestyä konkreettisten tutkimuskysymysten avulla. Raportin pohjana olevassa tutkimushankkeessa etsittiin vastauksia erityisesti seuraaviin kysymyksiin:

1. Miten ja miltä osin suomalainen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminta eroaa muiden Euroopan maiden käytännöistä?
- 2A. Miten ja missä määrin eurooppalaista teknologian ennakointi- ja arviointitietoa voitaisiin paremmin hyödyntää Suomessa?

2B. Miten ja miltä osin muiden maiden ennakointi- ja arviointikäytännöt ovat sovellettavissa Suomen olosuhteisiin?

3A. Miten suomalaiset ennakointi- ja arviointikäytännöt palvelevat EU-päätöksentekoprosesseja, ja miten arviointikäytäntöjen kehittäminen on perusteltavissa tästä näkökulmasta?

3B. Millä edellytyksin EU:n puitteissa tehtävä teknologian ennakointi- ja arviointityö voisi palvella Suomen tarpeita?

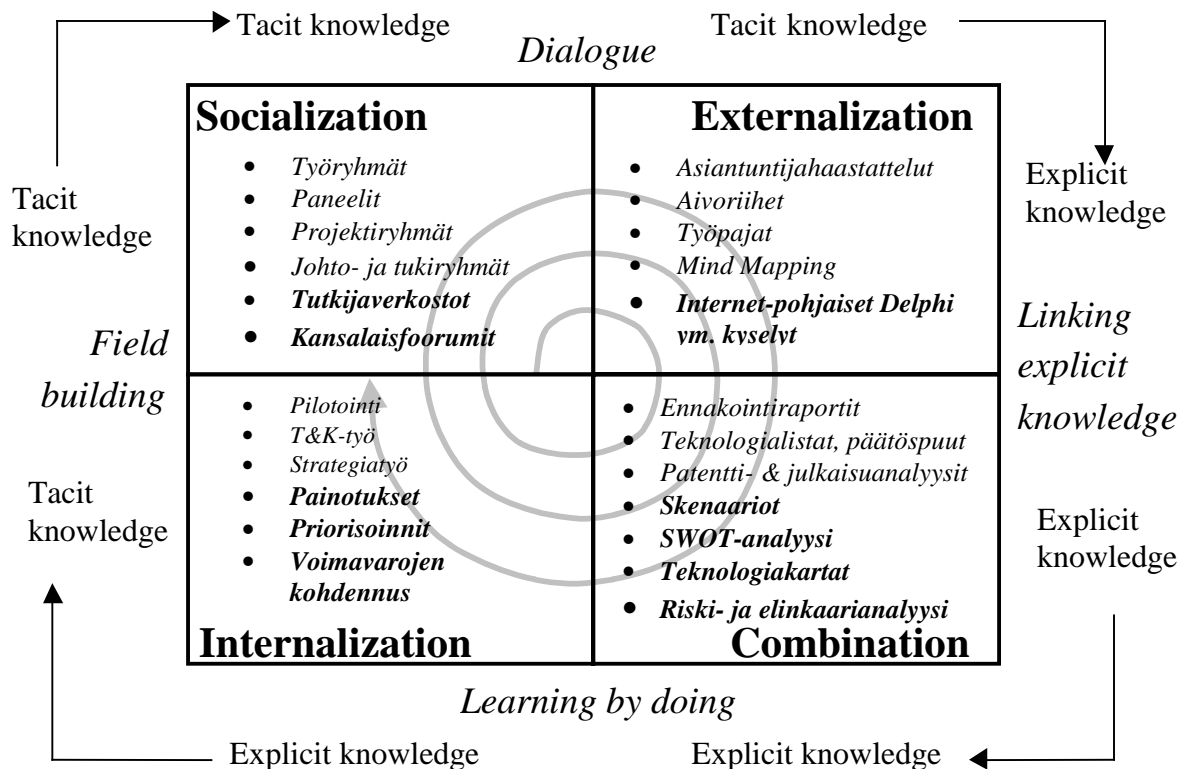
Edellä esitettyjen kysymysten avulla on hahmotettu suomalaisen ennakointi- ja arviointitoiminnan erityispiirteet sekä kehitystyön tärkeimmät haasteet. Kysymyksiin on etsitty vastausta osallistumalla Suomessa ja EU:n piirissä meneillään olevaan, teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämiseen tähtäävään kartoitus- ja selvitystyöhön sekä jäsentämällä näissä yhteyksissä kertynyttä aineistoa sopivan teoreettisen viitekehityksen avulla. Näin syntyneiden näkemysten pohjalta on laadittu konkreettisia toimenpide-ehdotuksia kehityshaasteisiin vastaamiseksi. Raportin pohjana oleva aineisto on kuvattu liitteessä A.

Kohdassa 1.5 esitetään yhteenveto suomalaisen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan tärkeimmistä kehityshaasteista. Toimenpide-ehdotukset esitetään kohdassa 1.6. Jotta johtopäätökset olisivat ymmärrettäviä, tarkastellaan kohdassa 1.3 vuorovaikutusprosessia, jonka tuloksena teknologian kehitystä koskevat näkemykset syntyvät. Suomalaisen kehityshaasteiden ymmärtäminen edellyttää myös eurooppalaisen kontekstin tuntemusta. Näitä asioita tarkastellaan kohdassa 1.4, josta löytyy myös vastaus edellä esitettyyn ensimmäiseen kysymykseen. Muihin kysymyksiin vastataan toimenpide-ehdotusten yhteydessä.

### **1.3 Miten teknologian kehitystä koskevat näkemykset syntyvät?**

Tutkimushankkeen kuluessa kertynyttä aineistoa jäsenetään kehitystyön kannalta tarkoituksenmukaisen teoreettisen viitekehityksen avulla. Jäsentämiseen on sovellettu nk. SECI-mallia (Nonaka, 1994, Nonaka & Takeuchi, 1995), jota on aiemmin hyödynnetty mm. organisaatio- ja innovaatiotutkimuksessa. Malli kuvaa uuden tiedon syntymistä spiraalinomaisena prosessina, jonka keskeisiä elementtejä ovat sosiaalisten vuorovaikutusfoorumien rakentaminen ja ylläpito, osallistujien keskinäinen dialogi, tiedon linkittäminen ja tekemällä oppiminen. Kiinnostavan ja hyödyllisen tiedon tuottamista voidaan edistää erilaisin käytännön järjestelyin ja menetelmällisin apuvälinein.

Kuva 1 havainnollistaa tutkimuksessa käytettyä teoreettista viitekehystä. Kuvasta ilmenee myös se, minkä tyyppisiä käytäntöjä ja menetelmällisiä apuvälineitä teknologian ennakointiin ja arviointiin liittyy. Käytännöt ja menetelmät on kuvassa ryhmitelty luonteensa mukaisesti SECI-mallin neljälle eri lohkolle. Kuvassa tuodaan myös esille ne osa-alueet, jotka ovat saaneet viime aikoina erityistä huomiota eurooppalaisessa kehitystyössä.



Kuva 1. Teknologian ennakoinnissa/arvioinnissa hyödynnettäviä käytäntöjä ja menetelmiä, eurooppalaisessa kehitystyössä viime aikoina painotetut osa-alueet lihavoituna (Jäsentely SECI-mallin mukaisesti; Nonaka, 1994; Nonaka & Takeuchi, 1995).

Teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa on tarkasteltu tietämyksen hallinnan näkökulmasta. Teoreettisen viitekehyksen avulla on kuvattu sitä dynaamista vuorovaikutusprosessia, jonka tuloksena teknologian tulevaa kehitystä koskevat perustellut näkemykset syntyvät. Hiljaisen tiedon (tacit knowledge) hyödyntämisellä on tässä prosessissa tärkeä rooli – sanoin, kuvin ja numeroin julkituodun tiedon (explicit knowledge) käsittelyn ohella. Hiljaista tietoa välittyy yhdessätekemisen ja -kokemisen kautta (**Socialization**) tai purkamalla sitä tietoisesti julkilausuttuun muotoon (**Externalization**) – samalla tiedon sisältö myös muuttuu. Kun yhdistellään eri tietolähteistä saatavaa eksplisiittistä tietoa (**Combination**), tulos ei niin ikään ole pelkkä osiensa summa, vaan syntyneellä viestillä saattaa olla vastaanottajilleen oleellisesti uudenlainen sisältö ja merkitys. Merkitykset syvenevät edelleen, kun tietoa sovelletaan käytäntöön (**Internalization**).

Teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehitystyössä on huomioitava toiminnan onnistumisen edellytykset kaikissa edellä mainituissa tiedonjalostusvaiheissa. Lisäksi on varmistettava, että nämä eri vaiheet tukevat toisiaan. On myös huomattava, että teknologian kehitystä ja vaikutuksia kuvaavan näkemystiedon kiteytyminen edellyttää tyyppillisesti useita peräkkäisiä kierroksia SECI-mallin spiraalikehällä.

Tarkasteltaessa tutkimusaineistoa tietämyksen hallinnan näkökulmasta teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittämisen avainalueiksi nousevat seuraavat osa-alueet:

- toiminnan jatkuvuus
- vuorovaikutusprosessien organisointi
- ennakointi- ja arviointiprosessien osallistujapohja (ketkä osallistuvat, missä ominaisuudessa, miten osallistujat on valittu)
- kiinnostavan tiedon syntymistä edistävät menetelmälliset apuvälineet
- ennakoitiprosessien läpinäkyvyys ja tulosten raportointi
- ennakointi- ja arviointitoiminnan vaikuttavuus (kytkennät suunnitteluun, päätöksentekoon ja käytännön toimenpiteisiin).

Kuhunkin osa-alueeseen tulee kiinnittää huomiota, kun etsitään vastauksia kohdassa 1.2 esitettyihin tutkimuskysymyksiin.

## **1.4 Suomalainen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminta eurooppalaisten käytäntöjen valossa**

Kehitystyön kannalta on kiinnostavaa aluksi tarkastella, millaisena suomalainen teknologian ennakointi- ja arviointityö näyttäytyy eurooppalaisen toiminnan valossa. Seuraavassa on esitetty lyhyt yhteenveto tutkimuksen kuluessa kerätyn aineiston pohjalta (kertynyt aineisto on kuvattu liitteessä A). Kansallisen tason ennakoiteja kuvaava eurooppalainen aineisto on ollut varsin kattava ja verrattain hyvälaatuinen. Teknologian arviointia ja kapea-alaista teknologiaennakointia kuvaava tieto on ollut huomattavasti heterogeenisempaa. Aineistosta nousee kuitenkin esiin joitakin kiinnostavia asioita myös tältä osin. Seuraavassa on esitetty lyhyt yhteenveto eurooppalaisen teknologian ennakoinnin ja arvioinnin koko kirjosta.



## *Kansallisen tason teknologian ennakointi Euroopan eri maissa*

Euroopassa – kuten myös muualla maailmassa – on viime vuosina toteutettu useita kansallisen tason ennakoitihankkeita, joissa on tarkasteltu teknologian tulevaa kehitystä ja sen kytkentöjä yhteiskunnan muuhun kehitykseen. Näitä kansallisen tason ennakoitihankkeita on myös pyritty luokittelemaan eri tavoin. Tarkasteltavina dimensioina ovat olleet mm. ennakoitihankkeiden laajuus ja tarkastelutaso (ESTO-verkoston Foresight-kartoitustyö; ks. Barré & Greaves, 2001) sekä ennakoitien teknologia- vs. yhteiskuntalähtöisyys, niiden informaatio- vs. instrumenttiarvo ja menetelmällinen lähestymistapa (Sitran Rand Euroopelta tilaama ennakoitiselvitystyö; ks. Hjelt et al., 2001).

Yleisesti ottaen kansallisen tason ennakoinneissa on siirrytty yhä kokonaisvaltaisempaan tarkasteluun siten, että teknologian kehitys nähdään osana yhteiskunnan muuta kehitystä. Painotukset vaihtelevat kuitenkin melkoisesti, samoin ennakoinneille asetetut tavoitteet: suoraviivaisen teknologia- tai innovaatiopolitiikan kehittämisen ja painopistealueiden määrittelyn lisäksi ennakoinneille on asetettu myös laaja-alaisempia tavoitteita yhteiskunnalliseen hyvinvointiin ja kansainväliseen toimintaan liittyen. Kansallisen tason teknologiaennakoiteja leimaa kuitenkin tyypillisesti jonkinasteinen teknologiaoptimismi: teknologian kehitykseen liittyviä uhkia ja riskejä ei juurikaan tarkastella.

Eurooppalaista ennakoititoimintaa sekä niiden erilaisia hyödyntämistapoja esitellään tarkemmin kohdissa 3.3, 3.4 ja 3.5. Kansallisen tason teknologiaennakoiteja tarkastellaan erityisesti kohdassa. Karkea yleiskuva suomalaisten avaintoimijoiden tämänhetkisestä asemoitumisesta kansallisen tason ennakoitien osalta hahmottuu kuitenkin jo taulukoista 1 ja 2. Taulukoihin on koottu esimerkkejä Euroopan eri maissa toteutetuista kansallisen tason ennakoinneista – suomalaisten avaintoimijoiden viimeaikaiset hankkeet mukaan lukien.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Taulukoihin sijoitetuista suomalaisten avaintoimijoiden kansallisen tason ennakoitihankkeista vain KTM:n "Teknologiavisio"-hanke on ollut mukana kansainvälisessä ESTO-vertailuissa (ks. Barré & Greaves, 2001). Sitran tilaamassa raportissa (Hjelt et al., 2001) tarkastellaan ainoastaan muualla toteutettuja kansallisen tason ennakoitihankkeita.

*Taulukko 1. Esimerkkejä kansallisen tason teknologiaennakoinneista Suomessa ja muualla Euroopassa – Hankkeiden osallistujapohja/teknologiatarkastelun konkreettisuustaso, toteutusajankohta (ks. Barré & Greaves, 2001).*

	<b>Asiantuntijaryhmä</b> (osallistujamäärä <250)	<b>Eri intressiryhmiä mukana</b> (osallistujia 250–5 000)	<b>Laaja osallistumisohja</b> (osallistujia >5 000)
<b>Erityisalueille meneviä syventäviä tarkasteluja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranska / Energie 2010–2020/1996–1998</li> <li>• <i>VTT/Energy 2030/2000–2001</i></li> </ul>		
<b>Jäsenneiltyjä yleisen tason tarkasteluja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hollanti / Technology Radar, 1997–1998</li> <li>• Portugali / Engenharia e Tecnologia 2000 / 1999–2000</li> <li>• Ranska / Technologies Clés 2000–2005/ 1995–2000</li> <li>• Espanja / OPTI, Futuro tecnologico en el horizonte del 2015 / 1998–</li> <li>• <i>Tekes, Teknologia ja tulevaisuus, 1998</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Itävalta / Delphi Austria / 1996–1998</li> <li>• Saksa / Delphi '98 / 1998</li> <li>• Alankomaat / OVC/ 1993–1997</li> <li>• Alankomaat / NRLO / 1995–1999</li> <li>• Alankomaat / AWT / 1998–2000</li> <li>• Belgia / Belgian federal foresight study / 2000–2001</li> <li>• <i>KTM / Tiellä teknologiavisiioon / 1996–1997</i></li> </ul>	
<b>Yleisellä tasolla tehtyjä kokonaisvaltaisia tarkasteluja</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saksa / FUTUR /1999–</li> <li>• Iso-Britannia / UK Foresight / 1994–1998</li> <li>• Ruotsi / Teknisk Framsyn / 1999–2000</li> </ul>

Taulukosta 1 ilmenee, että laajan osallistujapohjan omaavia yhteiskunnallisia tarpeita painottavia teknologian ennakointi- ja visiointihankkeita ovat toteuttaneet viime vuosina mm. Saksa, Englanti ja Ruotsi. Kaikissa näissä hankkeissa on ollut tavoitteena saada aikaan myös yhteiskunnallista keskustelua teknologian kehitykseen liittyvistä tekijöistä. Teknologian tulevaa kehitystä koskeva tarkastelu on näissä hankkeissa ollut kuitenkin melko yleisellä tasolla, menemättä eri teknologia-alojen yksityiskohtiin. Prosessin hallittu läpivieminen on myös osoittautunut varsin haasteelliseksi tehtäväksi.

Eri intressiryhmien näkemykset huomioonottavia, osallistujamäärältään hieman suppeampia ennakointihankkeita ovat hiljattain toteuttaneet mm. Itävalta, Saksa, Ranska, Hollanti ja Belgia. Tavoitteet näissä hankkeissa ovat olleet varsin vaihtelevia – yhteisenä piirteenä kuitenkin teknologiapolitiikkaan liittyvän yhteisen vision hakeminen. Fokusoituissa hankkeissa teknologiatarkastelu on ollut jonkin verran konkreettisempaa, mikä

lisää teknologiatiedon kiinnostavuutta ulkopuolisten hyödyntäjien näkökulmasta. Konsulttivoimin ja/tai asiantuntijaryhmissä työstettyjä kansallisen tason teknologiaennakointeja löytyy mm. Ranskasta, Tanskasta, Hollannista ja Espanjasta. Syvimmälle menevät tarkastelut ovat olleet hyvin fokuoituja. Asiantuntijaryhmissä ja/tai konsulttityönä toteutetuissa teknologiaennakoinneissa tarkastelut ovat tyypillisesti varsin konkreettisella tasolla.

**Taulukko 2.** Esimerkkejä kansallisen tason teknologiaennakoinneista muualla Euroopassa ja Suomessa – Ennakointihankkeiden painopiste ja hyödyntämistapa (ks. Hjelt et al., 2001).

	<b>Teknologiaalähtöinen</b>	<b>Yhteiskuntalähtöinen</b>
<b>Informaatioarvo</b> Ennakoinnilla ei suoria kytkeviä ennalta määriteltyihin päätöksentekoprosesseihin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saksa / Delphi '98 / 1998 / Delphi-kyselyt</li> <li>• Hollanti / Technology Radar / 1998 / Kriitt. teknologiat ja asiantunt. haast.</li> <li>• Ranska / Delphi / 1994 / Delphi-kyselyt</li> <li>• <i>Tekes / Teknologia ja tulevaisuus/ 1998 / organisaation omien asiantuntijoiden yhteenvetoja teknologiatrendeistä</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruotsi/ Teknisk Framsyn / 1999 / Paneelit</li> <li>• Saksa / FUTUR / 1999– /Delphi-kyselyt www:ssä, työpajat</li> <li>• Hollanti/ Sectoral foresights/ 1995– / vaihtelevia menetelmiä</li> <li>• Unkari / TEP/ 2000– /Paneelit, Delphi</li> <li>• Portugali / Engenharia e Tecnologia 2000 / 1999–2000 / Asiantuntijatyöryhmät</li> <li>• <i>KTM/Teknologiavisio/ 1996–1997/ klusterikohtaiset työryhmät</i></li> </ul>
<b>Instrumenttiarvo</b> Ennakointi vastaa ennalta määritellyn päätöksentekoprosessin tarpeisiin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranska / Technologies Clés 1995–2000 &amp; 2000–2005/Avainteknologiat ja asiantuntijapaneelit</li> <li>• Italia /National Priorities for Industrial R&amp;D in Italy / 1996 / Kriittiset teknologiat ja asiantuntijapaneelit</li> <li>• Irlanti / Technology Foresight / 1999 / Paneelit ja avainteknologiat</li> <li>• Espanja / OPTI, Futuro tecnologico en el horizonte del 2015 / 1998– / Delphi-kyselyt</li> <li>• <i>VTT/ Energia 2030 / 2000–2001 teknis-taloudelliset asiantuntija-analyysit: kehitystrendit, skenaariot</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iso-Britannia / UK Foresight / 1994–1998 / Paneelit, Delphi-kyselyt</li> <li>• Itävalta / Delphi Austria / 1996–1998 / Delphi-kyselyt</li> <li>• Hollanti/ ICES-KIS / –2000 /</li> </ul>

Taulukossa 2 ennakoinnit on jaoteltu toisaalta tarkastelunäkökulman (teknologiaalähtöiset vs. yhteiskuntalähtöiset ennakoinnit), toisaalta ensisijaisen hyödyntämistarkoituksen mukaisesti (tietyn päätöksentekoprosessin tarpeita palvelevat ennakoinnit vs. informaatiota ilman tällaista tavoitetta tuottavat ennakoinnit). Teknologiaalähtöisissä hankkeissa on painotettu sekä informaatioarvoa sinänsä (Saksan ja Ranskan Delphi-ennakoinnit, Hollannin Technology Radar) että kytkeviä teknologiapoliittiseen päätöksentekoon

(Italiassa teollisuusvetoisesti toteutettu hanke, Irlannin tuore foresight-hanke, Espanjan Delphi-pohjainen ennakointi, Ranskan avainteknologiatarjastelut). Myös yhteiskunnallisen näkökulman omaavissa hankkeissa on ollut sekä informaatioarvoa painottavia (Ruotsin 'Teknisk Framsyn', Hollannin sektorikohtaiset ennakoinnit, Portugalin insinöörilämmittämien tulevia osaamistarpeita kartoittava ennakointi, Unkarin skenaariotarjastelut) että teknologiapoliittisen päätöksenteon tukemiseen nimenomaisesti tarkoitettuja hankkeita (Itävallan Delphi, Englannin laajamittaiset Foresight-hankkeet, Hollannin 'Knowledge Infrastructure' -hanke). Ennakointien menetelmällinen lähestymistapa on vaihdellut: USA:sta lähtöisin olevaa 'avainteknologia'-tarjastelutapaa on kehitetty edelleen mm. Saksassa, Ranskassa ja Hollannissa, Japanista lähtöisin olevaa Delphi-käytäntöä mm. Saksassa, Itävallassa ja Ranskassa, Englannissa alun perin kehitettyä paneelityöskentelyyn pohjaavaa lähestymistapaa on puolestaan hyödynnetty Irlannissa, Ruotsissa ja Unkarissa.

Vaikka Suomessa ei ole toteutettu laajamittaisia kansallisen tason ennakoitihankkeita, voidaan kauppa- ja teollisuusministeriön vuona 1996 käynnistämää "Tiellä teknologia-visibility" -hanketta (KTM, 1997) ja Tekesin vuosina 1993–1998 julkaisemia teknologia-katsauksia – etenkin näistä viimeistä "Teknologia ja tulevaisuus" (Tekes, 1998) – samoin kuin VTT:n "Energiavisio 2030" -hanketta (VTT, 2001) pitää kiinnostavina vertailukohteina suomalaisen kehitystyön kannalta. KTM:n "Teknologiavisio"-hanke suunniteltiin alun perin laajamittaisemman ennakoinnin pilotoitihankkeeksi. Sen klusterikohtaisiin työpajaistuntoihin osallistui teknologian kehityksestä kiinnostuneita tutkimuksen, teollisuuden ja julkisen sektorin edustajia. Tavoitteena oli yhteisen teknologiavisio tuottaminen – suoria kytkentöjä päätöksentekoprosesseihin ei ollut. Teknologian kehitystä pyrittiin tarkastelemaan yhteiskunnan tarpeista käsin, tulokset jäivät kuitenkin varsin yleiselle tasolle.

Myöskään Tekesin teknologiakatsauksilla ei ole sellaisenaan suoria kytkentöjä teknologiapoliittiseen päätöksentekoon, vaan niissä pyritään lähinnä stimuloimaan teknologia-toimijoiden tulevaisuussuuntautunutta ajattelua jakamalla uutta teknologiaa koskevaa informaatiota. Vuoden 1998 katsauksessa näkökulmaa on selvästi laajennettu: tarkastelun kohteena ovat myös teollisuuden ja yhteiskunnan tarpeet – tosin ilman selkeää linjaa raportin tavoitteiden ja hyödyntämistarkoitusten suhteen. VTT:n äskettäin valmistunut 'Energia 2030' -ennakointi on puolestaan asiantuntijavoimin toteutettu foku-soitu tulevaisuusluotaus, jonka kohderyhmänä ovat erityisesti energiapolitiikan ja teollisuuden päättäjät. Ennakoinnin tavoitteena on hyvin perustellun asiantuntijainformaation tuottaminen, mutta sillä voidaan olettaa olevan myös instrumenttiarvoa energiapoliittisessa päätöksenteossa.

KTM:n 'Teknologiavisio'-hanketta ja Tekesin teknologiakatsauksia tarkastellaan tarkemmin raportin luvuissa 4 ja 5, joissa niitä vertaillaan Ruotsin ja Ranskan ennakointi-

hankkeiden kanssa. VTT:n "Energia 2030" -hankkeesta ei ole tutkimuksen kuluessa ollut mahdollista saada riittävästi aineistoa syventävään tarkasteluun. VTT:n osalta syventävän tarkastelun kohteeksi onkin valittu strategiatyöhön liittyvä 'Technology Road Mapping' -prosessi. Tätä tarkastellaan lähemmin luvussa 6. Tämä esimerkki sijoittuu kuitenkin kapea-alaisemman teknologiaennakoinnin osa-alueelle, jota tarkastellaan myöhemmin tässä luvussa.

### ***Teknologian arviointitoiminta Euroopan eri maissa***

Teknologian arviointitoimintaa harjoitetaan lähes kaikissa Euroopan maissa. Teknologian arvioinnin institutionaaliset puitteet ovat kuitenkin varsin vaihtelevia: Pohjoismaissa (etenkin Suomessa ja Ruotsissa) toiminta on suureksi osaksi integroitunut yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa harjoitettavaan muuhun toimintaan, monissa Keski-Euroopan maissa toimintaa harjoitetaan myös nimen omaan tähän tarkoitukseen perustetuissa organisaatioissa (esim. Itävallan ITA ja Saksan ITAS). Euroopassa on myös parlamentin informaatiotarpeisiin vastaavia teknologiaarviointiorganisaatioita, jotka tuottavat kansanedustajille asiantuntijatietoa uusien teknologioiden ympäristö-, terveys- ja yhteiskunnallisista vaikutuksista. Eri maissa toimivat parlamenttiin kytköksissä olevat teknologian arviointiorganisaatiot ovat kuitenkin perusfilosofialtaan erilaisia: Tanskassa Teknologirådet on ymmärtänyt tehtäväkseen kriittisen teknologiakeskustelun herättämisen, monissa muissa Euroopan maissa tavoitteena on puolueettoman asiantuntijatedon tuottaminen. Suomessa parlamentaarista teknologian arvioinnista vastaa eduskunnan tulevaisuusvaliokunta, joka on tilannut asiantuntija-arviointeja eri tahoilta. Pyrkimyksenä on ollut integroida myös kansanedustajia mukaan toimintaan. Tulevaisuusvaliokunnan teknologian arviointitoiminta on ollut kuitenkin varsin vaatimattomasti resursoitua.

Teknologian arvioinnin perusfilosofia on myös muuttunut ajan myötä: ulkopuolisesta puolueettomuutta korostavasta arvioinnista on siirrytty nk. konstruktivisen teknologian arvioinnin suuntaan, jossa teknologian arviointiin osallistuvat mahdollisuuksien mukaan myös teknologian hyödyntäjät ja tuottajat, tavoitteenaan vaikuttaa uuden teknologian muotoutumiseen. Erityisesti Pohjoismaissa tämä perusfilosofia on saanut jalansijaa. Eurooppalaista teknologian arviointitoimintaa on tarkasteltu lähemmin kohdassa 3.3.2.

### ***Kapea-alaisempi teknologian ennakointi Eurooppalaisissa organisaatioissa***

Euroopassa on myös runsaasti organisaatioita, jotka harjoittavat teknologian ennakointia ja uusien teknologioiden kehityksen monitorointia tietyillä kapeammilla teknologia-alueilla (esim. saksalainen VDI/Future Technologies Division, Tanskalainen Risoe/Technology Scenarios Group, englantilainen Dera, ranskalainen CEA). Tällaisia ennakointiryhmiä on tutkimuslaitosten yhteydessä, mutta huomattavassa määrin myös yrityssektorilla. Kapea-alaisia teknologiaennakointeja tuotetaan myös teollisuuden tai

teollisuusliittojen koordinoimissa työryhmissä, usein 'technology road mapping' - otsakkeen alla. Fokusalueet, samoin kuin myös tuotetun tiedon laatu vaihtelee melkoisesti. Suomalaisia avaintoimijoita tällä saralla ovat mm. VTT ja Tekes. Kapealaisempaa teknologian ennakoitintoimintaa tarkastellaan lähemmin kohdassa 3.3.3.

## 1.5 Suomalaisen toiminnan kehittämishaasteet

Suomalaista teknologiakeskustelua on viime vuosikymmenen ajan ohjannut vahva ja laajalle levinnyt visio Suomesta tietoyhteiskunnan edelläkävijämaana, jossa yhdistyvät modernin tieto- ja viestintätekniikan mukanaan tuomat mahdollisuudet ja hyvinvointivaltion arvot. Näin siitäkkin huolimatta, että Suomessa ei ole toteutettu laajamittaisia teknologian ennakoitihankkeita, kuten monessa muussa Euroopan maassa. Suomalaisen teknologian ennakoitintoiminnan vahvuutena voidaankin pitää sen moninaisuutta sekä sen integroitumista osaksi muuta tulevaisuussuuntautunutta toimintaa (suunnittelu, päätöksenteko, tutkimusohjelmien rakentaminen). Eri aihepiireihin fokusoituvaa ennakoitintyötä tehdään useista eri näkökulmista niin kansallisella kuin alueellisellakin tasolla ja ottamalla huomioon sekä teollisuuden että julkisen sektorin näkökulmia (Salo, 1999, 2001; Eerola, 2001).

Vahva tulevaisuusvisio saattaa toisaalta osoittautua myös suomalaisen ennakointi- ja arviointitoiminnan heikkoudeksi, mikäli se jättää varjoonsa uutta perusteltua tietoa tuottavan kriittisen tulevaisuustarkastelun. Yksittäisten toimijoiden ideoimat ja toteuttamat 'ad-hoc'-tyyppiset ennakointi- ja arviointihankkeet eivät myöskään johda toivottulla tavalla tiedon ja osaamisen kumuloitumiseen teknologian ennakoinnin ja arvioinnin alueella. Lisäksi on havaittavissa, että eri ministeriöiden alaisuudessa tehdään osittain päällekkäistä ennakointi- ja arviointityötä toisistaan tietämättä.

Teknologian ennakoinnin ja arvioinnin integroituminen osaksi muuta tulevaisuussuuntautunutta toimintaa on myös johtanut siihen, että prosessit eivät ole sillä tavoin läpinäkyviä, että ulkopuolinen ymmärtäisi, miten syntyneisiin näkemyksiin on päädytty. Tämä rajoittaa tiedon hyödyntämistä huomattavissa määrin. Puutteellinen kuva ennakointiprosessista nakertaa toiminnan uskottavuutta ja johtaa helposti tulkinnallisiin väärinkäsityksiin. Tällaisen toiminnan tuloksena syntyvää tietoa ei yleensä myöskään voida ongelmitta käyttää priorisoinnin ja voimavarojen kohdentamisen apuvälineenä.

Seuraavassa on tiivistettynä tutkimuksen kuluessa syntynyt näkemys ensimmäisen tutkimuskysymyksen osalta.

## Kysymys 1.

### **Suomalainen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminta vs. muiden Euroopan maiden käytännöt**

Verrattaessa suomalaisten avaintoimijoiden panostusta teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa muualla Euroopassa tehtävään teknologian ennakointi- ja arviointityöhön, voidaan todeta seuraavaa:

- Suomessa ei ole panostettu samassa määrin laajamittaisen kansallisen tason teknologian ennakoitihankkeisiin kuin monessa muussa Euroopan maassa.
- Suomalaista(kin) teknologian ennakointia leimaa teknologiaoptimismi: uusiin teknologioihin liittyvien uhkien ja riskien kartoitusta ei systemaattisesti sisällytetä tulevaisuustarkasteluihin. Tavoitteena ei ole myöskään ollut laajemman kriittisen teknologiakeskustelun herättäminen.
- Suomessa ei myöskään ole vahvoja instituutioita teknologian arviointitoiminnalle. Eduskunnan teknologian arviointitoiminta on vakiintunutta ja sen institutionaaliset puitteet kansainvälisestikin kiinnostavat. Toiminta on kuitenkin niin vaatimattomasti resursoitua, ettei sitä voida verrata vahvoihin eurooppalaisiin alan instituutioihin.
- Kapea-alaisempaa teknologiaennakointia ja 'technology road mapping'-työtä harjoitetaan Suomessa, samoin kuin muuallakin Euroopassa, hajallaan erityyppisissä organisaatioissa (tutkimuslaitoksissa, yrityksissä, teollisuusjärjestöjen kutsumissa työryhmissä jne.). Osa tiedosta on luottamuksellista, mutta myös ulkopuolisille saatavilla olevaa kiinnostavaa tietoa tuotetaan huomattavassa määrin. Kiinnostavan tiedon löytyminen edellyttää kuitenkin hyvää 'vainua' ja verkottumista.
- Vaikka suomalaista teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa on harjoitettu varsin vaatimattomalla panostuksella ja koordinoimattomasti, useat eri tahot ovat olleet selvästi kiinnostuneita teknologian tulevasta kehityksestä ja sen kytkennöistä teollisuuden ja yhteiskunnan tarpeisiin. Suomessa onkin viime vuosina toteutettu useita yksittäisiä ennakointi- tai arviointihankkeita, joissa on tarkasteltu teknologian tulevaisuutta, sen vaikutuksia ja kehityksen edellytyksiä. Toimintaa leimaavat kuitenkin koordinoimattomuus ja epäjatkuvuus.
- Ennakointi- ja arviointiluontoista toimintaa harjoitetaan Suomessa huomattavissa määrin myös integroituna muuhun tulevaisuussuuntautuneeseen toimintaan (T&K, strategiatyö, suunnittelu ja päätöksenteko). Yleensä kuitenkin vain prosessissa mukana olleilla on mahdollisuus ymmärtää, miten näin syntyneisiin näkemyksiin on päädytty.

Tutkimuksen kuluessa kertyneen aineiston perusteella näyttää siltä, että yksi tärkeimmistä suomalaisen toiminnan kehittämisen haasteista on *teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan organisointi niin, että suomalaisten avaintoimijoiden tieto ja osaaminen kumuloituisivat*. Kun suomalaista teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa kehitetään, ei näin ollen ole riittävää kohdistaa huomiota ainoastaan yksittäisten ennakointi- ja arviointiprosessien sisäiseen logiikkaan. Tarkastellun aineiston valossa näyttää ilmeiseltä, että toiminnan jatkuvuudella on tärkeä merkitys teknologian ennakoinnissa ja arvioinnissa: aiemmat ennakoinnit ja arvoinnit tarjoavat tärkeitä aineksia ja valmiuksia myöhemmin toteutettavia hankkeita silmällä pitäen. Oleellinen tieto ja osaaminen ei kuitenkaan välttämättä siirry uusiin prosesseihin, jos syntynyttä hiljaista tietoa ei pystytä hyödyntämään. Tehokkuuteen tähtäävä ennakointi- ja arviointihankkeiden kilpailuttaminen ei siksi välttämättä yksinään johda toivottuun tulokseen. Kehitystyössä on samalla kiinnitettävä huomiota tiedon kumuloitumiseen ja osaamis pohjan laajenemiseen. Kun teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa kehitetään, tulisi siis tukea erityisesti pitkäjänteistä toimintaa (ts. edistää hallittujen ja laadukkaitten ennakointi- ja arviointihankkeiden toteuttamista niin, että samalla myös valmiudet kasvavat).

Tiedon kumuloitumiseen liittyy oleellisena osana myös *osaavien henkilöresurssien hakeutuminen alalle ja heidän pysymisensä mukana toiminnassa*. Ongelmaksi saattaa kuitenkin muodostua ammatillisen arvostuksen ja kehitysmahdollisuuksien puute: teknologian ennakointi- ja arviointityön tehtävänä on päätöksentekoa tuottavan asiantuntijatiedon tuottaminen ja se sijoittuu siksi konventionaalisen tutkimuksen, strategiatyön ja teknologiapolitiikan välimaastoon. Yleisesti käytössä olevat tulostimet ja kannustimet eivät välttämättä tee oikeutta tämäntyyppiselle työlle. Työn luonne ja sen vaatima ammatillinen kompetenssi eivät aina myöskään riittävästi avaudu kollegoille ja esimiehille yksinomaan tutkimuksen, liikkeenjohdon tai teknologiapolitiikan viitekehuksesta käsin. Kehitystyössä olisikin kiinnitettävä erityistä huomiota vaativaa ennakointi- ja arviointityötä tekevien asiantuntijoiden ammatillisen identiteetin kehittymiseen sekä haasteellisten mutta asiantuntijoiden työpäristöjen luomiseen.

Kolmas avainkysymys on *teknologian ennakoinnin ja arvioinnin vaikuttavuuden parantaminen*. Vaikutuskanavien ja -mahdollisuuksien tunnistaminen edellyttää riittävän syvällistä tarkastelua: kytkennät päätöksentekoon voivat olla myös epäsuoria eikä niitä välttämättä aina edes tiedosteta. Vaikutukset voivat silti olla merkittäviä: ennakointiprosessiin osallistuminen ja/tai tuloksiin tutustuminen muokkaa asiantuntijoiden ja kansalaisten näkemyksiä, ja nämä näkemykset puolestaan vaikuttavat heidän kannanottoihinsa ja toimintaansa myöhemmin eteen tulevissa tilanteissa. Suora kytkentä akuuttiin päätöksentekotilanteeseen (strategisiin linjauksiin, prioriteettien ja painotusten määrittelyyn, voimavarojen suuntaamiseen) ei siksi ole ainoa vaikutuskanava ja se saattaa toisaalta johtaa jopa 'tarkoitushakuisiin' ennakointi- ja arviointiprosesseihin. Mikäli tek-



nologiaennakoinnit ja arvioinnit eivät tuota riittävän laadukasta tietoa, suora kytkenä päätöksentekoon ei niin ikään palvele tarkoitustaan.

Teknologian ennakoinnin ja arvioinnin vaikuttavuutta tulisikin kehitystyössä tarkastella riittävän monitahoisesti, kiinnittämällä huomiota myös epäsuoriin vaikutuskanaviin. Lisäksi olisi tunnistettava teknologian ennakointi- ja arviointitiedon moninaiset roolit päätöksenteossa: tämän luonteista asiantuntijatietaa voidaan käyttää mm. suunnittelun ja päätöksenteon lähtötietona, tulevaisuussuuntautuneen ajattelun stimuloijana sekä argumentoinnin ja legitimoinnin apuvälineenä. Kun tunnistetaan kaikki nämä roolit, voidaan perustellusti kehittää tarkoituksenmukaisia vaikutuskanavia. Myös kansainvälisten vaikuttamismahdollisuuksien edellytysten parantamiseen sekä teknologian kehitystä koskevan hedelmällisen, moniarvoisen kansalaiskeskustelun virittämiseen ja tukemiseen tulisi kiinnittää huomiota.

## 1.6 Toimenpide-ehdotukset

Seuraavassa esitellään johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset, joihin on päädytty tutkimushankkeen kuluessa. Erityisesti raportoidaan sellaiset toimenpide-ehdotukset, jotka on arvioitu tarkasteltavien suomalaisten avaintoimijoiden (KTM:n, Tekesin, VTT:n) kannalta relevanteiksi ja kiinnostaviksi. Osa johtopäätöksistä liittyy laajempaan kokonaisuuteen, jossa myös muilla suomalaisilla avaintoimijoilla<sup>2</sup> on tärkeä rooli. Jotta kehitystyötä voitaisiin tarkoituksenmukaisesti koordinoita, toimenpide-ehdotuksiin on liitetty myös ehdotukset ensisijaisiksi kehittäjätahoiksi.

### 1.6.1 Eurooppalaisen toiminnan ja kokemusten hyödyntämismahdollisuudet Suomessa

#### **Kysymys 2A.**

**Miten ja missä määrin eurooppalaista teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa voitaisiin paremmin hyödyntää Suomessa?**

Euroopassa on viime vuosina toteutettu useita mielenkiintoisia kansallisen tason ennakoitihankkeita. Tietoa niistä on saatavissa Internet-verkkosivujen kautta ja myös ra-

---

<sup>2</sup> Julkisella sektorilla teknologian ennakoinnilla ja arvioinnilla on merkitystä esim. Valtion tiede- ja teknologianeuvostolle, eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle, OPM:lle ja muille ministeriöille. Teollisuudessa puolestaan yritykset ja toimialaliitot hyödyntävät teknologian ennakointi- ja arviointitietoa ja osallistuvat myös sen tuottamiseen. Aihepiirillä on kiinnostavuutta myös erilaisten ammatillisten järjestöjen kannalta (esim. TEK).

porttimuodossa. Hankkeiden ensisijaisena tavoitteena on palvella toteuttajamaan omia kansalaisia ja avaintoimijoita, mistä syystä valtaosa materiaalista tuotetaan kunkin maan omalla kielellä. Kansainväliselle foorumille suunnattuja englanninkielisiä projektikuvauksia, yhteenvetoja ja rinnakkaisraportteja on saatavilla vaihtelevassa määrin. Kansallisen tason ennakkoinneissa käsittelytaso on ollut verrattain yleinen ja niitä koskevissa raporteissa on pyritty yleistajuiseen esitykseen. Tämä helpottaa tiedon omaksumista, mutta johtopäätökset voivat jäädä varsin triviaalille tasolle.

Euroopassa on myös runsaasti tutkimusorganisaatioita, jotka tuottavat varteenotettavaa kapea-alaisempaa teknologian ennakointi- ja arviointitietoa. Tuotetun tiedon systemaattinen seuraaminen on kuitenkin verrattain työlästä ilman selkeää fokusalueenmukaista työnjakoa. Yksityiskohtaisemman teknologiatiedon sujuva ymmärtäminen ja hyödyntäminen edellyttää riittäviä pohjatietoja tarkastelun kohteena olevilla aihealueilla. Luotettavimpien tietolähteiden ja kiinnostavimpien tietojen seulominen heterogeenisestä organisaatiojoukosta ei myöskään onnistu ilman käytännön kokemusta ja hyvää asiantuntijaverkostoa kyseessä olevalla teknologia-alueella. Kiinnostava tieto tulisi myös osata ohjata niille tahoille, jotka voivat sitä hyödyntää.

Vaikka kaikki saatavilla oleva tieto ei ole sellaisenaan sovellettavissa Suomen olosuhteisiin, Euroopan eri maissa toteutetut teknologian ennakointi- ja arviointihankkeet voivat tarjota arvokasta lähtömateriaalia relevantin tulevaisuussuuntautuneen teknologiatiedon tuottamiseksi. Tutustuminen muualla tuotettuun tulevaisuussuuntautuneeseen teknologiatietoon on tärkeää mm. seuraavista syistä:

- Tiedetään, mitä muualla ajatellaan, ja keskustellaan teknologian kehityksestä. Tämä kehitys vaikuttaa eurooppalaisiin R&D-painotuksiin ja tätä kautta myös suomalaisten toimijoiden reunaehtoihin.
- Saadaan vertailupohjaa Suomessa tuotetulle ennakointi- ja arviointitiedolle.
- Vältetään turhalta päällekkäiseltä työltä niiltä osin, kuin voidaan hyödyntää muualla tuotettua materiaalia.
- Osataan identifioida ne osa-alueet, joista teknologian ennakointi- ja arviointitietoa ei ole saatavissa. Tästä on hyötyä omien ennakointi- ja arviointiprosessien määrittelyssä: osataan valita asianmukaiset tarkastelutasot, osataan paremmin arvioida erilaisten prosessien kustannus-hyötysuhteita ja osallistujatahojen potentiaalista kontribuutiota (esim. julkishallinnon, yritysten ja järjestöjen edustajien panos).
- Voidaan hyödyntää muualla toteutettujen ennakointahankkeiden prosessiarviointeja ja oppia näin myös niistä virheistä ja vähemmän onnistuneista ratkaisuista, joita muualla on tehty.

Jotta muualla Euroopassa tuotettu teknologian ennakointi- ja arviointitieto palvelisi suomalaisia avaintoimijoita, sen tulee olla saatavilla tarvittaessa ja sitä tulee voida hyödyntää kohtuullisella työllä. Tämä edellyttää hyvin koordinoitua tiedonseurantajärjestelmää sekä tarkoituksenmukaista verkostoitumista eurooppalaisten asiantuntijoiden kanssa. Jonkinasteinen esikäsittely (luokittelu/yhteenveto/jatkojalostus/kääntäminen ymmärrettävälle kielelle) olisi myös eduksi hyödyntämiselle. Tutkimuksen kuluessa syntyneen näkemyksen mukaan kehitystyössä tulisi siksi ryhtyä ainakin seuraaviin toimenpiteisiin:

### **Toimenpide-ehdotuksia:**

- Kansallisia ennakoiteja koskevaa tietoa kerätään systemaattisesti ja jatkuvaluonteisesti, hyödyntäen samalla kansainvälisiä yhteistyömahdollisuuksia pohjoismaisella ja EU-tasolla. Saatavilla olevasta ennakoititiedosta tiedotetaan aktiivisesti avaintoimijoille ja laajemmalle yleisölle. Koska Internet-sivuilla oleva tieto ei ole pysyvää, tarvitaan verkkosivulinkkien lisäksi myös 'ennakoititietokirjasto', mistä ennakointiraportit tai niiden paperikopiot ovat tarvittaessa lainattavissa. Ehdotus toimijaksi: KTM<sup>3</sup>, VTT Teknologian tutkimus.
- Seurataan kerätyn ennakoititiedon käyttöä ja edistetään materiaalin pohjalta käytävää keskustelua. Identifioidaan mm. suomalaisia asiantuntijoita, jotka tuntevat hyvin eri Euroopan maiden kansallisia ennakoiteja. Näin heidän tietouttaan voidaan paremmin hyödyntää Suomessa toteutettavissa ennakoinneissa ja strategiatyössä. Ehdotus toimijaksi: KTM:n teknologiaosasto, tukenaan 'ennakoitiasiantuntijoiden ydinryhmä'.
- Rakennetaan asiantuntija- ja yhteistyöverkosto, joka seuraa ja kokoaa systemaattisesti Euroopassa eri teknologia-aloilla tuotettua yksityiskohtaisempaa teknologian ennakointi- ja arviointitietoa, 'technology roadmapping' -työ mukaan lukien. Ehdotus toimijaksi: VTT Teknologian tutkimus.
- Kerättyä tietoa esikäsitellään ja jatkojalostetaan suomalaisia toimijoita palvelevaan muotoon. Näin luodaan samalla puitteet teollisuuden strategiatyöhön ja tutkimusohjelmien rakentamiseen liittyvälle systemaattiselle 'Technology Road Mapping' -työlle. Ehdotus toimijaksi: Tekes, VTT Teknologian tutkimus ja VTT:n tutkimusyksiköt, mahd. myös muita.
- Eurooppalaisen parlamentaarisen teknologian arvioinnin seuraaminen EPTA-verkoston puitteissa ja tiedon eteen päin välittäminen suomalaisille toimijoille. Ehdotus toimijaksi: Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta, apunaan ainakin SITRA ja VTT Teknologian tutkimus.
- Ollaan aktiivisesti mukana ESTO-verkoston puitteissa toteutettavassa eurooppalaisten ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kartoitustyössä ja levitetään tätä kautta syntyvää tietoutta suomalaisille toimijoille. Ehdotus toimijaksi: VTT Teknologian tutkimus.

---

<sup>3</sup>Mm. KTM:n teknologian ennakoinnin kehitys- ja koordinoitihankkeen puitteissa käydyissä ennakoitiasiantuntijoiden välisissä keskusteluissa on tuotu esille nämä tarpeet, ja Internet-sivujen osalta kehitystyötä on KTM:n toimesta jo käynnistetty.

On kuitenkin huomattava, että vain osa teknologian ennakoinnin ja arvioinnin yhteydessä syntyvästä tiedosta siirtyy uusille hyödyntäjille dokumentoituna tietona. Hiljaista tietoa ja dokumentoimatonta eksplisiittistä tietoa voi kuitenkin siirtyä suomalaisten toimijoiden käyttöön, mikäli eurooppalaisissa ennakointiprosesseissa on mukana myös suomalaisia asiantuntijoita; prosessi voi vaikuttaa heidän näkemyksiinsä ja heidän toimintansa välityksellä myös ulkopuolisiin tahoihin.

## **Kysymys 2B**

### **Eurooppalaisten teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen soveltaminen Suomessa**

Tutkimuksen kuluessa syntyneiden näkemysten valossa voimme hyödyntää eurooppalaisista ennakointi- ja arviointikäytännöistä saatuja kokemuksia mm. seuraavilla osa-alueilla:

1. Toiminnan jatkuvuus sekä tiedon ja osaamisen kumuloituminen
2. Kriittisen teknologiakeskustelun tietoinen synnyttäminen ja tukeminen
3. Ennakointi- ja arviointiprosessien läpinäkyvyys
4. Uuden tiedon tuottamista edistävien menetelmällisten apuvälineiden käyttö
5. Riittävä resursointi.

### **Toimenpide-ehdotuksia:**

- Teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan koordinoinnissa ja resursoinnissa tavoitteeksi asetetaan osaamisen kumuloituminen tukemalla jatkuvaluontoista ennakointi- ja arviointityötä (ts. samantyyppisiä hankkeita toteutetaan toistuvasti niin, että ainakin osa osallistujatahoista säilyy samana). Prosesseilta edellytetään samalla myös läpinäkyvyyttä ja riittävää dokumentointia. Julkishallintovetoisten ennakointien lisäksi edistetään myös järjestö- ja teollisuusvetoista ennakointitoimintaa. Ehdotus toimijaksi: KTM:n teknologiaosasto, Tekes ja teollisuusliitot koordinoijiksi.
- Kaikkiin merkittäviin ennakoitihankkeisiin sisällytetään systemaattista teknologian arviointia integroituna osana. Teknologian kehitystä ennakoitaessa arvioidaan sekä positiivisia vaikutuksia että teknologian mukanaan tuomia uhkia ja riskejä. Huomiota kiinnitetään paitsi uusien ratkaisujen tekniseen toteutettavuuteen ja taloudelliseen potentiaaliin, myös niiden hyväksyttävyyteen yhteiskunnan/kansalaisen/käyttäjän/kuluttajan näkökulmasta. Edistetään myös toteutettujen ennakointi- ja arviointihankkeiden pohjalta käytävää kriittistä keskustelua levittämällä tuotettua tietoa potentiaalisille hyödyntäjille. Ehdotus toimijaksi: Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta, VTT Teknologian tutkimus, teknologian arviointia harjoittavat korkeakoulu-ryhmät.
- Menetelmällistä osaamista lisätään ennakointi- ja arviointityössä. Mahdollisia tapoja ovat mm.
  - a) ammatillisen koulutuksen tukeminen/kannustaminen (kv. tiiviskurssit, Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia kurssit, muu korkeakouluopetus),
  - b) menetelmäosaajien rekrytointi teknologian ennakointi- ja arviointityötä tekeviin organisaatioihin huomioiden samalla myös käytännön valmiuksia koskevat tarpeet,
  - c) tuetaan menetelmä- ja substanssiosaajien yhteistyötä organisaatioiden sisällä ja niiden välillä.Ehdotus toimijaksi: Menetelmäosaamista kehittävät korkeakoulut, teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa harjoittavat organisaatiot.

## **1.6.2 Suomalainen kehitystyö osana EU:n puitteissa tapahtuvaa kehitystyötä**

### **Kysymys 3A.**

#### **Suomalaisten käytäntöjen kehityshaasteet EU:n näkökulmasta**

Euroopan Unionin jäsenmaana Suomi on sitoutunut tavoittelemaan EU:n yhteisiä päämääriä. Tällaisia päämääriä ovat mm. turvallinen ympäristö ja kestävä kehitys laajasti ymmärrettynä (kattaen taloudellisen, ekologisen ja yhteiskunnallisen näkökulman). Yhteisesti sovittujen päämäärien saavuttamista pyritään edistämään kehittämällä käytäntöjä, jotka tuottavat päätöksentekijöille perusteltua tietoa mm. teknologian tulevasta kehityksestä ja vaikutuksista. Teknologian ennakoinnin ja arvioinnin EU-tasolla saama

painoarvo onkin ymmärrettävissä tästä näkökulmasta. Suomeen kohdistuu tässä mielessä erityisiä odotuksia: Suomi on todettu useilla mittareilla mitattuna teknologiakehityksen kärkimaaksi ja siihen viitataan usein länsimaisen yhteiskunnan 'tietoyhteiskuntalaboratoriona'. Siltä odotetaan siksi myös vakavaa ja vastuullista suhtautumista teknologiaa koskeviin valintoihin. Nämä valinnat edellyttävät pohjakeseen korkeatasoista tulevaisuussuuntautunutta teknologiatietoa, jota voidaan tuottaa hyvin organisoidun teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan puitteissa.

EU:n jäsenmaita on kannustettu Foresight-toimintansa kehittämiseen. Erityisesti on korostettu tarvelähtöistä lähestymistapaa. Ilman merkittäviä toimia alan kehittämiseksi suomalaisten nykykäytäntöjen ongelmaiseksi voi muodostua uskottavuuden puute, minkä voidaan ajan oloon olettaa heijastuvan myös suomalaisten näkemysten välittymiseen EU-päätöksiin.

#### **Toimenpide-ehdotuksia:**

- Edistetään edellä esitettyihin haasteisiin vastaavaa teknologian arviointitoimintaa ja toteutetaan merkittäviä kansallisen tason ennakoiteja EU-tarpeet huomioon ottaen. Hankkeista tiedotetaan säännönmukaisesti myös englannin kielellä. Tarvelähtöistä teknologiaennakointia vahvistetaan, perustana vahva kotimainen teknologia-asiantuntemus. Ehdotus toimijaksi: KTM:n teknologiaosasto ja Tekes.
- Teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnassa kiinnitetään erityistä huomiota monipuoliseen, kriittiseen tarkasteluun ja prosessien läpinäkyvyyteen. Samalla edistetään toimia, joilla voidaan kohottaa alan kotimaisen työn laatua ja uskottavuutta. Ehdotus toimijaksi: Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta ja KTM.
- Edistetään yhteisten oppimisfoorumien rakentamista pohjoismaisella ja EU-tasolla. Tämä mahdollistaa myös muiden maiden kokemusten tehokkaamman hyödyntämisen. Ehdotus toimijaksi: KTM, Tekes, Suomen Akatemia.

### **Kysymys 3B.**

#### **EU:n puitteissa kehitettävä ennakointityö Suomen näkökulmasta**

Euroopan komissioon on hiljattain perustettu erityinen ennakointiyksikkö (DG Research/Foresight Unit), jonka tehtävänä on eurooppalaisen tutkimuksen kehittämistä palvelevan tulevaisuussuuntautuneen tiedon tuottaminen. Tämän yksikön lisäksi Euroopan Unionin tutkimuslaitokset (Joint Research Centres) ovat tärkeä osa sitä infrastruktuuria, jonka puitteissa EU-päättäjille tuotetaan heidän tarvitsemaansa teknologiatietoa. Tulevaisuussuuntautuneen teknologiatiedon tuottaminen on määritelty erityisesti IPTS:n (Institute for Prospective Technology Studies<sup>4</sup>) tehtäväksi. Yhtenä haasteellisena tehtävänä IPTS:llä on ollut EU-tason Foresight-hankkeiden toteuttaminen. Ensimmäinen tällainen Futures-hanke toteutettiin v. 1998–1999 ja sen tulokset raportointiin loppukonferenssissa Brysselissä helmikuussa 2000. Paneelityöskentelyn lisäksi lähtötietoina käytettiin eri maissa toteutettujen ennakointihankkeiden tuloksia. Uusi Futures-hanke (Futures EU25+) on hiljattain käynnistynyt ja sen tueksi on suunniteltu valittuihin ongelma- ja teknologia-alueisiin fokusoitua systemaattista 'Science and Technology Roadmapping' -työtä yhteistyössä eurooppalaisista tutkimusorganisaatioista koostuvan ESTO-verkoston kanssa (European Science and Technology Observatory; ks. <http://esto.jrc.es>).

IPTS on tuottanut päätöksentekijöitä tukevaa teknologiatietoa ESTO-verkoston avulla vuodesta 1997. Myös Suomi on ollut aktiivisesti mukana tässä toiminnassa sen alkumetreiltä lähtien. Suomalaisena jäsenorganisaationa on ollut VTT Teknologian tutkimus, jolle on kertynyt jo varsin pitkäaikainen kokemus tämän verkostotoiminnan potentiaalista ja haasteista. Tutkimuksessa on pyritty hyödyntämään tätä kokemusta ko. toiminnan kehityspotentiaalın arvioimiseksi EU-tasolla ja Suomen näkökulmasta.

Yleisvaikutelmana on, että Suomella on sekä saatavaa että annettavaa ESTO-verkoston toiminnassa. ESTO:lla on myös potentiaalia korkealaatuisen asiantuntijatiedon tuottamiseen. Tämä edellyttää kuitenkin toimintaedellytysten parantamista niin kansallisella kuin EU-tasollakin. Seuraavassa esitetään muutamia toimenpide-ehdotuksia, joihin suomalaiset avaintoimijat voivat vaikuttaa ja joita voi pitää toivottavina myös EU:n kehityksen kannalta.

---

<sup>4</sup> IPTS on yksi EU:n seitsemästä JRC-instituutista, maantieteellinen sijainti Sevillassa.

### **Toimenpide-ehdotuksia:**

- Suomalaisen asiantuntijoiden osallistumista EU:n teknologiaennakointeihin ja teknologia-arviointeihin tuetaan. Esimerkiksi ESTO-verkoston puitteissa hiljattain käynnistetyn 'Science and Technology Road Mapping' -toiminnan kautta voidaan osaltaan vaikuttaa mm. EU:n tulevien puiteohjelmien sisältöön. Kyseisen aktiviteetin kehittämistyöhön, samoin kuin aihepiirikohtaisiin teknologian ennakointi- ja arviointihankkeisiin tulisi siksi saada mukaan päteviä suomalaisia asiantuntijoita. Heitä tulisi myös kannustaa levittämään prosessissa syntyvää teknologiatietoutta potentiaalisille hyödyntäjätahoille Suomessa. Ehdotus toimijaksi: VTT Teknologian tutkimus ja VTT:n tutkimusyksiköt.
- Suomalaisia asiantuntijoita kannustetaan osallistumaan myös EU-tutkimusohjelmien puitteissa toteutettavaan teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaan sekä aihepiirin EU-toimeksiantoihin. Parhaiten tämä onnistuu, mikäli heillä on kokemusta korkealuokkaisista kansallisen tason ennakoinneista ja mahdollisuus hyödyntää näin syntyviä synergioita myös kansainvälisellä kentällä. Yhteistyö muiden pohjoismaiden kanssa voi olla perusteltua kriittisen massan kehittämiseksi tärkeiksi koetuilla fokusalueilla. Ehdotus toimijaksi: VTT, Tekes, Suomen Akatemia.

Kilpailukykyä varmistamiseksi Suomen teknologiapolitiikka ja koko innovaatiojärjestelmä tarvitsee korkealaatuista ja puolueetonta tietoa teknologia tulevasta kehityksestä, sen vaikutuksista ja kehitysedellytyksistä. Osa tästä tiedosta voidaan hyödyntää suoraan päätöksenteon tukena. Tärkeä rooli on myös yhteisten tulevaisuussuuntautuneen viitekehysten luomisella: yhteisen vision avulla voidaan voimavarat suunnata tarkoituksenmukaisesti, vaikka joistain yksityiskohdista oltaisiin eri mieltä. Jotta korkealaatuista teknologiatietoa pystyttäisiin näihin tarkoituksiin tuottamaan, on kehitettävä vaativaan työhön kannustavat puitteet teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnalle. Riittävä infrastruktuuri on edellytyksenä relevantin tiedon tuottamiselle akuutteihin tarpeisiin. Raportissa esitetyillä konkreettisilla toimenpiteillä voidaan vaikuttaa siihen, että suomalaiset teknologian ennakointi- ja arviointikäytännöt vastaavat huomispäivän tarpeita.

## **1.7 Raportin rakenne ja sisältö**

Tutkimuksen yhteenveto ja johtopäätökset esitetään raportin alussa luvussa 1, johon on koottu myös tutkimuksen pohjalta laaditut toimenpide-ehdotukset. Luvussa 2 määritellään tutkimuksen keskeiset tavoitteet ja käsitteet sekä tarkastellaan lähemmin tutkimusprosessia, jonka pohjalta edellä esitettyihin johtopäätöksiin on päädytty. Lisäksi esitellään tutkimuksen teoreettinen viitekehys ja menetelmällinen lähestymistapa, joiden avulla kehityshaasteita on pyritty jäsentämään ja havainnollistamaan. Luvussa 3 käydään lyhyesti läpi aiemmin raportoitujen selvitysten pohjalta esiin nousevat keskeisim-



mät suomalaiset teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehityshaasteet. Samassa luvussa esitetään myös lyhyt yhteenveto eurooppalaisesta teknologian ennakointi- ja arviointityöstä käytettävissä olleen aineiston pohjalta. Lisäksi pohditaan teknologian ennakointiin vaikuttavien institutionaalisten ja kulttuuristen taustatekijöiden merkitystä. Luvun lopussa esitetään yhteenveto hahmottuneesta kokonaiskuvasta.

Kehitystyön keskeisiä haasteita tarkastellaan raportissa myös vertailevan tapaustutkimuksen avulla. Kansallisen tason esimerkkihankkeita tarkastellaan luvuissa 4 ja 5. Luvussa 6 esitetyt esimerkit liittyvät puolestaan instituutiotason teknologiaennakointeihin. Kaikissa näissä luvuissa suomalaisia käytäntöjä verrataan muualla toteutettuihin, nostaten esiin kunkin ennakointihankkeen onnistuneita ja vähemmän onnistuneita elementtejä. Luvussa 7 kootaan yhteen tutkimuksen kuluessa hahmottuneet tärkeimmät kehittämisalueet ja -haasteet.

## 2. Tutkimuksen toteutus

### 2.1 Raportin tausta ja tavoitteet

Teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaan on viime aikoina kiinnitetty erityistä huomiota sekä kansallisilla että kansainvälisillä foorumeilla. Syynä tähän on toisaalta nopea teknologinen kehitys ja sen mukanaan tuomat mahdollisuudet ja uhat, toisaalta huoli siitä, että nykyiset teknologian ennakointi- ja arviointikäytännöt eivät riittävän tehokkaasti palvele teknologiapoliittista päätöksentekoa ja elinkeinoelämän strategia-prosesseja. Euroopan yhdentymisen on toisaalta lisännyt tarvetta vertailla ja yhteensovittaa erilaisia kansallisia käytäntöjä.

Havaittuun tarpeeseen on vastattu mm. erilaisilla selvitystöillä. Eurooppalaisten tutkimuslaitosten muodostama ESTO-verkosto (European Science and Technology Observatory) käynnisti keväällä 2000 laajamittaisen kartoitustyön, jossa kerättiin tietoa eri maiden teknologian ennakointi- ja arviointikäytännöistä. Kolmen rinnakkaisen kartoitushankkeen (Monitorin European Foresight/Technology Assessment/Technology Forecasting Activities) loppuraportit esiteltiin Brysselissä pidetyssä seminaarissa toukokuussa 2001 (Barré & Greaves, 2001; Rader, 2001; Holtmannspötter et al., 2001). Myös Suomessa teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittämisen- ja koordinoitintarpeisiin on kiinnitetty erityistä huomiota. Kauppa- ja teollisuusministeriön professori Ahti Salolta tilaama selvitystyö "Arvio teknologian ennakoinnin kehittämistarpeista" (Salo, 2001a) julkistettiin helmikuussa 2001, Sitran Rand Europelta tilaama selvitys "Kokemuksia kansallisista teknologiaennakoinneista" (Hjelt et al., 2001) toukokuussa 2001.

Raportissa hyödynnetään mm. edellä mainittujen teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä koskevien kartoitus- ja selvitystöiden yhteydessä tuotettua tietoa. Kauppa- ja teollisuusministeriön tilaama selvitysraportti (ja sen yhteydessä toteutettu aivoriihi- ja haastattelutyö) on auttanut ymmärtämään niitä kansallisia puitteita, joissa suomalaisia teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä kehitetään. Selvitysraportin toimenpideehdotukset luovat myös suuntaviivoja tulevalle kehitykselle. Osallistuminen ESTO:n kartoitustyöhön on tarjonnut tilaisuuden vertailla suomalaisia teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä muiden EU-maiden käytäntöihin. Sitran Rand Europelta tilaamassa tutkimuksessa on puolestaan tarkasteltu myös Euroopan ulkopuolella toteutettuja kansallisia teknologiaennakointeja. Raportti tarjoaa siis mahdollisuuden suhteuttaa eurooppalaisista käytännöistä muodostunutta kuvaa osittain myös muiden maiden käytäntöihin. Sekä ESTO-kartoituksessa että Sitran tilaamassa raportissa on lisäksi kehitetty teknolo-

gian ennakoitien luokitteluun soveltuvia typologioita, joita hyödynnetään myös tässä raportissa.<sup>5</sup> Kyseiset selvitystyöt eivät kuitenkaan vielä sinänsä luo riittävää pohjaa taroituksenmukaiselle kehitystyölle. Tarvitaan myös jäsenneityä tietoa erilaisten menetelmien ja käytäntöjen kontribuutiosta teknologian ennakointi- ja arviointityössä. Tämä raportti pyrkii osaltaan vastaamaan tähän haasteeseen.

Raportissa tarkastellaan suomalaisten avaintoimijoiden (KTM, Tekes, VTT) kannalta keskeisiä teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä eurooppalaisen kokemuksen valossa sekä esitetään ehdotuksia tulevaisuuden toimintamalleiksi. Pyrkimyksenä ei ole asettaa eurooppalaisia käytäntöjä 'paremmuusjärjestykseen', vaan lisätä suomalaisten toimijoiden ymmärrystä ja valmiuksia konkreettiseen kehitystyöhön. Erityisesti tutkimuksessa on etsitty vastauksia kohdassa 1.2 esitettyihin konkreettisiin kysymyksiin. Raportin painopiste on teknologian ennakoitikäytäntöjen tarkastelussa. Teknologian arviointityötä tarkastellaan siinä laajuudessa kuin on nähty tarkoituksenmukaiseksi ennakoitikäytäntöjen kehittämisen kannalta.

## 2.2 Käytettävät käsitteet

Ennakointi- ja arviointitoimintaa kuvaava terminologia on varsin kirjavaa ja vakiintumatonta. Eri maiden ja organisaatioiden käytäntöjen vertailu ei näin ollen ole aivan suoraivaista. Ei myöskään ole aina selvää, mitkä kaikki aktiviteetit luetaan teknologian ennakoinnin piiriin. Käsitteiden määrittely on siksi paikallaan. Raportissa käytetty terminologia ja tutkimuksen painopistealueet ilmenevät taulukosta 3.

**Ennakoinnilla** tarkoitetaan yleiskielessä varautumista tulevaan. Tässä raportissa tarkastellaan erityisesti sellaista ennakointia, johon sisältyvä tulevaisuuskuva pyritään perusteluineen välittämään myös muille toimijoille. **Teknologian ennakointi** ymmärretään tällöin nimen omaan teknologian kehitysnäkymien ja -haasteiden tulevaisuussuuntautuneeksi tarkasteluksi. Kyseessä voi olla jo käytössä olevien teknologioiden tulevan kehityksen tarkastelu tai vasta muotoutumassa olevien uusien teknologioiden systemaattinen haarukointi ja kehitysmahdollisuuksien hahmottaminen (esim. heikkoja signaaleja monitoroimalla ja tulkitsemalla sekä eri tieteenalojen kehitysnäkymiä kombinoimalla). Englanninkielisessä kirjallisuudessa tämänlaatuisesta toiminnasta käytetään yleisesti termejä 'technology foresight', 'technology forecasting', 'technology monitoring' tai 'monitoring early signals of new technologies', lähestymistavasta ja kirjoitusajankohdasta riippuen. Myös painotukset saattavat vaihdella: teknologian kehitystä voidaan tarkas-

---

<sup>5</sup> Selvityshankkeiden välinen tiedonvaihto oli osittain vuorovaikutteista, joten tiedon, ideoiden ja tulkin-  
tojen alkulähde ei aina ole yksikäsitteisesti määriteltävissä.

tella teknologiaalähtöisesti, tarvelähtöisesti tai kombinoimalla molemmat lähestymistavat.

**Teknologian arvioinnilla** ymmärretään puolestaan teknologian välittömien ja välillisten vaikutusten tulevaisuussuuntautunutta tarkastelua. Arvioinnin kohteena ovat yleisimmin uuden teknologian käyttöönoton taloudelliset, sosiaaliset, ympäristö- ja terveysvaikutukset. Myös lainsäädännölliset ja eettiset kysymykset ovat keskeisiä. Teknologian arviointiin – samoin kuin teknologian ennakointiin – liittyy usein kiinteästi myös toimenpidesuosituksen laatiminen tuotetun ennakointi- ja arviointitiedon pohjalta. Toimenpidesuositukset eivät kuitenkaan sinänsä sisälly käsitteisiin 'teknologian ennakointi' ja 'teknologian arviointi'. Toimenpidesuositukseen liittyviin käytäntöihin on kuitenkin syytä kiinnittää huomiota, kun tarkastella päätöksentekoa tukevan tiedon tuottamista.

*Taulukko 3. Raportissa käytetty terminologia ja tutkimuksen kohdentuminen.*

<i>Raportissa käytetyt termit</i>	<i>Selitys</i>
<b>Teknologia</b>	1) Eri käyttötarkoituksia palvelevat tuotteet ja palvelut 2) Tuotteiden ja palvelujen aikaansaamiseksi tarvittavat prosessit
<b>Ennakointi</b>	Tulevaisuuskuvien ja -näkemysten tuottamista muille toimijoille välitettävissä olevassa muodossa
<b>Teknologian ennakointi</b>	Teknologian kehitysnäkymien ja -haasteiden tulevaisuussuuntautunut tarkastelu
<b>Teknologian arviointi</b>	Teknologian välillisten ja välittömien vaikutusten tulevaisuussuuntautunut tarkastelu.

*Raportin fokusalue*

Teknologian kehityksen ennakoinnissa ja sen vaikutusten arvioinnissa on luonnollisesti kiinnitettävä huomiota myös toimintaympäristön tulevaan kehitykseen. Toimintaympäristön kehityksen ennakointi (markkinoiden, kansantalouden, demografisten ja yhteiskunnallisten kehitystrendien ym. ennakointi) voi olla keskeisellä sijalla laaja-alaisissa ennakointihankkeissa (kansalliset foresight-hankkeet, yritysskenaariot ym.). Toimintaympäristön kehityksen ennakointi ja arviointi ei kuitenkaan sinänsä ole 'teknologian ennakointia' tai 'teknologian arviointia' raportin tarkoittamassa mielessä. Käsite **tekno-**

*logia* ymmärretään kuitenkin laajasti: se kattaa paitsi eri käyttötarkoituksiin kehitetyt tuotteet ja palvelut myös näiden aikaansaamiseksi tarvittavat prosessit.

## 2.3 Työprosessi ja aineisto

Raportin pohjana oleva tutkimusprosessi on käsittänyt pääpiirteissään seuraavat työvaiheet:

1. Tiedon keruu eurooppalaisista teknologia ennakointi- ja arviointikäytännöistä (Suomen käytännöt mukaan lukien)
2. Tiedon keruu suomalaisista kehitystarpeista
3. Suomalaisten ja muiden eurooppalaisten käytäntöjen vertailu – yleistarkastelu
4. Syventävien tarkastelukohteiden valinta, esimerkkihankkeita koskevan syventävän tiedon keruu, hankkeiden kuvaus ja vertailu
5. Tulosten analysointi, johtopäätösten vetäminen ja toimenpide-ehdotusten laatiminen.

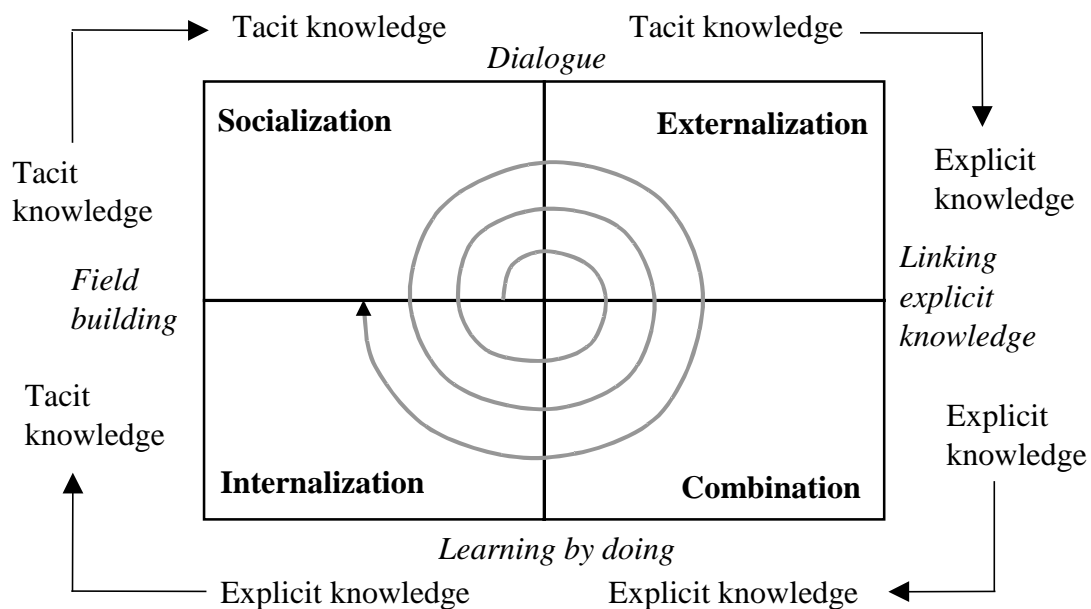
Työvaiheet etenivät osittain rinnakkain. Pälletkällisen työn välttämiseksi tutkimusprosessin tiedonkeruuvaihe integroitiin käynnissä olleisiin teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen selvitys- ja kartoitusprosesseihin. Näin muodostunut tutkimusaineisto koostuu seuraavista osista:

- ESTO-verkoston v. 2000–2001 keräämä tieto kansallisista foresight-hankkeista
- ESTO-verkoston v. 2000–2001 keräämä tieto eurooppalaisten organisaatioiden harjoittamasta TA-toiminnasta
- ESTO-verkoston v. 2000–2001 keräämä tieto uusien teknologioiden ennakoitua harjoittavista organisaatioista
- Esimerkkihankkeita koskeva syventävä aineisto
- KTM:n ennakointiselvitystyön ja -kehityshankkeen yhteydessä v. 2000–2002 kerätty aineisto
- VTT:n tutkimusyksiköistä ja strategisista teknologiateemoista v. 2001 kerätty aineisto.

Aineistoa ovat kartuttaneet myös edellä mainittuihin kartoitus- ja selvitystöihin liittyneet työpajat, kokoukset ja seminaarit sekä eurooppalaiseen teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaan liittyneet konferenssit. Lisäksi on käyty keskusteluja suomalaisten ja muiden eurooppalaisten alan asiantuntijoiden kanssa mm. KTM:n teknologian ennakoinnin kehitys- ja koordinoitihankkeeseen ja ESTO-verkoston johtoryhmätyöskentelyyn liittyen. ESTO-hankkeiden ja suomalaisten selvitystöiden loppuraportteja (Barré & Greaves, 2001; Rader, 2001; Holtmannspötter et al., 2001; Salo, 2001a; Hjelt et al., 2002) on hyödynnetty erityisesti kokonaiskuvan hahmottamisessa. Raportin kirjoittajat ovat osallistuneet kaikkien edelläkuvattujen aineistojen kokoamiseen. Tarkempi kuvaus tutkimuksessa hyödynnetystä aineistosta on esitetty liitteessä A.

## 2.4 Tarkastelussa käytetty teoreettinen viitekehys

Teknologian ennakointia ja arviointia on tarkasteltu nyt raportoitavassa tutkimuksessa tietämyksen hallinnan (knowledge management) näkökulmasta. Teoreettisena viitekehysenä on käytetty uuden tiedon ja osaamisen syntymistä kuvaavaa dynaamista vuorovaikutusmallia (nk. SECI-malli; Nonaka, 1994; Nonaka & Takeuchi, 1995). Mallia on hyödynnetty mm. organisaatio- ja innovaatiotutkimuksessa (Nonaka et al., 1994, 2000; Kulkki, 1996; Eerola, 1997; Smeds, 1997; Tuomi, 1999), mutta sitä voidaan perustellusti soveltaa myös teknologian ennakoinnin problematiikan tarkasteluun (ks. Eerola, 1996). Kuvassa 2 on esitetty mallin olennainen sisältö.



Kuva 2. Tulevaisuutta koskevan näkemystiedon tuottamisprosessi (Nonaka, 1994; Nonaka & Takeuchi, 1995).

Mallin mukaan teknologian tulevaa kehitystä koskeva tieto (knowledge) syntyy dynaamisen vuorovaikutusprosessin tuloksena. Vuorovaikutusprosessissa käsitellään ja tuotetaan paitsi nk. faktatietoa myös tulevaisuutta koskevia uskomuksia ja näkemyksiä. Luotettavan tiedon tavoittelussa hyvin perustelluilla näkemyksillä ja uskomuksilla on oleellinen sija. Usein kuitenkin vain pieni osa kiinnostavasta tiedosta osataan suoralta kädeltä ilmaista sanoin, kuvin ja numeroin ja parhaatkin asiantuntijat saattavat joutua tilanteisiin, jossa tuntevat tietävänsä enemmän kuin osaavat kertoa. Relevanttia 'hiljaista tietoa' (*tacit knowledge*; ks. Polanyi, 1966) voidaan kuitenkin eri keinoin purkaa eksplisiittiseen muotoon ainakin osittain (*externalization*). Merkitykselliseksi ja kiinnostaviksi julkilausuttu tieto muodostuu kuitenkin vasta silloin, kun se osataan sopivasti yhdistellä muuhun saatavilla olevaan tietoon (*combination*). Tieto syventyy edelleen tilannekohtaisen tulkinnan ja toiminnan kautta (*internalization*). Tällöin syntyy myös uutta hiljaista tietoa, joka leviää ja muuttuu muotoaan erilaisilla toimintafoorumeilla (*socialization*). Näin syntynyttä uutta hiljaista tietoa voidaan taas purkaa auki ja yhdistellä eri tavoin muuhun eksplisiittiseen tietoon, jne.

Hyödyllisen teknologian ennakointitiedon tuottaminen saattaa edellyttää useita peräkkäisiä kierroksia SECI-mallin spiraalikehällä. Hiljaisen tiedon purkamista eksplisiittiseksi tiedoksi voidaan helpottaa osittain formalisoitujen menettelytapojen avulla. Tarkoitukseen soveltuvia menetelmiä ja käytäntöjä ovat mm. asiantuntijahaastattelut, delphi-kyselyt, aivoriihet ja eri tavoin organisoidut työpajat. Formaaleja menetelmiä voidaan hyödyntää myös tiedon yhdistämisessä kiinnostaviksi ja merkityksellisiksi sanomiksi. Ennakointiraporttien tuottaminen on tärkeä osa tätä tiedon yhdistelyä. Kiinnostavia apuvälineitä ennakointi- ja arviointiprosessin kuluessa ovat esim. erilaiset teknologistat (avainteknologiat, kriittiset teknologiat, jne.) ja päätöspuut, patentti- ja julkaisuanalyysit ja -yhteenvedot, teknologiakartat, skenaariot, relevanssipuut, elinkaarianalyysit, SWOT<sup>6</sup>-analyysit, riskianalyysit ja erilaiset laskennalliset menetelmät).

Teknologian ennakointiin osallistuvat henkilöt soveltavat tuotettua tietoa omissa työtehtävissään jo prosessin kuluessa. Relevantteja asiayhteyksiä ovat tässä mielessä erilaiset pilotointihankkeet, t&k-työ sekä poliittisen päätöksenteon ja eri organisaatioiden strategiatyön yhteydessä tehtävät priorisoinnit ja painotukset sekä voimavarojen kohdennusta koskeva päätöksenteko. Ennakointitietoutta välittyy osittain myös hiljaisena tietona erilaisilla foorumeilla (työryhmät, paneelit, projektiryhmät, johtoryhmät, tutkijaverkostot, kansalaisfoorumit, jne.).

---

<sup>6</sup> SWOT-analyysissä tarkastellaan systemaattisesti esim. teknologian, innovaatiojärjestelmän, t&k-yhteisön tai toimintatavan vahvuuksia (Strengths), heikkouksia (Weaknesses), mahdollisuuksia (Opportunities) ja uhkia (Treaths).

Malli korostaa hiljaisen tiedon ja tiedon kumuloitumisen merkitystä. Se auttaa myös ymmärtämään teknologian ennakointi- ja arviointiprosessien dynamiikkaa, missä sekä sosiaalisella vuorovaikutuksella että menetelmällisillä ratkaisuilla on keskeinen sija.

## **2.5 Vertaileva case-tutkimus havainnollistamisvälineenä**

Tutkimuksessa on hahmotettu suomalaisen teknologian ennakkoinnin ja arvioinnin keskeisiä haasteita eurooppalaisen kokemuksen valossa. Kokonaiskuvaa hahmotetaan raportissa ensin yleisellä tasolla – vertailemalla suomalaisia käytäntöjä muihin eurooppalaisiin teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöihin. Näin muodostunutta kuvaa pyritään syventämään tarkastelemalla muutamia suomalaisen kehitystyön kannalta kiinnostavia ennakointihankkeita yksityiskohtaisemmin tapaustutkimuksen keinoin.

Kansallisen tason ennakointikäytäntöjen osalta raportissa tarkastellaan kehitystyön lähtökohtana KTM:n ja Tekesin 1990-luvun lopulla toteuttamia ennakointihankkeita. Aineksia kehitystyöhön haetaan vertaamalla näitä hiljattain Ruotsissa ja Ranskassa toteutettuihin, erilaisia lähestymistapoja edustaviin kansallisen tason teknologiaennakointeihin. Instituutiotason kehitysmahdollisuuksia pohditaan tarkastelemalla rinnan VTT:n ja Tanskalaisen Risø National Laboratoryn strategisiin valintoihin ja teknologiateemoihin liittyvää 'Technology Roadmapping' -työtä. Luvuissa 4–6 esitettyjen esimerkkitarke- lujen tavoitteena on havainnollistaa kehitystyön keskeisiä kysymyksiä ja tuoda samalla lisää konkretiaa kehitystyön pohjaksi.



## **3. Teknologian ennakointi- ja arviointitoiminta viimeaikaisten selvitysten valossa**

### **3.1 Katsauksen luonne ja pohjamateriaali**

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan lähemmin teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa Suomessa ja muissa Euroopan maissa. Tarkastelun pohjamateriaalina ovat eri tahoilla tehdyt selvitykset teknologian ennakointiin ja arviointiin liittyvistä käytännöistä ja kokemuksista. Kansainvälisiä vertailuja on tutkimuksen kuluessa tehty mm. ESTO-verkoston vuonna 2000 käynnistyneen kartoitustyön sekä Sitran Rand Europelta tilaaman tutkimuksen yhteydessä (Barré & Greaves, 2001; Rader, 2001; Holtmannspötter et al., 2001; Hjelt et al., 2001). Erityisesti suomalainen teknologian ennakointitoiminta ja sen kehityshaasteet ovat puolestaan olleet tarkastelun kohteina kauppa ja teollisuusministeriön tilaamassa ennakointiselvitystyössä (Salo, 2001a). Myös ESTO-kartoituksessa Suomen ennakointi- ja arviointitoimintaa tarkasteltiin varsin monipuolisesti. Kansallisen tason ennakoitien osalta suomalainen ennakointitoiminta oli yksi syventävän tarkastelun kohteista (Eerola, 2001). Lisäksi kerättiin tietoja teknologian arviointitoiminnasta ja kapea-alaisemmasta teknologian ennakoinnista.

Kaikkia edellä mainittuja kartoitus- ja selvitystöitä hyödynnetään raportin kohdissa 3.2–3.4. Raportin kirjoittajat ovat osallistuneet myös edellä mainittujen selvitystöiden lähtötietojen keruuseen. Kirjoittajille on tämän myötä muodostunut myös kuva käytössä olevan aineiston luonteesta ja laadusta. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että kansallisen tason teknologiaennakoitien osalta pohjamateriaali on varsin kattavaa ja verraten hyvälaatuista. Teknologian arviointitoiminnan ja kapea-alaisemman teknologiaennakoinnin osalta päätelmiä joudutaan kuitenkin tekemään heterogeenisemmän aineiston pohjalta. Johtopäätökset ovat näiltä osin lähinnä suuntaa-antavia. Niillä on kuitenkin oma mielelkiintonsa käsiteltävän aihepiirin kannalta.

Eurooppalaisen kartoitustyön yhteydessä kävi ilmeiseksi, että eri maiden kulttuuriset tekijät määrittävät osittain myös kyseisten maiden teknologian ennakointi ja arviointikäytäntöjä. Kulttuurisia taustatekijöitä tarkastellaan lyhyesti kohdassa 4.5. Erityisesti pyritään poimimaan esille suomalaisen kehitystyön kannalta kiinnostavat tekijät. Tuke-  
na käytetään Euroopan komission tilaamaa selvitystyötä, jossa vertaillaan asiantuntijati-  
edon hyödyntämistapoja Euroopan eri maissa. Lopuksi hahmotetaan syntyneitä koko-  
naiskuvaa sekä esitetään perusteet case-tarkastelun yhteydessä tehdyille valinnoille.

## 3.2 Suomalaisen kehitystyön lähtökohdat

Teknologinen kehitys ja teollisuusrakenteen muutos on viime vuosikymmen aikana ollut Suomessa varsin nopeaa. Kehitys on kasvattanut Suomen kilpailukykyä kansainvälisillä markkinoilla. Suomalainen innovaatiojärjestelmä ja teknologiakehitys ovat myös saaneet viime vuosina kiitosta erilaisissa kansainvälisissä vertailuissa. Teknologiapoliittikkaa, samoin kuin innovaatiojärjestelmän toimintaa tukevia teknologian ennakointikäytäntöjä halutaan näin ollen kehittää oman kokemuksen ja hyviksi osoittautuneiden rakenteiden pohjalta. Kehitystyön kulmakivinä pidetään mm. Suomessa jo toteutunutta hyvää yhteistyötä tutkimuslaitosten ja teollisuuden välillä sekä hallituksen eduskunnalta saamaa velvoitetta tuottaa säännöllisesti laaja-alainen, yhteiskunnan eri osa-alueiden tulevaa kehitystä tarkasteleva tulevaisuusselonteko. Näitä käytäntöjä tukevia instituutioita ovat mm. Tekes teknologiaohjelmiseen sekä eduskunnan hiljattain vakinaistettu tulevaisuusvaliokunta, jonka vastuualueeseen kuuluu myös parlamentaarinen teknologian arviointi. Teknologian ennakoinnilla nähdään olevan kasvava rooli niin näillä kuin muillakin julkista ja yksityistä sektoria palvelevilla foorumeilla.

On kuitenkin nähtävissä, että nykyiset teknologian ennakointikäytännöt eivät ole riittävän kehittyneitä, jotta niillä voitaisiin vastata uusiin haasteisiin, jotka nousevat esiin nopean teknologisen kehityksen, yhteiskunnan rakennemuutoksen ja moniarvoistumisen sekä globalisaation ja taloudellisen integraation myötä. Muualla saatujen kokemusten huomioiminen suomalaisten teknologian ennakointikäytäntöjen kehittämisessä on siksi perusteltua. Kansallisen tason ennakointien osalta näitä kokemuksia on raportoitu Sitran Rand Euroopelta tilaamassa selvitystyössä (Hjelt et al., 2001). Tässä raportissa tarkastellaan kansallisen- ja instituutiotason kehitysvaihtoehtoja kolmen muun avaintoimijan (KTM, Tekes, VTT) teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen osalta. Ennen sitä on kuitenkin syytä käydä lyhyesti läpi ne lähtökohdat ja haasteet, joiden pohjalta kehitystyötä lähdetään tekemään.

Suomalaista teknologiapoliittikkaa on ohjannut avaintoimijoiden yhteinen visio Suomesta tietoyhteiskuntakehityksen edelläkävijänä. Visio pitää sisällään ajatuksen modernin informaatio- ja viestintäteknologian onnistuneesta yhdistämisestä hyvinvointivaltion hyväksi havaittuihin arvoihin ja toimintamekanismeihin. Varsin laajalle levittäytynyt visio on syntynyt ilman laajamittaisia konsensushakuista teknologian ennakointihankkeita, jollaisia on viime vuosina toteutettu useissa muissa Euroopan maissa (mm. Englannissa, Saksassa, Itävallassa, Ruotsissa). Suomessa teknologian ennakointi on pikemminkin ollut moni-ilmeistä ja hajanaista. Useat eri toimijat ovat toteuttaneet teknologian ennakointihankkeita omista lähtökohdistaan kansallisella, alueellisella ja instituutiotasolla. Ennakointityö on osittain myös sulautunut muuhun tulevaisuussuuntautuneeseen toimintaan, mikä on toisaalta merkinnyt läheisiä kytkentöjä suunnitteluun ja päätöksentekoon.

Vahvaa yhteistä visiota, moni-ilmeistä ennakointityötä ja ennakointityön integroitumista osaksi strategiatyötä voidaan pitää suomalaisten käytäntöjen rikkautena ja vahvuutena (Salo, 1999, 2001; Eerola, 2001). Toisaalta nämä samat piirteet aiheuttavat myös potentiaalisia ongelmia. Vahva visio voi osoittautua ansaksi, jos se tukahduttaa kriittisen tulevaisuustarkastelun, jonka avulla voidaan kiinnittää huomiota myös teknologian kehityksen ja uuden teknologian mukanaan tuomien seurannaisvaikutusten epävarmuuteen ja moniselitteisyyteen. Kokonaisuuskuva muodostuu pirstaleiseksi ja tehdään myös turhaa päällekkäistä työtä, mikäli eri tahojen ennakointiaktiviteetit eivät kohtaa toisiaan tarkoituksenmukaisella tavalla. Vaikka muuhun toimintaan sulautunut ennakointityö lisää prosessiin osallistuneen 'sisäpiirin' ymmärrystä, ulkopuoliset voivat kyseenalaistaa syntyneet suunnitelmat ja päätökset silloinkin, kun näiden pohjana olevat näkemykset voitaisiin ennakointitiedon avulla perustella (tai päin vastoin: suunnitelmien ja päätösten oletetaan pohjautuvan hyvin perusteltuihin näkemyksiin silloinkin, kun riittävää pohjatyötä ei ole tehty).

Suomalaista teknologian ennakointitoimintaa on tarkasteltu viime aikoina erilaisilla kansallisilla ja kansainvälisillä foorumeilla. Teknologian ennakointia on tällöin tarkasteltu erityisesti innovaatiojärjestelmän toiminnan, yhteiskunnallisen kehityksen ja tutkimusprioriteettien määrittelyn näkökulmasta (mm. "Foresight at Crossroads" -konferenssi, Valtion tiede- ja teknologianeuvoston katsaus 2000, KTM:n tilaama selvitystyö, ESTO- ja FOREN-verkostojen kartoitustyöt; ks. KTM&TEK, 1999; VTTN, 2000; Barré & Greaves, 2001; Miles & Keenan, 2000). Suomalaisen teknologian ennakoinnin osalta on todettu mm. seuraavat kehitystarpeet (Salo, 2001a; Eerola, 2001):

- Kansallisen tason ennakointitoimintaa tulisi vahvistaa, samoin kuin myös avainorganisaatioiden instituutiotason ennakointitoimintaa.
- Eri tahojen toteuttamaa teknologian ennakointityötä tulisi paremmin koodinoida ja organisaatorajat ylittävää ennakointiyhteistyötä kehittää.
- Ongelmalähtöistä ja teknologian hyödyntäjän näkökulman huomioon ottavaa ennakointia tulisi tukea.
- Erilaiset arvot ja näkökulmat tulisi paremmin huomioida, teknologiakeskustelua tulisi avata myös laajemmille kansalaispiireille.
- Ennakointiin liittyvän epävarmuus ja moniselitteisyys tulisi tuoda selvemmin esille, ennakointiprosessien läpinäkyvyyttä tulisi parantaa.
- Menetelmällistä osaamista tulisi kasvattaa, osaavien resurssien kehittämiseen ja koulutukseen tulisi panostaa.
- Ennakointityöhön osallistumisen kannustimia tulisi kehittää.

- Muualla toteutettuja teknologiaennakointeja ja -arviointeja tulisi paremmin hyödyntää.
- Kansainvälistä ennakointiyhteistyötä tulisi lisätä ja nähdä se kaksisuuntaisena vuorovaikutusprosessina. Erityisesti tulisi kiinnittää huomiota EU:n kehityssuunnitelmiin teknologian ennakkoinnin alueella: suomalainen ennakointityö palvelee osaltaan myös EU-päätöksentekoa ja EU:n puitteissa tehtävällä ennakointiyhteistyöllä on vaikutuksia myös kansallisella tasolla.

Joihinkin konkreettisiin toimiin on myös jo ryhdytty. Entistä tietoisempaan teknologian ennakkoinnin kehittämiseen on pyrkinyt mm. KTM ("Tiellä teknologiavisioon" -hanke 1996–1997, kesällä 2001 käynnistetty ennakkoinnin kehittämis- ja koordinoitihanke). Tekes on teknologiakatsauksessaan pyrkinyt kokonaisvaltaisempaan kuvaan teknologian, elinkeinoelämän ja markkinoiden kehityksestä (Tekes, 1998). Organisaation strategiaprosessia sekä tutkimusohjelmien valmistelua ja arviointia on myös kehitetty pyrkien entistä tietoisempaan ennakointiin. VTT:llä on nyt raportoitavan hankkeen puitteisissa kartoitettu tutkimusyksiköiden ja strategisten teknologiateemojen kokemuksia ja tarpeita teknologian ennakkoinnin ja arvioinnin alueella. Suomalainen teknologian ennakkoinnin kehitystyö on kuitenkin vasta alkutaipaleella ja sen tueksi kaivataan jäsenneltyä tietoa sekä kehitystyötä ohjaavia ajatusmalleja ja teoreettisia viitekehyksiä. Näitä aineksia pyritään tarjoamaan mm. tässä raportissa. Seuraavassa tarkastellaan kuitenkin ensin lyhyesti eurooppalaista teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa viimeaikaisten kartoitus ja selvitystöiden valossa.

### **3.3 Eurooppalainen ennakointi- ja arviointityö ESTO-kartoituksen valossa**

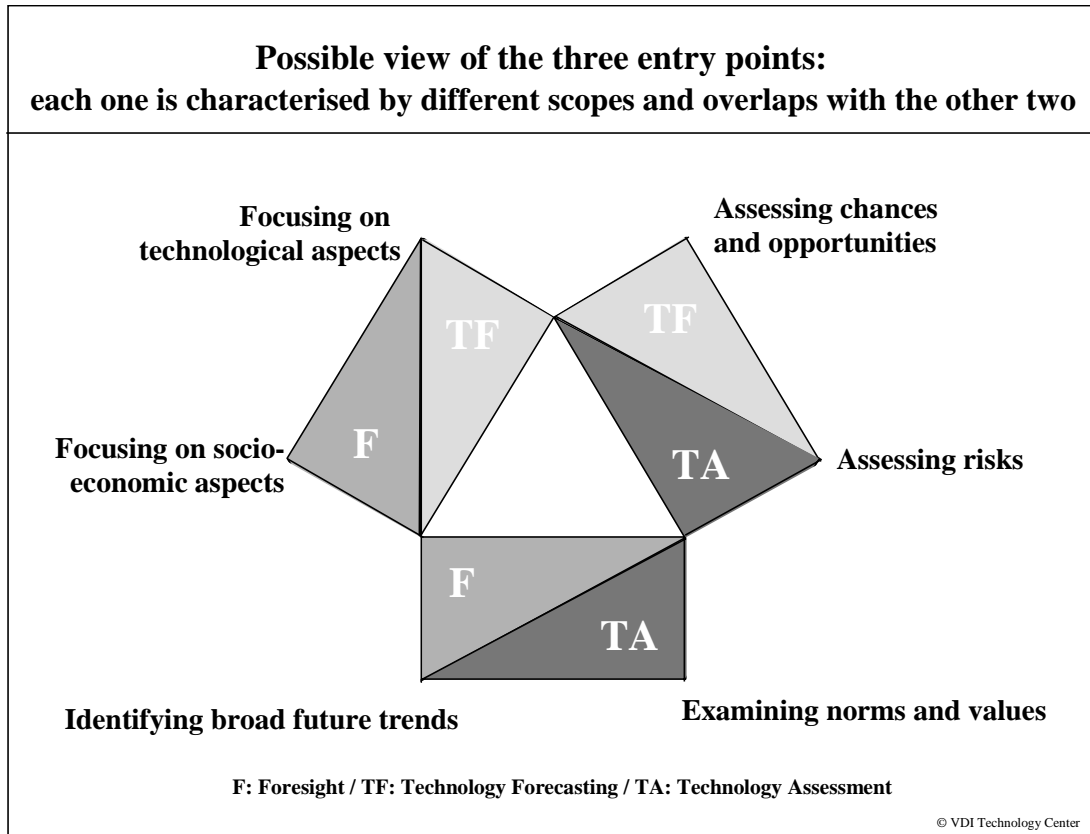
Eurooppalaisten tutkimuslaitosten muodostama ESTO-verkosto (European Science and Technology Observatory) on Euroopan tiede- ja teknologiapoliittista päätöksentekoa palveleva yhteistyöorganisaatio. Se perustettiin virallisesti v. 1997 ja sen toimintaa koordinoi IPTS (Institute for Prospective Technology Studies), yksi Euroopan unionin seitsemästä tutkimuskeskuksesta. Verkostoon kuuluu liitännäisjäseniä (associated members) myös Euroopan ulkopuolisista maista.

ESTO-verkosto tuottaa tulevaisuussuuntautunutta teknologiatietoa erityisesti Euroopan komissiolle ja parlamentille. Verkoston tehtävänä on avustaa tiede- ja teknologiapoliittista päätöksentekoa kokoamalla ymmärrettävään muotoon teknologian kehitystä kuvaavaa ja arvioivaa asiantuntijätietoa sekä kiinnittämällä huomiota kysymyksiin, jotka saattavat vaatia toimenpiteitä EU-tasolla. Erityisesti teknologiset läpimurrot ja kehitystrendit, joilla on merkitystä ympäristön, yhteiskunnan ja Euroopan taloudellisen kehityksen kannalta, ovat kiinnostuksen kohteina ESTO-verkoston toteuttamissa hankkeissa.

Myös teknologiapolitiikan instrumentteja on tutkittu ESTO:n puitteissa. Kiinnostavin työ tällä saralla tämän raportin kannalta on vuonna 2000 käynnistetty laajamittainen eurooppalaisten teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kartoitustyö, jonka on tarkoitus jatkaa edelleen. Ensimmäiset välitulokset julkistettiin Brysselissä toukokuussa 2001 ESTO:n ja IPTS:n järjestämässä seminaarissa "Technology Assessment, Foresight and Forecasting: The State of the Art in the EU". Kyseisessä seminaarissa esiteltiin ensimmäisen kierroksen kolme rinnakkaista väliraporttia (Barré & Greaves, 2001; Rader, 2001; Holtmannspötter et al., 2001) sekä kuultiin niitä koskevat asiantuntijalausunnot (Salo, 2001b).

ESTO:n kartoitustyö toteutettiin kolmena rinnakkaisena osahankkeena. Hankkeessa A (*Monitoring Foresight Activities*) tarkastelun kohteena olivat laaja-alaiset, taloudelliset ja yhteiskunnalliset näkökohdat huomioivat julkisrahoitteiset ennakoitihankkeet. Hankkeessa B (*Monitoring Technology Assessment Activities*) tarkasteltiin eri teknologioihin ja sovellusalueisiin kohdistuvaa teknologian arviointitoimintaa Euroopan eri maissa. Riskien, normien ja arvojen tarkastelu nähtiin tämän toiminnan ominaispiirteiksi. Hankkeessa C (*Monitoring Technology Forecasting Activities*) keskityttiin uusien teknologioiden kehitystä kuvaavan kapea-alaisemman ennakoititoiminnan kartoitukseen. Innovaatiopotentialin arvioinnilla on tällaisessa toiminnassa keskeinen merkitys. Kolmeen rinnakkaiseen osahankkeeseen päädyttiin, koska haluttiin varmistaa, että päätöksentekoa tukeva tulevaisuussuuntautunut teknologiatieto tulee mahdollisimman kattavasti kerätyksi.

Osahankkeiden erilaisia näkökulmia on havainnollistettu kuvassa 3. Kuvasta ilmenee, että rajanveto kolmen erilaisen näkökulman (foresight / technology assessment / technology forecasting) välillä on osittain tulkinnanvarainen. Kartoitustyön edetessä kävikin ilmeiseksi, että eri osahankkeissa tehtiin osittain päällekkäistä työtä ja toisaalta katvealueilla jäi kartoittamatta kiinnostaviakin aktiviteetteja. Ensimmäisen kierroksen kolme loppuraporttia voidaan kuitenkin pitää jonkinasteisena väliaikaisena työvoittona vaikeasti hahmottuvan toimintakentän kartoituksessa. Kerättyä tietoa ja raportoituja tuloksia voidaan käyttää myös myöhemmin toteutettavien täydentävien kartoitus- ja selvitystöiden lähtökohdana. Seuraavassa on esitetty lyhyt yhteenveto kunkin osahankkeen tuloksista.



Kuva 3. ESTO:n kartoitustyön kolme erilaista näkökulmaa (lähde: Holtmannspötter et al., 2001).

### 3.3.1 Eurooppalaiset foresight-hankkeet

ESTO-verkoston 'Foresight'-kartoitustyössä tarkastelun kohteena olivat laaja-alaiset ennakointihankkeet, joissa tarkasteltiin teknologian kehitystä sen yhteiskunnallisessa ja taloudellisessa kontekstissa. Kartoitustyö jakaantui kahteen osavaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa kerättiin määrämuotoiset perustiedot merkittävimmistä viimeaikaisista ennakointihankkeista 12 Euroopan maasta (Itävalta, Belgia, Tanska, Suomi, Ranska, Saksa, Irlanti, Hollanti, Portugal, Espanja, Ruotsi, Englanti). Toisessa vaiheessa pyydettiin ennakointitoimintaa kuvaava syventävä raportti kuudesta Euroopan maasta (Itävalta, Suomi, Ranska, Saksa, Hollanti). Näissä raporteissa tarkastellaan toisaalta yksittäisiä hiljattain toteutettuja ennakointihankkeita, toisaalta kyseisen maan ennakointitoimintaa yleisemmin (painotus vaihtelee kirjoittajasta ja kyseisen maan ennakointitoiminnan luonteesta riippuen). Syventävien raporttien tavoitteena oli lisätä EU-tason ennakointitoiminnan haasteisiin liittyvää ymmärrystä sekä valaista ennakointikäytäntöjen

kytkentöjä kunkin maan kulttuurisiin taustatekijöihin.<sup>7</sup> Tiedon keruun suorittivat kummassakin vaiheessa asiantuntijat, jotka jo jossain määrin tunsivat kyseisten maiden ennakoitintoimintaa. Aiempia raportteja ja julkaisuja (mm. Irvine & Martin, 1984; Blind et al., 1999; Grupp & Linstone, 1999; Heraurd & Cuhls, 1999; Martin, 1995; Martin & Johnston; 1999) hyödynnettiin lähtömateriaalina ja tiedonkeruukehikon rakentamisen pohjana.

Tietoa kerättiin julkisrahoitteisista ennakoitihankkeista, joissa tarkasteltiin yhteiskunnan ja talouden kannalta keskeisiä teknologiatrendejä. Ensimmäisessä vaiheessa koottiin kustakin ennakoitihankkeesta mm. seuraavat tiedot:

- Yleiskuvaus ennakoitihankkeesta  
(tarkastelutaso: mikro/meso/makro, tarkastellut kysymykset, maantieteellinen laajuus, tarkastelun aikajänne, hankkeen kesto, hankkeen tavoitteet ja toivotut vaikutukset, menetelmällinen lähestymistapa, arvopohja, kontaktihenkilöt)
- Institutionaalinen muoto ja rakenne  
(tilaaja, ohjausryhmä, toteuttajatahot, kohderyhmät, yhteiskunnallisten tarpeiden huomioiminen, osallistujien määrä ja intressiryhmät)
- Ennakoinnin kuluessa käytetyt menetelmät  
(fokusalueiden ja kysymysten määrittely, tausta-aineiston keruu, osallistujien valinta, kehitysdriivereiden määrittely, tulevan kehityksen kuvaaminen, prioriteettien määrittely, konsensus-näkemyksen tuottaminen)
- Osallistujien välinen vuorovaikutus prosessin kuluessa  
(viestintämuodot tilaajan, ohjausryhmän, toimenpano-organisaation, toteuttajien välillä)
- Tiedotus ja viestintä  
(osallistujien ja ennakoititiedon hyödyntäjien välillä prosessin kuluessa, sitä ennen ja sen jälkeen)
- Ennakoitihankkeen tulokset ja niiden vaikuttavuus  
(analyysien, tulosten ja suositusten esitysmuoto, vaikuttavuuden mittaaminen ja arviointi).

Määrämuotoista tietoa kertyi kaikkiaan 34 eurooppalaisesta ennakoitihankkeesta, jotka on toteutettu viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana. Jotta tietoja voitaisiin parem-

---

<sup>7</sup> Raportin kirjoittaja osallistui ESTO:n kartoitustyöhön ja työpajoihin pohjoismaisena partnerina, tehtävänään tietojen keruu- ja raportointi pohjoismaisten ennakoitihankkeiden osalta (ks. Barré & Greaves, 2001) sekä syventävän raportin laatiminen Suomen ennakoititoiminnasta (Eerola, 2001). Syventäviin tarkasteluihin liittyneet työpajaistunnot ovat vaikuttaneet osaltaan tutkimuksen kuluessa muodostuneeseen kuvaan suomalaisen ennakoititoiminnan kehityshaasteista.

min hyödyntää tulevaa eurooppalaista kehitystyötä silmällä pitäen, merkittävimmät kansallisen tason ennakoitihankkeet pyrittiin myös luokittelemaan tarkoitusta varten kehitetyn yksinkertaisen typologian avulla. Kehitetystä typologiassa tarkasteltavina dimensioina olivat ennakoitihankkeiden laajuus ja analyysien tarkastelutaso. Projektiryhmässä tarkasteltiin ennakoitihankkeiden kulttuurisia taustatekijöitä sekä kytkentöjä toteuttajamaiden 'governance'-käytäntöihin, etsien myös tätä kautta ennakoitien luonteenomaisia piirteitä. Luokittelun lopputulos on esitetty taulukossa 4.

*Taulukko 4. ESTO-kartoituksen lopputuloksena syntynyt typologia – Hankkeiden osallistujapohja/ teknologiatarkastelun konkreettisuustaso, toteutusajankohta (ks. Barré & Greaves, 2001).*

	<b>Asiantuntijaryhmä</b> (osallistujamäärä <250)	<b>Eri intressiryhmiä mukana</b> (osallistujia 250–5 000)	<b>Laaja osallistumisohja</b> (osallistujia >5 000)
<b>Erityisalueille meneviä syventäviä tarkasteluja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranska/Energie 2010–2020/1996–1998</li> </ul>		
<b>Jäsenneltyjä yleisen tason tarkasteluja</b>  <i>Professional analysis/ brainstorming -malli</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portugali / Engenharia e Tecnologia 2000/1999–2000</li> <li>• Ranska / Technologies Clés 2000–2005/1995–2000</li> <li>• Espanja / OPTI, Futuro tecnologico en el horizonte del 2015/1998–</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Itävalta / Delphi Austria / 1996–1998</li> <li>• Saksa / Delphi '98 / 1998</li> <li>• Alankomaat / OVC/ 1993–1997</li> <li>• Alankomaat / NRLO / 1995–1999</li> <li>• Alankomaat / AWT / 1998–2000</li> <li>• Belgia / Belgian federal foresight study / 2000–2001</li> <li>• Suomi/ KTM, Technology Vision / 1996–1997</li> </ul>	<i>Social vision -malli</i>
<b>Yleisellä tasolla tehtyjä kokonaisvaltaisia tarkasteluja</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saksa / FUTUR /1999–</li> <li>• Iso-Britannia / UK Foresight / 1994–1998</li> <li>• Ruotsi / Teknisk Framsyn / 1999–2000</li> </ul>



Taulukosta 4 ilmenee, että laajan osallistujapohjan omaavia yhteiskunnallisia tarpeita painottavia teknologian ennakointi/visiointihankkeita ovat toteuttaneet viime vuosina mm. Saksa, Englanti ja Ruotsi. Kaikissa näissä hankkeissa on ollut tavoitteena saada aikaan myös yhteiskunnallista keskustelua teknologian kehitykseen liittyvistä tekijöistä. Teknologian tulevaa kehitystä koskeva tarkastelu on näissä hankkeissa ollut kuitenkin melko yleisellä tasolla, menemättä eri teknologia-alojen yksityiskohtiin. Prosessin hallittu läpivieminen on myös osoittautunut varsin haasteelliseksi tehtäväksi.

Eri intressiryhmien näkemykset huomioonottavia, osallistujamäärältään hieman suppeampia ennakointihankkeita ovat hiljattain toteuttaneet mm. Itävalta, Saksa, Ranska, Hollanti ja Belgia. Ainoa vertailussa mukana ollut suomalainen ennakointihanke – KTM:n "Tiellä teknologiavision" (KTM, 1997) – sijoittui niin ikään tähän luokkaan. Tavoitteet näissä hankkeissa ovat olleet varsin vaihtelevia – yhteisenä piirteenä kuitenkin teknologiapolitiikkaan liittyvän yhteisen vision hakeminen. Fokusoiduissa hankkeissa teknologiatarkastelu on ollut jonkin verran konkreettisempaa, mikä lisää teknologiatiedon kiinnostavuutta ulkopuolisten hyödyntäjien näkökulmasta.

Konsulttivoimin tai asiantuntijaryhmissä työestettyjä kansallisen tason teknologiaennakointeja raportoitiin mm. Ranskasta, Tanskasta ja Espanjasta. Erityisalueille meneviä syventäviä tarkasteluja sisältyy lähinnä joihinkin fokusoidumpiin hankkeisiin. Asiantuntijaryhmissä ja/tai konsulttityönä toteutetuissa teknologiaennakoinneissa tarkastelut ovat tyypillisesti varsin konkreettisella tasolla.

Kun ennakointihankkeita tarkasteltiin teknologiapolitiikan ja 'governance'-käytäntöjen näkökulmasta, päädyttiin kahteen erityyppiseen ennakointiklusteriin. Ensimmäiseen ryhmään – 'social vision'-mallin mukaisiin ennakointeihin – lukeutuivat kaikki laajapohjaiset ja eri intressiryhmiä kuulevat ennakointihakkeet, joissa korostui konsensusnäkemysten tai yhteisten viitekehysten tuottaminen. Toiseen ryhmään – 'professional analysis/brainstorming' -mallin mukaiset ennakoinnit – kuuluivat sellaiset ennakoinnit, joissa ensisijaisena tavoitteena oli tuottaa monipuolista ja puolueetonta asiantuntijatie-toa. Klusterit ilmenevät taulukosta 4 rasteroituina alueina.

Suomalaisen Teknologiavisio-hankkeen saama painoarvo ESTO-vertailussa oli ehkä hieman yllättävä: vaikka hanke oli suunniteltu varsinaisen ennakoinnin esivaiheeksi, sitä pidettiin sellaisenaan vertailukelpoisena muissa maissa toteutettujen foresight-hankkeiden kanssa. (Ensimmäisen vaiheen tarkastelussa ei ollut mukana muita suomalaisia ennakointihankkeita.) ESTO:n foresight-kartoituksen syventävissä tarkasteluissa suomalainen ennakointitoiminta osoittautui kuitenkin varsin hajanaiseksi ja koordinoimattomaksi, vaikka Suomesta löytyi toisaalta verrattain runsaasti ennakointiluontoista aktiiviteettia.

Raportin myöhemmissä luvuissa tarkastelemme suomalaisia kehitysvaihtoehtoja molempien edellä mainittujen ennakoitavien klustereiden valossa. 'Social vision' -mallin mukaista ennakoitavien toimintaa tarkastellaan luvussa 4 ja 'professional analysis/brainstorming' -mallin mukaista ennakoitavien toimintaa luvussa 5.

### 3.3.2 Teknologian arviointitoiminta Euroopan eri maissa

Toisessa ESTO-kartoituksen osahankkeessa (*technology assessment*) kerättiin tietoa teknologian arviointitoimintaa harjoittavista eurooppalaisista organisaatioista. Luonteenomaista tällaiselle toiminnalle on teknologian vaikutusten arvioiminen riskit, normit ja arvonäkökohdat huomioon ottaen. Kartoitustyössä lähtömateriaalina oli käytettävissä ITAS:n tietokanta, johon oli jo aiemmin kerätty määrämutoista tietoa teknologian arviointia harjoittavista organisaatioista Euroopan eri maissa. Tietokanta oli viimeksi päivitetty vuonna 1999, joten sitä pidettiin hyvänä lähtökohdana kartoitustyölle. Yhteystietojen ja verkkosivuosoitteiden osalta tiedot osoittautuivat kuitenkin monilta osin vanhentuneiksi. Joukosta puuttui myös monia teknologian arviointitoimintaa harjoittavia organisaatioita, jotka eivät olleet vastanneet saamaansa kyselyyn tai eivät olleet sellaista koskaan saaneet. Toisaalta mukana oli useita organisaatioita, jotka olivat antaneet tietoja varmuuden vuoksi, vaikka niissä ei varsinaisesti teknologian arviointitoimintaa harjoitettukaan.

ESTO-verkoston ensimmäinen tiedonkeruu vaihe koostui ITAS:n tietopankin perustietojen päivityksestä. Päivityksen suorittivat asiantuntijat, joilla oli yleensä jo perustietoutta tarkastelemiensa maiden teknologian arviointitoiminnasta. Kun tietopankin perustietoja päivitettiin, kävi ilmeiseksi, että tuoreemmat ja kattavammat tiedot teknologian arviointitoiminnasta löytyivät organisaatioiden omilta verkkosivuilta. Tietoja oli kuitenkin hyvin vaikea vertailla, koska verkkosivujen sisältö, kieli ja esitysmuoto vaihtelivat melkoisesti. Tiedonkeruun toisessa vaiheessa kehitettiin siksi määrämutoinen kehikko, jonka avulla verkkosivujen sisältö järjestelmällisesti analysoitiin. Kustakin organisaatiosta kerättiin mm. seuraavat tiedot:

- Organisaation luonne  
(julkinen tutkimuslaitos, julkisrahoitteinen tutkimusohjelma, yliopisto, hallinnollinen organisaatio, yksityinen tutkimuslaitos, verkosto, konsultti, teollisuus, liitto/yhdistys)
- Teknologia-alueet, joilla teknologian arviointia on harjoitettu  
(bioteknologia, ICT, valmistustekniikka, laserteknologia, mikrosysteemit, nanoteknologia ja uudet materiaalit, kuljetusteknologia, energiateknologia, muut)
- Sovellusalueet, joihin teknologian arviointi on liittynyt

(maatalous/kalastus/metsänhoito, energiatuotanto, ravinto, terveydenhuolto/lääketiede, vapaa-aika/matkailu, rakennusala, valmistus/tuotanto, viestintä/media/painatus, hallinto, palvelut, kuljetus, raaka-aineet, muut)

- Vaikutukset, joita teknologian arvioinnissa on tarkasteltu  
(elämänlaatu/hyvinvointi, ympäristö, innovaatiotoiminta/kilpailukyky, lainsäädännölliset vaikutukset, työolosuhteet/työllisyys, muut)
- Tarkastelun kohteena olleet erityiskysymykset  
(säännökset, lainsäädäntö, päätöksenteko, julkinen keskustelu, 'social shaping of technology', teknologian muotoutumiseen vaikuttavien tekijöiden määrittely, eettiset kysymykset/arvot/asenteet)
- Maantieteellinen kattavuus  
(koko maailma, Eurooppa, kansallinen fokus, alueellinen fokus)
- Teknologian arvioinnissa käytetyt menetelmät  
(asiantuntijatarkastelu, osallistavat menetelmät, kysely, empiirinen tutkimus)
- Organisaation mahdollisesti harjoittama teknologian ennakointitoiminta  
(foresight, technology forecasting)
- Verkkosivujen kieli  
(vain oman maan kielellä, osaksi myös englanniksi, lähes kaikki tieto myös englanninkielisenä).

Määrämuotoista tietoa kerättiin kaikkiaan 99 organisaatiosta, jotka sijaitsivat 11 eri Euroopan maassa (Itävalta, Saksa, Sveitsi, Ranska, Belgia, Hollanti, Tanska, Suomi, Ruotsi, Unkari, Viro). Englannista ja Irlannista sekä Etelä-Euroopan maista (Italia, Espanja, Portugal) ei tietoa tässä vaiheessa kerätty. Myös joidenkin mukana olleiden maiden osalta (Unkarin ja Viro) tiedot jäivät varsin puutteellisiksi. Tietoa keräsivät kunkin maan omat (tai arviointitoimintaa ainakin jossain määrin muuten tuntevat) asiantuntijat. Aineistoa hyödynnettäessä on kuitenkin huomioitava, että tiedon kokoamisesta syntyi asiantuntijoidenvälillä tulkinnallisia eroja: osa analysoi pelkästään kyseessä olevien organisaatioiden verkkosivut, toiset lisäsivät analyysiin myös muuta kautta saamansa tiedon silloin, kun verkkosivuilta ei löytynyt kartoituksen kannalta oleellista tietoa tai se todettiin vanhentuneeksi. Kerättyjä tietoja ei näin ollen voi pitää kattavina eikä eri maiden osalta täysin vertailukelpoisina, mutta ne antanevat kuitenkin suuntaa-antavan kuvan teknologian arviointitoimintaa harjoittavista eurooppalaisista organisaatioista. Taulukossa 5 on karkea yhteenveto eri maiden TA-organisaatioiden työstä teknologia-aloittain.

*Taulukko 5. Teknologian arviointia harjoittavien organisaatioiden lukumäärät teknologia-alueittain Euroopan eri maissa (ESTO-kartoituksessa identifioidut organisaatiot).<sup>8</sup>*

	Biotech	ICT	Manuf.	Lasers	Micro-systems	Nano/new mat	Transp.	Energy	Health, env.	Other
Itävalta	3	8	1				4	2		1
Saksa	5	9	6	1	3	4	6	3	2	11
Sveitsi	3	1				1	1	3		
Ranska	7	4	2	2	2	2	2	5		
Belgia	8	3					2	2	1	1
Hollanti	6	5				2	2	4	1	5
Tanska	4	3	2			1	3	4	1	1
Suomi	4	4					2	4	6	4
Ruotsi	2	3						1	3	
Kreikka	1		1					1		

Taulukosta 5 ilmenee, että teknologian arviointia harjoitetaan lukuisissa organisaatioissa eri puolella Eurooppaa. Lähes kaikista tarkastelussa mukana olleista maista löytyy useita organisaatioita, jotka ovat arvioineet bioteknologian, informaatio- ja viestintäteknologian, energiateknologian ja kuljetusteknologian (transport) vaikutuksia hyvinvointiin, ympäristöön, työllisyyteen ja/tai kilpailukykyyn. Terveysteknologian ja ympäristöteknologian vaikeuksia arvioidaan niin ikään useimmissa maissa.<sup>9</sup> Myös nanoteknologian, uusien materiaalien ja valmistusteknologian osalta vaikutuksia arvioidaan useissa eurooppalaisissa organisaatioissa. Aineiston pohjalta näyttäisi siltä, että Pohjoismaista ainoastaan Tanska olisi aktiivinen viimeksi mainittujen teknologioiden arvioinnissa. Mikro- (micro systems) ja laserteknologian vaikutukset ja innovaatiopo-

<sup>8</sup> Lukumääräisesti eniten TA-organisaatioita identifioitiin Saksasta (yhteensä 22), Itävallasta (13), Suomesta (13) ja Ranskasta (11). Ruotsalaisia organisaatioita identifioitiin 9, hollantilaisia 10, sveitsiläisiä, belgialaisia ja tanskalaisia 5 ja kreikkalaisia 2. On kuitenkin huomattava, että lukumäärät heijastavat paitsi kyseisten maiden aktiviteettia teknologian arvioinnin alueella, osaltaan myös tiedon keruun intensiteettiä ko. maissa. Englannin ja Irlannin osalta tiedot puuttuvat toistaiseksi, sillä ESTO-kartoituksessa ei ollut käytettävissä sopivia asiantuntijoita/riittäviä tiedonkeruuresursseja tietojen keräämiseksi näiden maiden TA-organisaatioista. Italian, Espanjan ja Portugalin osalta lähtötiedot olivat puolestaan niin puutteellisia, ettei katsottu tarkoituksenmukaiseksi panostaa systemattiseen tiedonkeruuseen vielä tässä vaiheessa.

<sup>9</sup> Taulukon 5 tiedot ovat tältä osin puutteellisia, sillä osa tiedonkerääjistä tulkitse terveysteknologian ja ympäristönsuojelun sovellusalueeksi sen sijaan, että olisivat pitäneet näitä erillisinä teknologia-alueina.

tentiaali näyttävät kiinnostavan lähinnä suuria Keski-Euroopan maita, Saksaa ja Ranskaa.

Kaikki teknologia-alueet mukaan lukien voidaan todeta, että hyvinvointi-, ympäristö- ja kilpailukykyvaikutukset ovat yleisimmän kiinnostuksen kohteena. Myös työllisyysvaikutuksiin, työolosuhteisiin ja lainsäädännöllisiin kysymyksiin kiinnitetään kuitenkin huomiota monissa teknologian arviointia harjoittavissa organisaatioissa. Teknologian arviointia harjoittavat organisaatiot käyttävät toimeksiannoissaan myös useita erilaisia menetelmällisiä lähestymistapoja: asiantuntija-arvio, osallistava arviointi, kyselyt, empiirinen tutkimus ovat kaikki suosittuja menetelmiä eurooppalaisissa teknologian arviointiorganisaatioissa (aineiston pohjalta on vaikea havaita maiden välillä selviä painotuseroja menetelmien suhteen).

Kun tarkastellaan teknologian arviointia harjoittavia organisaatioita Euroopan eri maissa, voidaan myös huomata eroja toimintaa harjoittavien organisaatioiden luonteessa. Kaikissa tarkastelussa mukana olevissa maissa teknologian arviointitoimintaa harjoitetaan ainakin julkisrahoitteisissa tutkimuslaitoksissa. Näyttää myös siltä, että tämän tyyppiset organisaatiot ovat mukana teknologian arviointitoiminnassa kaikilla tarkastelluilla teknologia-alueilla. Teknologian arviointia harjoittavat myös yksityiset tutkimuslaitokset -erityisesti Saksassa ja Itävallassa. Tämän tyyppisiä yksittäisiä organisaatioita löytyy myös Suomesta ja Ruotsista. Hallinnollisiin elimiin liittyviä teknologian arviointiorganisaatioita on runsaasti etenkin Ranskassa. Myös Tanskassa, Itävallassa ja Belgiassa on useita tämän tyyppisiä organisaatioita. Teknologian arviointitoimintaa harjoitetaan myös yliopistoissa ja korkeakouluissa – erityisesti Tanskassa ja Hollannissa, mutta myös Saksasta, Belgiasta, Itävallasta, Suomesta ja Ruotsista löytyy useita tällaisia TA-organisaatioita. Sveitsin teknologian arviointitoiminta näyttää organisoituneen erilaisten tutkimusohjelmien yhteyteen, joskin toimintaa harjoitetaan myös muuten julkisrahoitteisissa tutkimuslaitoksissa.

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että teknologian arvioinnin institutionaaliset puitteet ovat varsin vaihtelevia: pohjoismaissa (etenkin Suomessa ja Ruotsissa) toiminta on suureksi osaksi integroitunut yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa harjoitettavaan muuhun toimintaan, monissa Keski-Euroopan maissa toimintaa harjoitetaan myös nimen omaan tähän tarkoitukseen perustetuissa organisaatioissa (esim. Itävallan ITA ja Saksan ITAS). Euroopassa on myös parlamentin informaatiotarpeisiin vastaavia teknologianarviointiorganisaatioita, jotka tuottavat kansanedustajille asiantuntijätietoa uusien teknologioiden ympäristö-, terveys- ja yhteiskunnallisista vaikutuksista. Eri maissa toimivat parlamenttiin kytköksissä olevat teknologian arviointiorganisaatiot ovat kuitenkin perusfilosofialtaan erilaisia: Tanskassa Teknologirådet on ymmärtänyt tehtäväkseen kriittisen teknologiakeskustelun herättämisen, monissa muissa Euroopan maissa tavoitteena on puolueettoman asiantuntijätiedon tuottaminen.

Teknologian arvioinnin perusfilosofia on myös muuttunut ajan myötä: ulkopuolisesta puolueettomuutta korostavasta arvioinnista on siirrytty nk. konstruktivisen teknologian arvioinnin suuntaan, jossa teknologian arviointiin osallistuvat mahdollisuuksien mukaan myös teknologian hyödyntäjät ja tuottajat, tavoitteenaan vaikuttaa uuden teknologian muotoutumiseen. Erityisesti Pohjoismaissa tämä perusfilosofia on saanut jalansijaa. Myös Saksassa ollaan siirtymässä perinteisestä TA-toiminnasta vuorovaikutteisempaan suuntaan kytkemällä TA-toiminta selvemmin osaksi innovaatiotoimintaa.<sup>10</sup>

Suomessa parlamentaarista teknologian arvioinnista vastaa eduskunnan tulevaisuusvaliokunta, joka on tilannut asiantuntija-arvioiteja eri tahoilta. Teknologia-arvioiteja on toteutettu vuodesta 1997 alkaen useista kiinnostavista aihepiireistä: kasvigeenitekniologiasta, opetuksessa ja oppimisessa hyödynnettävästä tieto- ja viestintäteknologiasta, ikääntyneiden itsenäistä selviytymistä tukevasta teknologiasta, tietämyksen hallinnasta, energiateknologiasta sekä ihmisen perimään ja kantasoluihin liittyvästä bioteknologiasta.<sup>11</sup> Hankkeissa on tarkasteltu teknologioiden taloudellisia, yhteiskunnallisia, sosiaalisia sekä terveys- ja ympäristövaikutuksia. Huomiota on kiinnitetty myös eettisiin ja lainsäädännöllisiin kysymyksiin. Toimintaa on viime vuosina tukenut myös Sitra (Eerola & Holst-Jorgensen, 2002).

Pyrkimyksenä on ollut integroida myös kansanedustajia mukaan eduskunnan teknologia-arviointeihin. Tämä pyrkimys, samoin kuin myös parlamentaarisen teknologian arviointitoiminnan institutionaalinen asema osana tulevaisuusvaliokunnan tehtäväkenttää, ovat herättäneet kansainvälistäkin kiinnostusta suomalaista toimintamallia kohtaan. Tulevaisuusvaliokunnan teknologian arviointitoiminta on ollut toistaiseksi kuitenkin varsin vaatimattomasti resursoitua, mikä rajoittaa oleellisesti toimeksiantojen toteutusmahdollisuuksia. Tällä on vaikutusta myös toiminnan uskottavuuteen (Salo, 1998; Salo & Kuusi, 2001; Eerola & Kivisaari, 2001).

---

<sup>10</sup> Tutkimuksen kuluessa muodostuneeseen kuvaan eurooppalaisesta teknologian arviointitoiminnasta vaikuttivat paitsi edellä kuvattu aineisto myös projektikokousten yhteydessä käydyt keskustelut. Käydyissä keskusteluissa arvioitiin kerättyä aineistoa sekä pureuduttiin syvällisemmin teknologian arviointiin liittyviin keskeisiin kysymyksiin. Uuteen "ITA"-käsitteeseen ("Innovations and Technology Assessment") on tutustuttu osaltaan myös kv. konferenssien välityksellä (ks. esim <http://www.itas.fzk.de/e-society/>)

<sup>11</sup> Raportit löytyvät pdf-muodossa verkkosivulta [www.eduskunta.fi/fakta/julkaisut/jkalku.htm](http://www.eduskunta.fi/fakta/julkaisut/jkalku.htm)

### 3.3.3 Kapea-alaisempi teknologian ennakointi eurooppalaisissa organisaatioissa

ESTO-kartoituksen kolmannessa osahankkeessa (*technology forecasting/technology monitoring/early recognition of new technologies*) kartoitettiin uusien teknologioiden kehitystä ja innovaatiopotentiaalia ennakoivien organisaatioiden toimintaa. Koska tämän tyyppisestä eurooppalaisesta teknologian ennakointitoiminnasta ei ollut olemassa mainittavia pohjatietoja, lähetettiin kartoituksen ensimmäisessä vaiheessa lähes parille sadalle eurooppalaiselle organisaatiolle kyselylomake, jonka avulla pyrittiin keräämään määrämuotoiset perustiedot ko. toimintaa harjoittavista eurooppalaisista organisaatioista. Kyselylomakkeen liiteosassa teknologian ennakointi oli määritelty toiminnaksi, jossa täyttyy ainakin joku seuraavista kolmesta kriteeristä:

- Uuden teknologian kehityksestä kertovan informaation systemaattinen seuranta ja keruu
- Kerätyn teknologiatiedon analysointi ja tiivistäminen innovaatiotoiminnan kannalta merkitykselliseen muotoon
- Tulevaisuussuuntautuneen teknologiatiedon tietoinen levittäminen ja innovaatiopolitiikkaa koskevien toimenpidesuosituksen laatiminen.

Hankkeen seuraavassa vaiheessa järjestettiin kaksi kahden päivän mittaista työpajaa, johon kutsuttiin osallistujat kerättyjen perustietojen pohjalta. Tavoitteena oli saada mukaan asiantuntijoita aiheen kannalta kiinnostavista organisaatioista – erityisesti henkilöitä ja organisaatioita, jotka ovat myös valmiita esittelemään toimintaansa sekä käymään keskustelua tämänkaltaisen teknologiaennakointiin ja ennakointitiedon hyödyntämiseen liittyvistä keskeisistä kysymyksistä. Tässä myös onnistuttiin varsin hyvin.

Ensimmäisen vaiheen kyselyyn vastasi kaikkiaan 59 organisaatiota, jotka katsoivat harjoittavansa uusien teknologioiden ennakointia kyselylomakkeen tarkoittamassa mielessä (vastausprosentti 25 %; maakohtaiset erot suuria riippuen tiedon keruun intensiteetistä, eri maiden kulttuurisista tekijöistä ja TF-määritelmän erilaisista tulkinnoista). Kyselyyn vastanneet organisaatiot harjoittivat teknologian ennakointia yleensä tietyillä valikoiduilla teknologia-alueilla. Määrittelyn mukaista teknologian ennakointia harjoitettiin yleisimmin informaatio- ja viestintäteknologian alueella (22 organisaatiota), mutta runsaasti myös materiaaliteknologian (16), elektroniikan (13), ympäristötekniikan (11) ja biotekniikan (10) osa-alueilla. Muita teknologia-alueita, joilla toimintaa kerrottiin harjoitettavan olivat mm. kemiantekniikka, (chemistry), kuljetustekniikka (transport), 'engineering', terveystekniikka, nanotekniikka, 'life sciences', valmistustekniikka ja automaatio.

Vaikka kerättyjä perustietoja ei voida pitää kattavina eikä kaikilta osin edes relevantteina, hahmottui projektin kuluessa kuitenkin karkea kuva eurooppalaisista, uusien teknologioiden innovaatiopotentiaalia ennakovista organisaatioista ja tämän toiminnan luonteesta. Syksyllä 2000 ja talvella 2001 järjestetyillä työpajoilla oli keskeinen merkitys tämän kuvan muodostumisessa. Toiminnan luonteesta voidaan todeta ESTO-kartoituksen perusteella ainakin seuraavat asiat:

- Onnistunut uusien teknologioiden ennakoitintoiminta edellyttää selkeää mandaattia ja asiakasta
- Teknologian ennakoitinta voidaan lähestyä joko teknologialähtöisesti (bottom-up, science/technology push) tai tarvelähtöisesti (top-down, demand-pull)
- Uusien teknologioiden monitoroinnin tulisi olla jatkuvaluonteista toimintaa: ratkaisevat edistysaskeleet tapahtuvat usein harppauksittain ja yllättäen. Systemaattisen seurannan lisäksi ennakoinnissa tarvitaan kuitenkin myös luovaa ja laaja-alaista ajattelua, mitä voidaan osaltaan edistää menetelmällisin apuvälinein.
- Tiedon keruun tulisi olla systemaattista ja monipuolista. Työssä tulisi hyödyntää erilaisten kirjallisten lähteiden (esim. julkaisu- ja patenttitietokannat) lisäksi myös henkilökohtaisia kontakteja (asiantuntijaverkostot, haastattelut, konferenssit, jne.). Kansainvälinen verkottuminen on tärkeää.
- Uusien teknologioiden kehityksen ennakoitinta on nähtävä sosiaalisena vuorovaikutusprosessina, jossa tuotetaan avaintoimijoille yhteisiä viitekehyksiä päätöksenteon tueksi. Onnistuneessa teknologian ennakoitintoiminnassa luodaan sopiva foorumi tälle vuorovaikutukselle.
- Teknologian ennakoinnin tulee olla konkreettista. Yhteistyö soveltavan teollisuuden kanssa on eduksi.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että Euroopassa on varsin runsaasti organisaatioita, jotka harjoittavat teknologian ennakoitinta ja uusien teknologioiden kehityksen monitorointia tietyillä kapeammilla teknologia-alueilla. Kiinnostavia organisaatioita ovat mm. saksalainen VDI/Future Technologies Division, Tanskalainen Risoe/Technology Scenarios Group, englantilainen Dera, ranskalainen CEA, israelilainen ICTAF. Uusien teknologioiden kehitystä seuraavat ennakoitintiryhmät ovat monesti tutkimuslaitosten yhteydessä, mutta joukossa on huomattavassa määrin myös muuntotyypisissä organisaatioissa työskenteleviä ryhmiä (esim. yrityksissä ja järjestöorganisaatioissa). Kapea-



alaisia teknologiaennakointeja tuotetaan myös teollisuusliittojen koordinoimissa työryhmissä, usein 'technology road mapping' -otsakkeen alla (ks. Groenveld, 1997; Kostoff & Schaller, 2001; Naumanen, 2001; Probert & Shehabuddeen, 1999, Sipilä, 2002) tai toistuvina sektorikohtaisina tarkasteluina (esim. Hienonen & Lehtinen, 1995; Hienonen, 1997, 2000). Fokusalueet, samoin kuin myös tuotetun tiedon laatu vaihtelee melkoisesti eikä kaikki tieto ole myöskään julkista. Suomalaisia avaintoimijoita tällä saralla ovat mm. VTT ja Tekes. Myös teollisuusliitot ovat keskeisessä asemassa tämäntyyppistä toimintaa kehitettäessä.

### **3.4 Eurooppalainen ennakointityö Sitralle tehdyn tutkimuksen valossa**

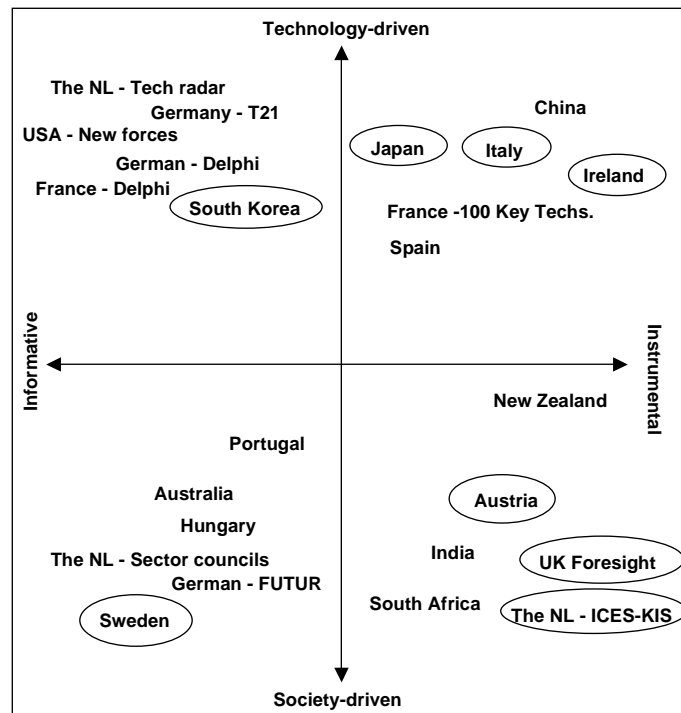
Sitran Rand Euroopelta tilaamassa tutkimuksessa (Hjelt et al., 2001) on tarkasteltu erityisesti kansallisen tason ennakointeja ja niistä saatuja kokemuksia. Tarkastelussa oli mukana paitsi eurooppalaisia myös muualla toteutettuja hankkeita (USA, Japani, Etelä-Korea, Intia, Etelä-Afrikka, Australia). Kyseisen raportin avulla voidaan siten täydentää kuvaa eurooppalaisesta ennakointitoiminnasta sekä suhteuttaa tätä myös muualla tapahtuvaan ennakointitoimintaan.

Sitran tilaamassa tutkimuksessa oli tarkastelun kohteena kaikkiaan 24 viime vuosikymmen kuluessa toteutettua kansallisen tason ennakointihanketta. Raportissa on luokiteltu kyseiset ennakointihankkeet mm. niiden tarkastelunäkökulman (teknologialähtöiset vs. yhteiskuntalähtöiset ennakoinnit) ja hyödyntämistarkoituksen mukaan (tietyn päätöksentekoprosessin tarpeita palvelevat ennakoinnit vs. informaatiota ilman tällaista tavoitetta tuottavat ennakoinnit). Luokittelun tuloksia havainnollistetaan kuvassa 4.

Kuvasta 4 ilmenee, että teknologialähtöisissä hakeissa on painotettu sekä informaatioarvoa sinänsä (Saksan ja Ranskan Delphi-ennakoinnit, Hollannin Technology Radar) että kytkentöjä teknologiapoliittiseen päätöksentekoon (Italiassa teollisuusvetoisesti toteutettu hanke, Irlannin tuore foresight-hanke, Espanjan Delphi-pohjainen ennakointi, Ranskan avainteknologiatarkestelut). Myös yhteiskunnallisen näkökulman omaavissa hankkeissa on ollut sekä informaatioarvoa painottavia (Ruotsin 'Teknisk Framsyn', Hollannin sektorikohtaiset ennakoinnit, Portugalin insinööriammattien tulevia osaamistarpeita kartoittava ennakointi, Unkarin skenaariotarkastelut) että teknologiapoliittisen päätöksenteon tukemiseen tarkoitettuja hankkeita (Itävallan Delphi, Englannin laajamittaiset Foresight-hankkeet, Hollannin 'Knowledge Infrastructure' -hanke).

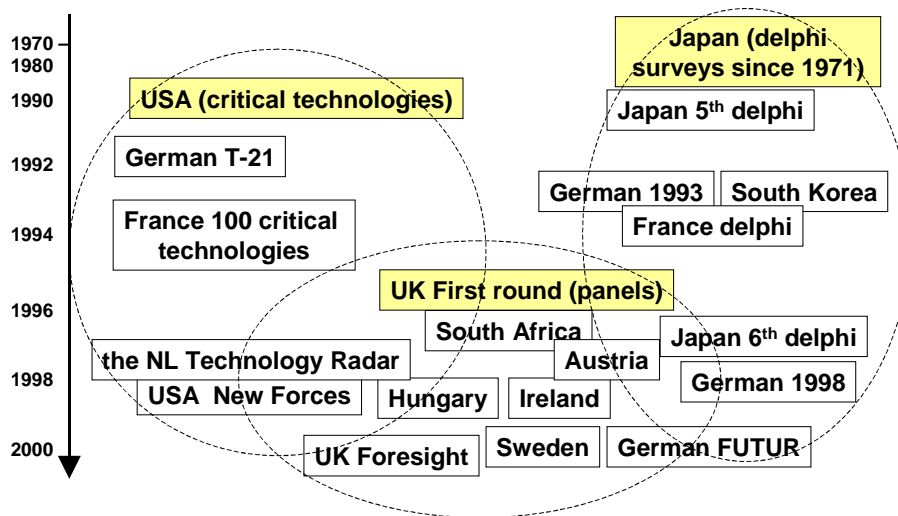
Ennakointien menetelmällinen lähestymistapa on vaihdellut: USA:sta lähtöisin olevaa 'avainteknologia'-tarkastelutapaa on kehitetty edelleen mm. Saksassa, Ranskassa ja Hollannissa, Japanista lähtöisin olevaa Delphi-käytäntöä mm. Saksassa, Itävallassa ja

Ranskassa. Englannissa alun perin kehitettyä paneelityöskentelyyn pohjaavaa lähestymistapaa on puolestaan hyödynnetty Irlannissa, Ruotsissa ja Unkarissa. Ennakointihankkeiden menetelmällisten lähestymistapojen keskinäisiä suhteita on havainnollistettu kuvassa 5, josta ilmenee myös menetelmällisten lähestymistapojen kehitys kolmen viimeisen vuosikymmenen kuluessa.



Kuva 4. Kansallisen tason ennakointihankkeet Sitran tarkastelussa – Ennakointihankkeiden painopiste ja hyödyntämistapa (lähde: Hjelt et al., 2001).

Sitran tilaamassa raportissa ei tarkasteltu suomalaisia ennakointihankkeita. Vaikka Suomessa ei ole toteutettu laajamittaisia kansallisen tason ennakointihankkeita, voidaan kauppaja- ja teollisuusministeriön vuonna 1996 käynnistämää "Tiellä teknologiavision" -hanketta (KTM, 1997) ja Tekesin vuosina 1993–1998 julkaisemia teknologiakatsauksia – etenkin näistä viimeistä "Teknologia ja tulevaisuus" (Tekes, 1998) – samoin kuin VTT:n "Energiavision 2030" -hanketta (VTT, 2001) pitää kiinnostavina vertailukohteina suomalaisen kehitystyön kannalta. KTM:n "Teknologiavision"-hanke suunniteltiin alun perin laajamittaisemman ennakoinnin pilotointihankkeeksi. Sen klusterikohtaisiin työpajaistuntoihin osallistui teknologian kehityksestä kiinnostuneita tutkimuksen, teollisuuden ja julkisen sektorin edustajia. Tavoitteena oli yhteisen teknologiavision tuottaminen – suoria kytkentöjä päätöksentekoprosesseihin ei ollut.



Kuva 5. Kansallisten ennakointien menetelmällisiä lähestymistapoja (lähde: Hjelt et al., 2001).

Myöskään Tekesin teknologiakatsauksilla ei ole sellaisenaan suoria kytkentöjä teknologiapolitiittiseen päätöksentekoon, vaan niissä pyritään lähinnä stimuloimaan teknologia-toimijoiden tulevaisuussuuntautunutta ajattelua jakamalla uutta teknologiaa koskevaa informaatiota. Viimeisessä katsauksessa näkökulmaa on selvästi laajennettu: tarkastelun kohteena ovat myös teollisuuden ja yhteiskunnan tarpeet – tosin ilman selkeää linjausta raportin tavoitteiden ja hyödyntämistarkoitusten suhteen. VTT:n äskettäin valmistunut 'Energia 2030' -ennakointi on puolestaan asiantuntijavoimin toteutettu fokusoitu tulevaisuusluotaus, jonka kohderyhmänä ovat erityisesti energiapolitiikan ja teollisuuden päättäjät. Ennakoinnin tavoitteena on hyvin perustellun asiantuntijainformaation tuottaminen, mutta sillä voidaan olettaa olevan myös instrumenttiarvoa energiapolitiittisessa päätöksenteossa.

Sitran tilaamassa selvityksessä on tarkastelu myös ennakointihankkeiden tavoitteita. Ennakointihankkeiden julkilausuttuja tavoitteet voidaan raportin mukaan ryhmitellä seuraavalle neljälle alueelle, jotka voidaan edelleen jakaa osa-alueisiin (ks. Hjelt et al., 2001):

1. Yhteiskunnallisen ja taloudellisen hyvinvoinnin kasvattaminen
  - Taloudellinen kasvu
  - Yhteiskunnallisen hyvinvoinnin edistäminen kattaen sekä sosiaalisia, ympäristöllisiä, kulttuurisia että taloudellisia tekijöitä.
  - Etsiä ratkaisumalleja yhteiskunnallisiin ongelmiin. Ennakoida tulevaisuuden ongelma-alueita, ja etsiä näille mahdollisia ratkaisumalleja.
  - Ymmärtää paremmin teknologian ja yhteiskunnan välistä vuorovaikutusta. Mitkä ovat teknologiakehityksen positiivisia ja negatiivisia yhteiskunnallisia vaikutuksia?

## 2. Teknologiapolitiikan painopistealueiden määrittely

- Identifioida teknologiakehityksen ja tutkimuksen painopistealueita ja siten stimuloida näiden alueiden kehitystä. Tehdä inventaario kansallisesta teknologiakehityksestä.
- Ymmärtää paremmin eri teknologioiden välisiä vuorovaikutuksia ja hyötyjä teknologioiden välisillä rajapinnoilla.
- Jakaa resursseja (rahoitusta) tutkimukseen ja teollisuuden kilpailukyvyn parantamiseen

## 3. Teknologia- ja innovaatiopolitiikan kehittäminen

- Parantaa eri toimijoiden välistä yhteistyötä (kattaen valtion, tutkimuksen, teollisuuden ja kansalaisten edustajat)
- Kehittää teknologiapolitiikan suunnittelua ja toteutusta. Pidentää suunnitteluhorisonttia, luoda puitteet teknologiapolitiikan edelleen kehittämiseksi, luoda ideoita teknologiapolitiikan keinoiksi. (Koskee erityisesti maita, jotka ovat transitiovaiheessa)
- Kehittää kansallista teknologian ennakointia

## 4. Kansainvälinen yhteistyö ja ajattelun laajentaminen yli oman maan rajojen

- Vahvistaa kansainvälistä ennakointiyhteistyötä, oppia toisten maiden kokemuksista ja promotoida oman maan osaamista.
- Globaalien trendien identifiointi (teknologiakehitys, markkinoiden kehittyminen ja megatrendit).
- Oman maan teknologiakehityksen ja kilpailukyvyn suhteellisen aseman selvittäminen verrattuna muihin maihin.

Kun tarkastellaan eurooppalaisten kansallisen tason ennakointien tavoitteita, voidaan todeta seuraavaa:

- Yhteiskunnallisen ja taloudellisen hyvinvoinnin lisäämistä on tavoiteltu eri muodoissaan etenkin uusimmissa hankkeissa (Saksan Futur, Irlannin ennakointi, Ruotsin 'Teknisk framsyn', Itävallan Delphi-ennakointi, Hollannin Technology Radar, KIS ja sektorikohtaiset foresight-hankkeet, Englannin uusin ennakointi, Italian teollisuusvetoinen ennakointi, Unkarin ennakointi).
- Teknologiapolitiikan painopistealueiden hakemista on haluttu tukea erityisesti Ranskan avainteknologia-ennakoinnissa mutta myös Saksan (Futur ja T21), Irlannin, Itävallan Hollannin, Espanjan, Italian, Ruotsin ja Englannin hankkeissa.
- Teknologia- ja innovaatiopolitiikan kehittämistä on puolestaan painotettu Ranskan ja Saksan Delphi-ennakoinnissa, kuten myös Saksan T21-hankkeessa sekä Irlannin, Italian, Hollannin (Radar ja sektorikohtaiset foresight-hankkeet), Portugalin, Espanjan Ruotsin ja Englannin aiemmassa ennakoinnissa.
- Kansainvälisyyttä on pyritty stimuloimaan Itävallan, Ranskan, Unkarin ja Espanjan ennakointihankkeilla.

Yleisesti ottaen kansallisen tason ennakoinneissa on siirrytty yhä kokonaisvaltaisempaan tarkasteluun siten, että teknologian kehitys nähdään osana yhteiskunnan muuta kehitystä. Painotukset vaihtelevat kuitenkin melkoisesti, samoin ennakoinneille asetetut tavoitteet: suoraviivaisen teknologia/innovaatiopolitiikan kehittämisen ja painopistealueiden määrittelyn lisäksi ennakoinneille on asetettu myös laaja-alaisempia tavoitteita yhteiskunnalliseen hyvinvointiin ja kansainväliseen toimintaan liittyen. Kansallisen tason teknologiaennakoiteja leimaa kuitenkin tyypillisesti jonkinasteinen teknologiaoptimismi: teknologian kehitykseen liittyviä uhkia ja riskejä ei juurikaan tarkastella.

### 3.5 Ennakointien hyödyntäminen

Teknologian ennakkoinnin julkilausutut tavoitteet heijastavat osaltaan käsityksiä näiden prosessien ja tuotetun tiedon hyödyntämismahdollisuuksista. Kun tarkastellaan kansallisen tason teknologian ennakointihankkeiden julkilausuttuja tavoitteita, voidaan havaita, että niiden avulla on pyritty edistämään yhteiskunnan hyvinvointia, hakemaan kehityksen kannalta suotavia painopistealueita ja prioriteetteja, parantamaan teknologiapoliittisen päätöksenteon ja innovaatiotoiminnan edellytyksiä sekä laajentamaan näkökulmia ja yhteistyömahdollisuuksia (ks. kohta 3.4).

Nk. 5C-mallin mukaisesti teknologiaennakointien tärkeimpinä tehtävinä on pidetty mm. sidosryhmien välisen vuoropuhelun edistämistä (*communication*), huomion kohdentamista teknologian ja yhteiskunnan muutosprosesseihin ja niihin liittyviin tulevaisuuden haasteisiin (*concentration*), yhteisymmärryksen luomista lupaavimmiksi arvioiduista teknologia-alueista ja keskeisistä ongelmista (*concensus*), kehitykseen vaikuttavan toiminnan koordinoitua (*co-ordination*) sekä sitouttamista yhteisesti laadittuihin tavoitteisiin ja toimenpide-ehdotuksiin (*commitment*) (Martin, 1995; ks. myös Salo, 2001a; Eerola & Holst-Jorgensen, 2002). Miten hyvin ja missä muodossa ennakkoinnit ovat käytännössä näitä tavoitteita palvelleet, on kuitenkin varsin monitahoinen kysymys eikä siihen voida käytettävissä olevan aineiston pohjalta antaa tyhjentävää vastausta. Yhtenäistä kuvaa hyödyntämisestä on vaikea muodostaa, koska eri maissa eri tahojen toteuttamat hankkeet ovat poikenneet olennaisesti toisistaan sekä lähestymistavoiltaan että tavoitteiltaan. On lisäksi huomattava, että teknologian ennakointiprosesseja ja niissä tuotettua tietoa saatetaan hyödyntää myös muulla tavoin kuin on alun perin suunniteltu.

Seuraavassa tarkastellaan ensin yleisesti teknologian ennakointien ja arviointien potentiaalisia hyödyntämistapoja relevantin organisaatiotutkimuksen valossa (mm. Eerola, 1996, 1997; El Sawy & Pauchant, 1988; Feldman & March, 1981; Feldman, 1989; Kuusi, 1999; Langley, 1995; Nonaka, 1994; Nonaka & Takeuchi, 1995; Prusak, 1997; Weick, 1995). Tämän jälkeen kuvataan ESTO-kartoituksessa (Barré & Greaves, 2001) ja Sitralle tehdyssä tutkimuksessa (Hjelt et al., 2001) esille tulleita ennakointien hyö-

dyntämistapoja. Lopuksi tarkastellaan ennakointien hyödyntämismahdollisuuksia suomalaisten avaintoimijoiden näkökulmasta.

### ***Potentiaaliset hyödyntämistavat***

Raportissa käytetyn teoreettisen viitekehysten mukaisesti teknologian ennakointi- ja arviointiprosessit ovat dynaamisia vuorovaikutusprosesseja, joissa kiinnostavaa tietoa välittyy mukanaolijoille ja ulkopuolisille henkilökohtaisten kontaktien, sähköisen viestinnän ja muun raportoinnin välityksellä. Välittynyttä tietoa voidaan hyödyntää ***teknologian ennakointi- ja arviointiprosessien kuluessa ja niiden päätyttyä***. Prosessissa mukana olevilla on luonnollisesti paremmat mahdollisuudet hyödyntää relevantiksi katsoomaansa tietoa jo prosessin kuluessa: se välittyy heille prosessiin osallistumisen myötä, mikä antaa paremmat edellytykset myös välittyneen tiedon arvioinnille. Vaikka kyseessä olisi periaatteessa julkinen ennakointi, muut toimijat saavat oleellisen tiedon usein vasta loppuraportin ilmestyttyä tai laajemmalle yleisölle suunnatun loppuseminaarin yhteydessä. Näin muodostuva kuva ennakointi- ja arviointitiedosta ei ole myöskään yhtä monipuolinen kuin prosessiin osallistuvilla muodostuva kuva. Prosessin osallistujat ja sen tuloksiin tutustuneet toimijat voivat hyödyntää välittynyttä tietoutta prosessin päätyttyä vielä pitkään erilaisissa asiayhteyksissä (omissa työtehtävissään, luottamustehtävissään, henkilökohtaisten suunnitelmien ja valintojen yhteydessä). Hyödyntämistilanteet eivät välttämättä ole tiedossa ennakointiprosessin suunnittelu- ja toteutusvaiheessa.

Teknologian ennakointi- ja arviointiprosesseista välittyvä tieto voi olla hyödyllistä eri tavoin. Sillä voi olla ***uutuusarvoa***: prosessiin osallistuneet ja sen tuloksiin tutustuneet toimijat saavat informaatiota, jota heillä ei aiemmin ollut (tai johon he eivät aiemmin olleet kiinnittäneet huomiota). Sillä voi olla toimijan kannalta myös ***'strategista peliarvoa'***: informaatio ei ole toimijalle uutta, mutta hänen on hyvä olla mukana vaikuttamassa tietoon, jonka varassa päätöksiä jatkossa tehdään (tai ainakin olla tietoinen siitä, millaisen tiedon pohjalta päätöksiä jatkossa tehdään). Hyödyllisyyden kriteerinä voidaan näissä tapauksissa pitää uuden tiedon tärkeyttä ja relevanssia kyseisen toimijan kannalta. Ennakointi- ja arviointiprosesseista välittyvällä tiedolla voi toisaalta olla puhtaasti ***viestinnällistä arvoa***: ne luovat eri toimijaryhmille yhteistä kieltä ja viitekehystä, mikä helpottaa heidän välisiään keskusteluja ja neuvotteluita. Ennakointi- ja arviointiprosessissa mukana olemisella, samoin kuin näiden tuloksiin tutustumisella, voi olla myös ***signaaliarvoa*** sinänsä: se kertoo toimijan valveutuneisuudesta, vastuullisesta suhtautumisesta teknologian tulevaan kehitykseen, sitoutumisesta yhteisesti tavoiteltuihin asioihin, jne. Signaali voi välittyä oman organisaation tärkeille sidosryhmille, mutta yhtä hyvin myös muille kansallisille ja kansainvälisille foorumeille.

Ennakointi- ja arviointitiedon hyödyntämistavat voivat niin ikään vaihdella. Hyödyntäminen voi olla ***tehtäväorientoitunutta***, jolloin prosessin myötä syntyvää tietoa hyödynnetään esimerkiksi teollisuuden ja yritysten strategiatyössä, tutkimuslaitosten toiminnan

fokusoinnissa, voimavarojen kohdentamisessa, prioriteettien ja painopistealueiden määrittelyssä, jne. Ennakointi- ja arviointitietoa voidaan näissä yhteyksissä hyödyntää paitsi *suunnittelun ja päätöksenteon lähtötietoina* myös *argumentoinnin apuvälineenä* erilaisissa neuvottelutilanteissa. Ennakointi- ja arviointiprosesseista välittyvän tiedon avulla voidaan myös tukea jo tehtyjen päätösten toimenpanoa (*legitimointi*) tai kyseenalaistaa aiempia päätöksiä, kun siihen on aihetta. Tehtäväorientoitunut hyödyntäminen ei kuitenkaan välttämättä aina ole ennakointi- ja arviointiprosesseista välittyvän tiedon tärkein hyödyntämismuoto. Merkittävä osa hyödyntämisestä voi olla luonteeltaan *yleissivistävää*, jolloin kyseessä on *toimintavalmiuksien parantaminen* ilman suoraa kytkentää tiettyihin työtehtäviin tai päätöstilanteisiin. Tulevaisuussuuntautuneen ajattelun stimulointi, tietopohjan laajentaminen oman asiantuntemusalueen ulkopuolelle sekä yhteisen 'tulevaisuuskielen ja -viitekehyksen' opiskeleminen parantavat pitkäjänteisen toiminnan edellytyksiä yhä kompleksisemmaksi muuttuvassa maailmassa, jossa lyhyen aikavälin intressit ajavat helposti pitkän aikavälin intressien ohi. Ennakointi- ja arviointiprosessit voivat lisäksi jo sinänsä vahvistaa osallistuvien tahojen identiteettiä, tukien samalla myös eri toimijaryhmien välistä koordinaatiota ('puhallamme kaikki yhteen hiileen').

Ennakointi- ja arviointiprosesseissa syntyvän tiedon hyödyntäminen erilaisissa asiayhteyksissä voi olla *suoraa* tai *epäsuoraa*: relevantiksi nähty tieto voi välittyä erilaisiin hyödyntämistilanteisiin (keskusteluihin, neuvotteluihin, suunnitteluun, päätöksentekoon) sellaisenaan tai integroituneena muuhun relevanttiin tietoon. Edellisessä tapauksessa ennakointitiedon hyödyntäminen on ainakin periaatteessa selvästi havaittavissa, vaikka hyödyntämistilanteita ei tällöinkään aina välttämättä kirjata muistiin. Jälkimmäisessä tapauksessa ennakointitiedon hyödyntämistä on vaikeampi jäljittää: tieto on kulkeutunut hyödyntämistilanteeseen monen välikäden ja muunnosvaiheen kautta eikä hyödyntäjällä ole välttämättä käsitystä, mistä alkuperäiset ainesosat ovat peräisin. Vastaavasti myös teknologian ennakointi- ja arviointitiedon vaikutukset voivat olla suoria tai epäsuoria.

### ***Toteutuneita ennakointien hyödyntämistapoja***

Seuraavassa tarkastellaan kansallisen tason teknologiaennakointien toteutuneita hyödyntämistapoja ESTO-kartoituksen (Barré & Greaves, 2001) ja Sitralle tehdyn tutkimuksen (Hjelt et al., 2001) pohjalta. On kuitenkin huomattava, että dokumentoitua tietoa ennakointitiedon hyödyntämisestä muissa kuin myöhemmissä ennakointiyhteyksissä on saatavissa varsin niukasti. Joissain tapauksissa (esim. Itävallan ja Saksan Delphi-hankkeiden, samoin kuin myös Hollannin NRLO-hankkeen yhteydessä), on ennakointitiedon vaikuttavuutta on pyritty kartoittamaan ja arvioimaan kysely- ja haastattelututkimusten avulla. Ennakoinneilla on näissä yhteyksissä todettu olleen vaikutusta prosessiin osallistuneiden tulevaisuuskäsityksiin ja sitä kautta myös suunnitteluun ja päätöksentekoon, mutta yleisen tason kysymyksenasettelu ei ole mahdollistanut hyödyntämistapo-

jen ja vaikutuskanavien systemaattista tarkastelua. Vaikka tiedot ennakoitiedon hyödyntämisestä ja vaikuttavuudesta ovat varsin niukkoja ja heterogeenisiä, voidaan aiheiston pohjalta tehdä kuitenkin joitakin kiinnostavia havaintoja suomalaista kehitystyötä silmällä pitäen.

Eurooppalaisiin ennakoitihankkeisiin tutustuneet asiantuntijat ovat listanneet mm. seuraavanlaisia hyödyntämistapoja ennakoitiedolle:

- Ennakointiprosessi on edistänyt innovaatiojärjestelmän toimijoiden verkotumista tarkoituksenmukaisella tavalla. Ennakointien pohjalta on voitu näin parantaa innovaatiotoiminnan edellytyksiä. Tämä hyöty on todettu mm. Englannin, Itävallan, Irlannin ennakoitien yhteydessä ja tähän on tähdätty myös Saksan FUTUR-hankkeessa.
- Ennakointien myötä syntyvää tietoa on hyödynnetty tutkimusprioriteettien määrittämisessä sekä rahoituksen ja voimavarojen suuntaamisessa. Ennakointitieto on vaikuttanut toisaalta avaintoimijoiden tulevaisuusnäkemysiin, toisaalta se on luonut myös paremmat edellytykset konsensuksen saavuttamiselle. Tällaisia hyötyjä on raportoitu mm. Englannin ja Irlannin ennakoitien, Ranskan 'avainteknologiahankkeiden', Saksan Delphi-hankkeen sekä Hollannin OVC- ja ICES-KIS-hankkeiden yhteydessä. Toisaalta tätä hyödyntämistapaa on myös kritisoitu: esimerkiksi Englannissa tämän sanotaan johtavan soveltavan tutkimuksen suosimiseen perustutkimuksen kustannuksella. Uudet lupaavat teknologia-alueet saattavat myös jäädä vaille tarvittavaa huomiota ja tukitoimia, mikäli niitä ei ole ennakoinneissa käsitelty omina fokusalueinaan (esim. Englannissa nanoteknologian kehityksen sanotaan kärsineen tästä; ks. Holtmannspötter, Zweck et al., 2001).
- Ennakointitieto on johtanut uusien tutkimusohjelmien käynnistämiseen tai käynnissä olevien tutkimusohjelmien uudelleensuuntaamiseen. Tästä nähdään olevan hyötyä esimerkiksi kansallisen kilpailukyvyn kehitykselle. Esimerkiksi Itävallassa on käynnistynyt kuusi uutta tutkimusohjelmaa ("Targeted Impulse Programmes") Delphi-ennakoinnin innoittamana. Tutkimusohjelmia on käynnistynyt ja uudelleensuunnattu myös Hollannin NRLO- ja AWT-ennakoitien pohjalta. Ruotsissa toteutettua teknologiaennakointia on puolestaan hyödynnetty kansallisen tutkimussuunnitelman laatimisessa.
- Ennakointitieto on parantanut kansallista neuvotteluasemaa kansainvälisillä foorumeilla. Esimerkiksi Englannissa kansallisen ennakoinnin myötä syntyntä tietoa on hyödynnetty Euroopan komission RTD-ohjelman yhteydessä, neuvoteltaessa EU:n viidennen puiteohjelman sisällöstä.



- Ennakointien avulla on herätetty kansalaiskeskustelua yhteiskunnan kannalta tärkeistä asioista. Esimerkiksi Saksan FUTUR-hankkeessa ja Ruotsin ennakoinnissa tämä on nähty yhdeksi tärkeimmistä hyödyistä.

Ennakointeihin tutustuneet asiantuntijat ovat lisäksi listanneet joukon epäsuorempia hyödyntämismuotoja:

- Ennakointiprosessi ja sen tulokset ovat tuoneet esille selvitystarpeita, jotka ovat johtaneet uusien työryhmien ja komiteoiden perustamiseen sekä erilaisten konferenssien järjestämiseen. Tällä voi olla välillistä vaikutusta toimivarojen suuntaamiseen, priorisointiin, teknologiapoliittiseen päätöksentekoon myöhemmissä asiayhteyksissä. Esimerkiksi Ranskan 'Energie 2010–2020' -ennakointi johti tulevia energiaratkaisuja pohtivan keskustelupiirin perustamiseen. Lisäksi järjestettiin useita konferensseja joissa tietoa välitettiin päätöksentekijöille. Myös Ruotsissa on jaettu päättäjille ja laajemmille piireille aktiivisesti ennakointitietoa konferenssien ja seminaarien välityksellä.
- Ennakointitietoa on käytetty referenssitietona erilaisissa policy- ja strategia-papereissa sekä hyödynnetty teknologiapoliittisessa keskustelussa ja päätöksenteossa. Viittaamalla kansallisella tai kansainvälisellä foorumilla tuotettuun ennakointitietoon voidaan tarjota kyseessä olevan asian ymmärtämistä helpottavaa taustatietoa. Toisaalta voidaan myös hakea tukea esitetyille suunnitelmille tai jo tehdyille päätöksille. Tällaista hyödyntämistä on esiintynyt mm. Saksan Delphi-tutkimuksen yhteydessä.
- Ennakointitieto on osaltaan vaikuttanut organisatorisiin muutoksiin, joita on tehty esimerkiksi t&k-toimintaa edistävän rahoitusjärjestelmän suhteen. Esimerkiksi Ranskan 'avainteknologia'-hankkeen sanotaan vaikuttaneen tällaiseen uudelleenjärjestelyyn.

Asiantuntijaryhmissä toteutetuissa eurooppalaisissa ennakoinneissa ensisijaisina kohderyhminä ovat olleet yleensä poliittiset päättäjät ja julkishallinto, yritysjohtajat ja muut teollisuuden päättäjät sekä julkisten tutkimuslaitosten vastuutahot. Laajapohjaisemmissa ennakointihankkeissa, joissa on ollut mukana eri intressiryhmien edustajia, kohderyhminä ovat olleet myös muut tutkimuksen ja tuotekehityksen avainryhmät (asiantuntijat, tutkijat, tutkimusjohtajat, rahoittajat). Tietoa on pyritty levittämään myös laajemmin yhteiskunnassa, tavallisille kansalaisille sekä erilaisille aktivistiryhmille ja kansalaisjärjestöille (NGOs). Edellä luetellut toimijaryhmät ovat myös hyödyntäneet ennakointitietoa vaihtelevin painotuksin.

Eri tahoilla ja eri ajankohtina toteutetut ennakoinnit vaikuttavat myös toisiinsa. Kun arvioidaan ennakointien vaikuttavuutta, on siksi syytä kiinnittää huomiota myös seuraaviin aineiston pohjalta tehtyihin havaintoihin:

- Kansallisen tason ennakoinneissa on hyödynnetty lähes poikkeuksetta aiempien ja muualla toteutettujen ennakointihankkeiden raportteja ja kokemuksia uuden ennakointihankkeen lähtömateriaalina. Vaikka aiempien ennakointien tuloksia kyseenalaistettaisiinkin uutta ennakointihanketta käynnistettäessä, on niillä huomattava vaikutus uuden hankkeen sisällön muotoutumiseen ja argumentointiin prosessin kuluessa. Myös tulosten raportoinnissa hyödynnetään usein aiempien vastaavien raporttien rakennetta ja jäsentelyä. Ennakointihankkeiden sanomat voivat tämän käytännön myötä elää pitkästi yli varsinaisen toteutus- ja raportointivaiheen.
- Toteutettuja kansallisia ennakointihankkeita on hyödynnetty myös kansainvälisten ennakointihankkeiden lähtömateriaalina. Esim. eurooppalaisena yhteistyönä toteutetussa IPTS:n Futures-hankkeessa tulevaisuussuuntautuneen teknologiakartan yhtenä lähtökohtana olivat Euroopassa ja muualla maailmassa (Yhdysvalloissa, Japanissa, Australiassa, Uudessa Seelannissa) toteutetut kansalliset ennakointihankkeet (ks. IPTS, 1999).
- Ennakointiprosessi ja sen tulokset ovat joissain tapauksissa johtaneet myös uusien, tarkemmin fokusoitujen ennakointihankkeiden toteuttamiseen kiinnostavaksi katsotuilla alueilla. Esimerkiksi Itävallan Delphi-tutkimuksen pohjalta ideoitiin neljä fokusoitua ennakointihanketta (tarkasteltavina osa-alueina ammattikoulutus, langaton viestintä, liikenne ja lääkintäteknologia). Ruotsissa käynnistettiin energiasektorin ennakointihanke ja alueellisia ennakoiteja 'Teknisk Framsyn' -hankkeen seurauksena. Useissa maissa (mm. Englannissa, Ruotsissa ja Italiassa) on päädytty ennakointiprosessin toistamiseen saatujen kokemusten pohjalta.

### ***Hyödyntämismahdollisuudet suomalaisten toimijoiden näkökulmasta tarkasteltuna***

Ennakointi- ja arviointitietoa tarvitaan Suomessakin poliittisen päätöksenteon, teollisuuden ja yritysten strategiатыön sekä tutkimuksen suuntaamisen tueksi. Keskeisiksi hyödyntäjätahoiksi nousevat tällöin mm. tiede- ja teknologianeuvosto, ministeriöt (erityisesti kauppa- ja teollisuusministeriö ja opetusministeriö), eduskunta valiokuntineen (erityisesti tulevaisuusvaliokunta), tutkimuksen rahoittajat (Suomen Akatemia, Tekes, Sitra), teollisuusliitot jäsenyrityksineen, VTT sekä muut tutkimuslaitokset, yliopistot ja korkeakoulut. Myös kansalaiset, samoin kuin heitä edustavat etu- ja kansalaisjärjestöt, tarvitsevat tietoa teknologian tulevasta kehityksestä ja vaikutuksesta voidakseen osal-

listua teknologiakehityksestä käytävään keskusteluun. Asioiden systemaattinen ja riittävän monipuolinen tarkastelu lisää ymmärrystä, luoden samalla valmiuksia pitkäjänteiseen toimintaan ja tietoihin valintoihin kaikilla edellä mainituilla tahoilla.

Kun verrataan suomalaisten toimijoiden teknologian ennakointi- ja arviointitiedon hyödyntämistapoja edellä esitettyihin eurooppalaisiin kokemuksiin, voidaan tehdä ainakin seuraavat huomiot:

- Myös Suomessa toteutettujen ennakointi- ja arviointihankkeiden lähtömateriaalina on hyödynnetty aiempia ja muualla toteutettuja ennakointi- ja arviointihankkeita. Relevanttien tietolähteiden identifiointi on tapahtunut osallistujien aiemman tietämyksen pohjalta, henkilökohtaisia asiantuntijaverkostoja hyödyntäen. Lisäksi on joissain tapauksissa laadittu yhteenvetoja muualla toteutetuista ennakoinneista ja niiden tuloksista (esim. KTM:n "Tiellä teknologiavision" -hanketta edelsi tämäntyyppinen toimeksianto). Jatkuvaluontoisen, useita toimijatahoja palvelevan ennakointi- ja arviointitiedon seurantajärjestelmän tarpeellisuudesta on aika ajoin käyty keskustelua, mutta toistaiseksi tällaista järjestelmää ei kuitenkaan ole kehitetty.
- Suomessa toteutettujen ennakointi- ja arviointihankkeiden tuloksia ei ole sanottavasti hyödynnetty kansainvälisten ennakointihankkeiden lähtömateriaalina. Suomalaiset hankkeet on toteutettu varsin vaatimattomin resurssein, omista lähtökohdista käsin eikä niitä koskevaa tiedotusta ole aktiivisesti suunnattu kansainvälisille foorumeille. Kansainväliseen vaikuttamiseen ei ole tietoisesti edes pyritty, vaan vuorovaikutus on nähty lähinnä yksisuuntaisena: tavoitteena on ollut muualla tuotetun ennakointi- ja arviointitiedon tehokas hyödyntäminen ja soveltaminen suomalaisissa prosesseissa.
- Innovaatiojärjestelmän toimijoiden verkottamista ei ole Suomessa nähty ennakointiprosessien ensisijaiseksi tehtäväksi, sillä suomalaiset t&k-toimijat ovat varsin pitkälle verkottuneet jo muutenkin. Esimerkiksi Tekesin teknologiaohjelmilla on nähty olevan keskeinen rooli teollisuuden, korkeakoulujen ja muiden tutkimuslaitosten avaintoimijoiden verkottamisessa ja ennakointiprosesseista saatava lisähyöty on siksi nähty varsin marginaaliseksi (ks. Eerola & Holst-Jorgensen, 2002).
- Suomessakin on viime aikoina on käyty keskustelua teknologian ennakointi- ja arviointitiedon hyödyntämismahdollisuuksista tutkimuksen kohdentamisen ja voimavarojen suuntaamisen apuvälineenä. Toistaiseksi tällainen hyödyntäminen on kuitenkin ollut luonteeltaan epäsuoraa ja implisiittistä eikä hyödyntämistavoista ole tältä osin saatavissa selkeitä eksplisiittisiä dokumentteja.

- Tutkimusohjelmien valmisteluun liittyvät visiointiprosessit ovat olleet luonteeltaan usein aivoriihityyppisiä ja jo valmiiksi varsin pitkälle fokusoituja. Laajempi-alaiset tarkastelut ovat välittyneet prosesseihin niihin osallistuvien asiantuntijoiden tieto- ja kokemuspohjan myötä (mm. KTM:n "Tiellä teknologiavisioon"-hankkeen on arvioitu tätä kautta osaltaan vaikuttaneen Tekesin teknologiaohjelmien muotoutumiseen). Viimeaikoina on kuitenkin tutkimusohjelmien sekä niiden valmistelun ja evaluoinnin yhteyteen liitetty myös eksplisiittisempää ja laajalaisempaa ennakointia (esim. Tekesin Kone2015-, WoodWisdom- ja Elintarviketutkimusohjelmissa on toteutettu tällaisia ennakoiteja; ks. Meristö & Karjalainen, 2001; Salo et al., 2002; Hjelt et al., 2002).
- Suomalaisilla teknologiaennakoinneilla ja -arvioinneilla ei useimmiten näytä olevan välitöntä, dokumentoitua kytkentää teknologiapoliittiseen suunnitteluun ja päätöksentekoon. Sen sijaan löytyy kuitenkin esimerkkejä ainesten ja argumenttien tarjoamisesta ennalta tiedossa oleviin valinta- ja päätöstilanteisiin. Tuoreita esimerkkejä tällaisista teknologiaennakoinneista ja -arvioinneista ovat syksyllä 2001 valmistuneet VTT:n "Energy Visions 2030" ja eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan "Energia 2010" -raportit (VTT Energy, 2001; Loikkanen et al., 2001), joita kumpaakin hyödynnettiin eduskunnan ydinvoimaaänestystä edeltävässä keskustelussa. Englanninkielinen "Energy Visions 2030" -raportti on helpottanut hyödyntämistä myös kansainvälisillä foorumeilla.
- Suomalaisten teknologiaennakointien myötä tai niiden pohjalta ei ole käynnistynyt teknologiakehitykseen liittyvää aktiivista kansalaiskeskustelua. Tällaisen laajapohjaisen keskustelun herättämiseen ei ole tietoisesti edes pyritty. (On nähty tarkoituksenmukaisemmaksi edistää eri tieteenalojen asiantuntijoiden sekä yritysten ja julkisen sektorin avaintoimijoiden välistä vuorovaikutusta.)

Edellä esitetyn valossa vaikuttaa siltä, että teknologiaennakointien hyödyntämisen osalta suomalaiset odotukset ja kehittämistarpeet liittyvät erityisesti tutkimuksen ja t&k-toiminnan prioriteettien määrittelyyn ja voimavarojen kohdentamiseen. Huomiota olisi syytä kiinnittää myös ennakointi- ja arviointitoiminnan kansainväliseen vaikuttavuuteen sekä moniarvoisen kansalaiskeskustelun virittämiseen ja tukemiseen. Myös jatkuvaluontoisen, useita toimijatahoja palvelevan ennakointi- ja arviointitiedon seurantajärjestelmän luomista on syytä harkita kansainväliset yhteistyömahdollisuudet samalla huomioon ottaen. On kuitenkin muistettava, että hyödyntämisprosessien ja hyödyntämistä tukevien seurantajärjestelmien on jatkossakin nivellyttävä suomalaisen johtamiskulttuuriin ja hallintotapaan. Näitä asioita tarkastellaan seuraavassa luvussa.

### 3.6 Ennakoinnin institutionaaliset ja kulttuuriset taustatekijät

Teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä määrittävät osaltaan myös institutionaaliset rakenteet ja kulttuurinen ympäristö. Näillä tekijöillä on vaikutusta paitsi jo toteutuneisiin teknologian ennakointeihin ja arviointeihin myös suomalaisten käytäntöjen kehittämiseen: teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä kehitettäessä on kiinnittävä huomiota sekä kyseisiin käytäntöihin sinänsä että siihen toimintaympäristöön, joihin näitä käytäntöjä ollaan istuttamassa. Oleellisia elementtejä tässä toimintaympäristössä ovat mm. tutkimuksen, julkishallinnon ja elinkeinoelämän väliset vuorovaikutussuhteet, poliittisen päätöksenteon pelisäännöt ja käyttäytymismallit, yleisesti hyväksytyt johtamiskäytännöt sekä olettamukset asiantuntijoiden ja kansalaisten rooleista päätöksenteossa. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti näitä tekijöitä. Huomiota kiinnitetään erityisesti tieteen ja teknologian kehitystä koskevan tiedon potentiaalisiin hyödyntämismuotoihin eri reunaehto- ja vallitessa.

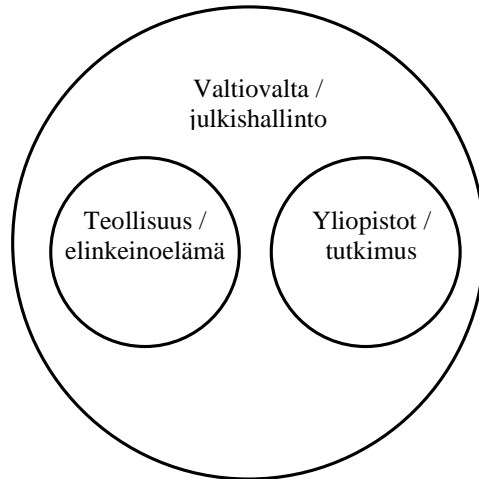
#### *Tutkimuksen, elinkeinoelämän ja julkishallinnon vuorovaikutussuhteet*

Tutkimuksen, julkishallinnon ja elinkeinoelämän vuorovaikutussuhteista ja niiden merkityksestä on keskusteltu vilkkaasti viime vuosina. Euroopan eri maissa on esiintynyt ainakin kolmenlaisia organisoitumismalleja (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Etzkowitz, 2002):

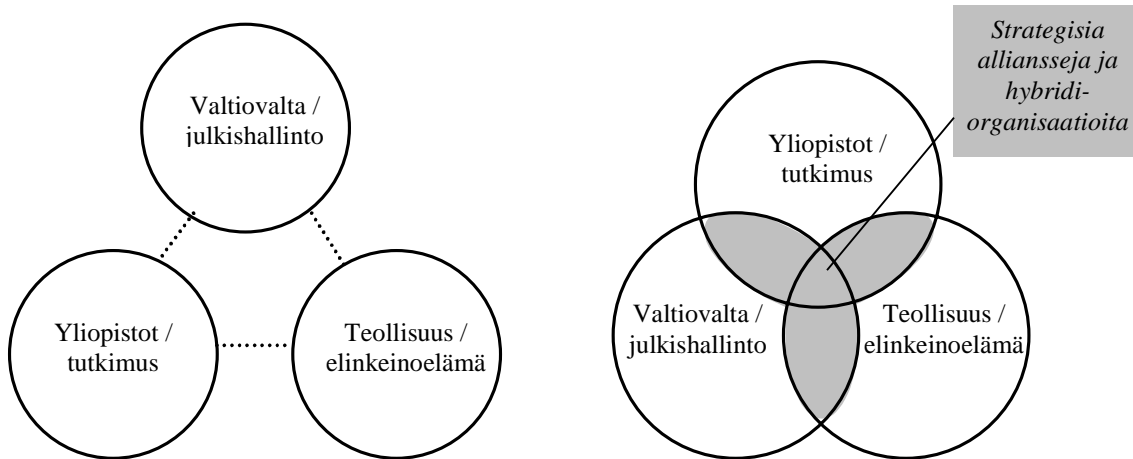
- a) julkishallinto ohjaa teollisuutta ja tutkimusyhteisöjä, jotka on nähty yhteiskuntaa palvelevina erillisinä osajärjestelminä (valtiojohtoinen järjestelmä/organisoitumismalli)
- b) julkishallinto, akateeminen tutkimus ja elinkeinoelämä ovat itsenäisiä institutionaalisia järjestelmiä, jotka toimivat omilla toimintalogiikoillaan ja jotka ovat vain löyhästi sidoksissa toisiinsa ('laissez faire' -malli)
- c) julkishallinto, tutkimus ja elinkeinoelämä toimivat osittain päällekkäisinä institutionaalisina järjestelminä, joiden roolit vaihtelevat joustavasti tilanteen mukaan ja joiden rajapinnoilla esiintyy erilaisia strategisia alliansseja ja hybridioorganisaatioita<sup>12</sup> ('Triple Helix' -malli). Toimintamalleja havainnollistetaan kuvassa 6.

---

<sup>12</sup> Esimerkkejä tällaisista 'hybridiorganisaatioista' ovat yrityshautomot, osaamis- ja kehittämiskeskukset, erilaiset T&K-yhteistyötä tukevat organisaatiot, jne.



6a. Valtiojohtoinen malli



6b. 'Laissez-faire' -malli

6c. 'Triple Helix' -malli

Kuva 6. Julkishallinnon, elinkeinoelämän ja tutkimuksen vuorovaikutus – Kolme organisoitumismallia (lähde: Etzkowiz & Leydesdorff, 2000; Etzkowiz, 2002).

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että 'Triple Helix' -ajattelutapa, joka korostaa samalla myös alueellisten toimijoiden merkitystä, on valtaamassa alaa kahdelta edelliseltä. Käytännön toteutuksessa on kuitenkin varsin suuria maakohtaisia eroja. Suomi lukeutuu niihin maihin, joissa 'Triple Helix' -malliin sisältyviä ajatuksia on viety pisimmälle (ks. <http://trendchart.cordis.lu>).

Teknologian nopea kehitys ja ympäröivän maailman lisääntyvä kompleksisuus ovat nostaneet asiantuntijoiden ja päättäjien välisen vuorovaikutuksen yhä tärkeämpään asemaan niin yhteiskunnassa kuin liiketoiminnassakin. Yllä kuvatut yleisen tason organisoitumismallit eivät kuitenkaan vielä kerro, miten tieteen ja teknologian kehitystä koskeva tieto kulkeutuu päätöksentekoon ja miten sitä voidaan siinä hyödyntää. Jotta tek-

nologian ennakointi- ja arviointitiedon hyödyllisyydestä ja vaikuttavuudesta voitaisiin perustellusti keskustella, on ymmärrettävä myös eri tyyppisten päätöksentekoprosessien tiedon tuottamiselle ja hyödyntämiselle asettamat vaatimukset ja reunaehdot. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti erilaisia poliittisia päätöksentekoprosesseja sekä niihin liittyviä mekanismeja ja käytäntöjä. Nämä prosessit ja käytännöt heijastuvat osaltaan myös elinkeinoelämän strategiatyöhön.

### ***Poliittisen päätöksenteon pelisäännöt***

Poliittiset päätökset – samoin kuin elinkeinoelämän strategiset päätökset – vaikuttavat tyypillisesti useiden eri toimijaryhmien tulevaisuuteen pitkälle eteen päin. Tämä edellyttää useiden eri tahojen kuulemista jo päätösten valmisteluvaiheessa. Päätöksentekoprosessi ja eri tahojen asiantuntemuksen huomioiminen voidaan kuitenkin toteuttaa monella eri tavoin. Euroopan maissa ja muualla maailmassa on ollut käytössä ainakin neljäntyyppisiä päätöksentekokäytäntöjä (Renn, 1995; de Jong & Mentzel, 2001; Renn, 2001): 1) vastakkainasetteluun perustuva päätöksentekotapa (*adversial style*), 2) luottamuksenvarainen päätöksentekotapa (*fiduciary style*), 3) yhteisymmärrykseen perustuva päätöksentekotapa (*concensual style*) ja 4) eturyhmien intressit huomioiva päätöksentekotapa (*corporatist style*).

*Vastakkainasetteluun perustuvassa lähestymistavassa* päätöksenteko nähdään avoimena foorumina, jossa eri yhteiskuntaryhmien toimijat kilpailevat vaikutusvallasta asiantuntijatietoon tukeutuen. Poliittiset päättäjät pyrkivät perustamaan päätöksensä mahdollisimman pitävään asiantuntijatietoon, jotta päätöksiä ei voitaisi kyseenalaistaa muiden toimesta. Myös argumentointi on julkista ja mahdollisimman läpinäkyvää. Erilaiset tieteelliset neuvoo-antavat elimet ovat keskeisessä asemassa tällaisessa järjestelmässä. Tieteellinen pätevyys ja tunnustettu asemaa ovat tärkeimpiä edellytyksiä asiantuntijoiden kuulemiselle.

*Luottamuksenvaraisessa järjestelmässä* päätökset tehdään 'sisäpiirissä', joka on kuitenkin velvoitettu työskentelemään 'yhteisen hyvän' eteen. Muut toimijat voivat tarjota aineksia ja argumentteja päätöksentekoprosessiin, mutta eivät osallistu siihen itse. Koska päätöksentekoprosessissa käytetyt lähtötiedot ja argumentit eivät ole julkisia tietoja, ulkopuolisten on vaikea seurata ja arvioida prosessia. Sisäpiirin päättäjät käyttävät asiantuntijoita konsultteina oman harkintansa mukaan. Ulkopuolisten asiantuntijoiden rooli rajoittuu yleensä spesifisten kysymysten valottamiseen ja taustatietojen tarjoamiseen, kun taas päätösvaihtoehtojen potentiaalisia vaikutuksia arvioivat päättäjiä palvelevat asiantuntijaelimet.

*Yhteisymmärrykseen perustuvassa päätöksentekomallissa* eri intressiryhmistä kootut vaikutusvaltaiset toimijat (päättäjät, asiantuntijat, kansalaisryhmien edustajat) keskus-

televat päätösvaihtoehtoista suljetuin ovin. Tavoitteena on löytää kaikkia osapuolia tyydyttävät ratkaisuvaihtoehdot yhdistämällä osapuolten edustamat intressit parhaaseen saatavilla olevaan tietoon. Eri intressitahojen välisiä ristiriitoja ei tuoda kuitenkaan julkiseen keskusteluun, vaan niille pyritään löytämään ratkaisut kahdenvälisissä keskusteluissa, mielellään jo ennen varsinaisten neuvottelujen alkamista. Kuultavaksi voidaan kutsua asiantuntijoita yhteisen sopimuksen mukaan. Kun kompromissiratkaisu on löytynyt, sitä puolustetaan yhteistuumin julkisessa keskustelussa.

*Eturyhmien valtaan perustuvassa järjestelmässä päätöksentekoprosessin osallistujat valitaan systemaattisesti eri yhteiskuntaryhmiä edustavien etujärjestöjen, tunnettujen asiantuntijoiden ja muiden avaintoimijoiden joukosta. Valintamenettely ja päätöksentekoprosessi on varsin pitkälle formalisoitu. Neuvottelut heijastavat tyypillisesti yhteiskunnan valtarakenteita mutta myös paineita 'suuren yleisön' taholta. Ulospäin pyritään esiintymään yhtenäisenä päättäjäjoukkona mahdollisista ristiriidoista huolimatta. Asiantuntijajäseniksi pyritään valitsemaan henkilöitä, jotka nauttivat kaikkien intressiryhmien luottamusta. Valintamenettelystä johtuen he edustavat pikemminkin maltillisia kuin radikaaleja näkemyksiä. Asiantuntijat osallistuvat täysivaltaisina jäseninä päätösten valmisteluun. Heidän näkemyksiinsä luotetaan eikä heiltä välttämättä odoteta pitäviä todisteita kannanottojensa tueksi.*

### ***Kansalliseen kulttuurin ja historiallisen kehityksen vaikutukset***

Kansallinen kulttuuri, poliittiset perinteet ja yhteiskunnan sosiaaliset normit määrittävät varsin pitkälle päätöksentekoon ja asiantuntemuksen hyödyntämiseen liittyviä käytäntöjä. Vaikka edellä kuvattuja puhtaita malliprosesseja ei ehkä olekaan olemassa, voidaan eri maiden käytännöissä havaita selviä yhtymäkohtia näihin. Yhdysvaltojen päätöksentekojärjestelmä perustuu paljolti vastakkainasetteluun, kun taas Japanilainen noudattelee yhteisymmärrysmallia. Pohjois-eurooppalainen päätöksentekotapa on ollut lähinnä eturyhmien valtaan perustuvaa korporatiivista järjestelmää, kun taas Etelä-Euroopan maissa luottamuksenvarainen päätöksentekoprosessi on ollut dominoiva malli. Luottamukseen perustuva päätöksentekotapa on toisaalta alkanut lähentyä korporatistista, eturyhmien intressit huomioivaa mallia samalla, kun korporatistinen malli on omaksunut aineksia vastakkainasettelumallista. Amerikkalaiseen vastakkainasettelulähestymistapaan on puolestaan viime vuosina etsitty aineksia yhteisymmärrykseen perustuvasta päätöksentekomallista samalla, kun Japanissa halutaan laajentaa päätöksentekoprosessien osallistujapohjaa. Voidaankin todeta, että kehityksessä on uusi *sovitteleva* päätöksentekotapa (*mediative style*), joka hakee aineksia useista edellä kuvatuista päätöksentekomalleista (Renn, 1995, 2001).

Institutionaaliset ja kulttuuriset erot vaikuttavat myös tieteen ja teknologian kehitystä tarkastelevien päätöksentekoprosessien tavoitteenasetantaan. Monissa Euroopan maissa



tieteellis-tekninen asiantuntemus sinänsä on perinteisesti nähty eräänä kansantalouden ja yhteiskuntapolitiikan kulmakivenä, jolloin tavoitteenasetannassa ovat painottuneet tuotekehitykseen ja tuotantoprosesseihin liittyvät asiat. Japanissa on pyritty tietoisemmin kuluttajien tulevien tarpeiden tyydyttämiseen uusien teknologioiden avulla, mikä on edellyttänyt systemaattista teollisuuden, tutkijoiden ja julkishallinnon ennakoituyhteistyötä. Yhdysvaltalaisista lähestymistapaa voidaan luonnehtia lähinnä markkinaorientoituneeksi – tavoitteena joustava reagointi muuttuviin markkinoihin, jolloin tieteen ja teknologian kehitystä koskeva asiantuntemus on pyritty integroimaan tiiviisti yritystoimintaan (Renn, 1995). Johtamiskulttuureissa on myös muita maakohtaisia eroja: hierarkiset rakenteet ja niiden merkitys, käyttäytymisnormit ja eri toimijoihin kohdistuvat odotukset ovat erilaisia Yhdysvalloissa, Japanissa, ja Euroopan eri maissa (Morgan, 1986; Hofstede, 1980).

Euroopan yhdentymisen luo osaltaan paineita yhteisten pelisääntöjen kehittämiseksi poliittisen päätöksenteon tueksi. Kansallisen ja EU-tason hallintotapoihin ja teknis-tieteellisen asiantuntemuksen hyödyntämiseen onkin kiinnitetty viime vuosina erityistä huomiota. Esimerkkinä tästä on mm. ESTO:n selvitystyö "Science and governance: Describing and typifying scientific advice structure in the policy making process" (Glynn et al., 2001), jossa tarkasteltiin viiden eri Euroopan maan (Ranska, Englanti, Ruotsi, Saksa, Italia) käytäntöjä päätöksentekoa tukevan asiantuntijatiedon tuottamisen ja hyödyntämisen näkökulmasta, verraten niitä myös Yhdysvaltojen ja Euroopan Unionin vastaaviin käytäntöihin. Myös ESTO-verkoston puitteissa käynnistynyt eurooppalaisten teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen monitorointityö on nähty tarpeelliseksi näistä lähtökohdista käsin (Tübke et al., 2001). Siitä onkin muodostumassa jatkuvaluontoinen aktiviteetti samalla, kun alan eurooppalaisten osaajien välistä vuoropuhelua pyritään tukemaan eri tavoin<sup>13</sup>.

Keskeisiä EU-toimijoita teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämistyössä ovat IPTS ja Euroopan komission tutkimuspääosaston (DG Research)<sup>14</sup> 'Science and Technology Foresight' -yksikkö. Pyrkimyksenä ei kuitenkaan ole homogenisoida eurooppalaisia käytäntöjä, vaan luoda parempia edellytyksiä Euroopan eri maissa tuotettavan tulevaisuussuuntautuneen asiantuntijatiedon hyödyntämiselle strategisessa päätöksenteossa. Keskeisenä tavoitteena on Euroopan kilpailukyvyyn turvaaminen vahvan yh-

---

<sup>13</sup> Vuoropuhelua on edistetty mm. ESTO-, ASTPP- ja FOREN- ja STRATA-verkostojen puitteissa (Tübke et al., 2001; ASTPP, 1999; FOREN, 2001, STRATA HLEG, 2002) sekä EU-puheenjohtajamaiden vuosina 1999–2002 järjestämien Foresight konferenssien muodossa (ks. esim. IPTS, 2002; KTM&TEK, 1999).

Ennakoitiasiantuntijoiden verkostoja on suunnitteilla myös EU:n kuudenteen puiteohjelmaan (EU FP6, Networks of Excellence & Integrated Projects; ks. [europa.eu.int/comm/research/fp6/networks-ip.html](http://europa.eu.int/comm/research/fp6/networks-ip.html)). Mukaan pyritään saamaan sekä tulevaisuussuuntautuneen teknologiatiedon tuottajia että hyödyntäjiä.

<sup>14</sup> Ks. [http://europa.eu.int/comm/dgs/research/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/dgs/research/index_en.html)

teiseurooppalaisen tutkimusalueen (ERA)<sup>15</sup> avulla. Euroopan integraatio ja globalisat-  
tionekehitys on toisaalta myös korostanut liiketoiminnan kilpailukyvyyn merkitystä va-  
pauttamalla ja avaamalla markkinoita.

### *Teknologian ennakointi ja arviointi osana suomalaista päätöksentekojärjestelmää*

Suomalaisen johtamiskulttuurin ominaispiirteinä voidaan pitää pyrkimystä nopeisiin  
päätöksiin, puolueettomaan asiantuntijatietoon tukeutumista sekä joustavaa, tarvittaessa  
hierarkiarakenteet ylittävää tiedon kulkua. Suomalaisessa päätöksentekojärjestelmässä  
pyritään myös huomioimaan eri eturyhmien intressit. Päätöksentekoprosessit ja asian-  
tuntemuksen hyödyntämismuodot ovatkin paljolti noudatelleet korporatistisen mallin  
käytäntöjä. Näyttää kuitenkin ilmeiseltä, että entistä avoimempi julkinen keskustelu,  
kauttaaltaan läpinäkyvä argumentointi sekä entistä laajempi osallistujapohja ovat ajan-  
kohtaisia asioita myös suomalaisessa teknologian ennakoinnin ja arvioinnin kehittä-  
mistyössä. Erityisen tärkeitä kysymyksiä nämä ovat kehitettäessä kansallisen ja alueelli-  
sen tason käytäntöjä tutkimusprioriteettien ja T&K-painopistealueiden määrittämiseksi.

Teknologisen kehityksen parempi hallinta edellyttää kuitenkin myös yritysten ja tutki-  
muslaitosten strategiatyöhön joustavasti integroituvien käytäntöjen kehittämistä. Syste-  
maattisella teknologian ennakointi- ja arviointityöllä voidaan luoda pohjaa kilpailuky-  
kyisille yritysstrategioille, joissa huomioidaan asianmukaisesti myös teknologisen ke-  
hityksen mukanaan tuomat mahdollisuudet ja riskit. Tarkoituksenmukaiset teknologian  
ennakointi- ja arviointikäytännöt tukevat pitkäjänteistä, tulevaisuussuuntautunutta toi-  
mintaa niin, että lyhyen aikavälin intressit eivät liiaksi dominoi päätöksentekoa.

## **3.7 Hahmottunut kokonaiskuva ja case-tarkastelua koskevat valinnat**

Edellä kuvattujen tarkastelujen pohjalta suomalaisesta toiminnasta hahmottunut kuva  
näyttää pääpiirteissään seuraavalta:

Suomessa ei ole toteutettu laajamittaisia teknologian ennakointihankkeita, kuten mones-  
sa muussa Euroopan maassa. Toisaalta suomalaisen teknologian ennakointitoiminnan  
vahvuutena voidaan pitää sen moninaisuutta sekä sen integroitumista osaksi muuta tule-  
vaisuussuuntautunutta toimintaa (suunnittelu, päätöksenteko, tutkimusohjelmien raken-  
taminen). Eri aihepiireihin fokuoituva ennakointiluontoista työtä tehdään useista eri  
näkökulmista kansallisella, alueellisella ja instituutiotasolla. Sekä teollisuuden että mui-  
den eturyhmien näkökulmia on pyritty huomiomaan. Yksittäisten toimijoiden ideomat

---

<sup>15</sup> Ks. [http://europa.eu.int/comm/research/era/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/research/era/index_en.html)

ja toteuttamat 'ad-hoc'-tyyppiset ennakointi- ja arviointihankkeet eivät kuitenkaan johda toivotulla tavalla tiedon ja osaamisen kumuloitumiseen teknologian ennakoinnin ja arvioinnin alueella. Tiedon ja osaamisen kumuloitumisen edellytyksiin tulisi siksi kiinnittää erityistä huomiota kehittämistyössä. Samalla tulisi kehittää myös teknologian ennakointi- ja arviointityön kannustimia: kiireiset päättäjät ja asiantuntijat panostavat tämäntyyppiseen työhön vain, mikäli kokevat saavansa siitä selvää hyötyä ja vastinetta (Salo, 2000).

Selviä kehittämistarpeita on havaittavissa myös teknologiaennakointien hyödyntämisen alueella. Eräs keskeisistä kysymyksistä on, miten teknologian ennakointi- ja arviointikäytännöt palvelisivat paremmin voimavarojen kohdentamista ja tutkimusprioriteettien määrittelyä. Myös kansainvälisten vaikuttamismahdollisuuksien edellytysten parantamiseen sekä teknologian kehitystä koskevan hedelmällisen, moniarvoisen kansalaiskeskustelun virittämiseen ja tukemiseen tulisi kiinnittää huomiota. Entistä avoimempi julkinen keskustelu, kauttaaltaan läpinäkyvä argumentointi sekä entistä laajempi osallistujajohja ovat ajankohtaisia asioita myös suomalaisessa teknologian ennakoinnin ja arvioinnin kehittämistyössä. Teknologisen kehityksen parempi hallinta edellyttää kuitenkin myös yritysten ja tutkimuslaitosten strategiatyöhön joustavasti integroituvien käytäntöjen kehittämistä. Tällaisilla käytännöillä voidaan tukea myös suomalaisten yritysten kilpailukykyä.

Suomalaisen kehitystyön kannalta oleellisia alueita havainnollistetaan vielä vertailevan tapaustutkimuksen avulla luvuissa 4–6. Tarkastelun kohteeksi on valittu kolme suomalaista ja kolme muualla Euroopassa toteutettua hanketta. Tarkasteltavat suomalaiset hankkeet ovat KTM:n vuonna 1996 käynnistämä "Tiellä teknologiavisioon" -hanke, Tekesin "Teknologia ja tulevaisuus" -katsaus vuodelta 1998 sekä vuonna 2001 VTT:n strategisten teknologiateemojen yhteydessä käynnistynyt "Technology Road Mapping" -työ. Kutakin suomalaista esimerkkiä tarkastellaan rinnan kehitystyön kannalta kiinnostavan ulkomaisen ennakointahankkeen kanssa. Vertailun tarkoituksena ei ole käytäntöjen paremmuuden mittaaminen vaan kehitystyön kannalta kiinnostavien elementtien esiin nostaminen.

Kansallisen tason ennakointeja on tarkasteltu kahdesta vaihtoehtoisesta kehityssuunnasta, jotka kummatkin ovat relevantteja suomalaisen kehitystyön kannalta. Seuraavassa luvussa tarkasteluparina on Ruotsissa v. 1999–2000 toteutettu "Teknisk Framsyn" -hanke ja KTM:n v. 1996–1997 toteuttama "Tiellä teknologiavisioon" -hanke. Molemissa hankkeissa on pyritty tuottamaan yhteiskunnan eri toimijaryhmien yhteisiä visioita teknologian tulevasta kehityksestä (nk. 'social vision' -mallin mukainen lähestymistapa). Luvussa 5 tarkastellaan Ranskassa v. 1999–2000 toteutettua "Technologies clés 2005" -hanketta ja Tekesin v. 1998 julkistaman "Teknologia ja Tulevaisuus" -raportin työprosessia. Molemmat hankkeet ovat painottaneet erityisesti asiantuntijanä-

kemysten merkitystä (nk. 'professional analysis/brainstorming' -mallin mukainen lähestymistapa).

Luvun 6 instituutiotason tarkastelussa on päädytty kahden samantyyppisen tutkimuslaitoksen vastaavanluontoisten mutta lähestymistavaltaan erilaisten teknologiaennakointien tarkasteluun. Tarkasteluparina on tanskalaisen tutkimuslaitoksen strategisia valintoja tukenut 'Technology Roadmapping' -prosessi, jota verrataan VTT:n strategisten teknologiateemojen yhteydessä hiljattain käynnistyneeseen TRM-työhön.

Valitsemalla syventävän tarkastelun kohteeksi riittävän erilaisia teknologiaennakointeja voidaan luoda edellytyksiä monipuolisen ymmärryksen syntymiselle. Tämä puolestaan on avuksi tulevassa kehitystyössä.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Myös muita kiinnostavia vertailupareja identifioitiin tutkimushankkeen kuluessa. Esimerkiksi Itävallassa vuosina 1996–1997 toteutettu Delphi-ennakointi ja Hollantilaiset teknologiaennakoinnit tarjoavat osaltaan kiinnostavia aineksia suomalaisen ennakointitoiminnan kehittämistyöhön. Näitä hankkeita on hiljattain kuvattu melko yksityiskohtaisesti toisaalla (ks. esim. Aicholzer, 2001; de Wilt & Rutten, 2001; Hjelt et al., 2001).

## 4. 'Social Vision' -malli lähtökohtana kehitystyössä

Tässä ja seuraavissa luvuissa pyritään havainnollistamaan suomalaisten käytäntöjen kehitystarpeita case-kuvausten ja -vertailujen avulla. Kussakin luvussa esitellään muualla Euroopassa hiljattain toteutettu teknologian ennakointihanke verraten sitä suomalaisen avaintoimijan (KTM, Tekes, VTT) lähinnä vastaavaan ennakointiprosessiin. Tavoitteena ei kuitenkaan ole asettaa ennakointikäytäntöjä paremmuusjärjestykseen, vaan vauhdittaa uusien omintakeisten toimintamallien kehittämistyötä nostamalla esiin tietämyksen hallinnan kannalta keskeisiä asioita. Esimerkkien valossa tapahtuva vertaileva tarkastelu voi olla tässä mielessä tarkoituksenmukainen oppimisväline, vaikka tarkasteltavat ennakointihankkeet eivät olisikaan kaikin osin yhteismitallisia. Esimerkkitarkasteluilla havainnollistetaan myös kohdassa 2.4 esitellyn viitekehyksen soveltamismahdollisuuksia ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämistyössä. Tarkasteluissa hyödynnetty aineisto on kuvattu liitteessä A.

Esimerkkitarkasteluissa keskitytään kuvaamaan niitä tekijöitä, jotka on nähty suomalaisten käytäntöjen kehittämisen kannalta keskeisiksi. Tällaisia ovat mm.:

- Toiminnan jatkuvuus
- Vuorovaikutusprosessien organisointi
- Ennakointi- ja arviointiprosessien osallistujapohja
- Kiinnostavan tiedon syntymistä edistävät menetelmälliset apuvälineet
- Ennakointiprosessien läpinäkyvyys ja tulosten raportointi
- Ennakointi- ja arviointitoiminnan vaikuttavuus.

Tässä luvussa tarkasteluparina on Ruotsissa v. 1999–2000 toteutettu "Teknisk Framsyn" -hanke ja KTM:n v. 1996–1997 toteuttama "Tiellä teknologiavisioon" -hanke. Molemissa hankkeissa on pyritty tuottamaan yhteiskunnan eri toimijaryhmien yhteisiä visioita teknologian tulevasta kehityksestä (nk. 'social vision' -mallin mukainen lähestymistapa).

## 4.1 Ruotsalainen sovellus: Teknisk Framsyn

Ajatus ruotsalaisesta kansallisesta teknologian ennakointihankkeesta kehittyi 1990-luvun puolivälissä. Taustalla vaikuttivat nopeat muutokset sekä teknologiassa että politiikassa ja samanaikaiset ongelmat taloudessa. Mallina ennakointihankkeelle pidettiin mm. Englannin Technology Foresight -hanketta, joka oli esitelty Ruotsin teknisten tieteiden akatemialle (Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien IVA) vuonna 1996. Ruotsin teollisuusliitto (Sveriges Industriförbund SI) oli omalla tahollaan analysoinut eurooppalaisia tutkimuksia ja oli kiinnostunut aloittamaan vastaavan ruotsalaisen hankkeen.

IVA ja Närings- och teknikutvecklingsverket NUTEK laativat vuonna 1997 yhteisen esiselvityksen kansainvälisistä ennakointikokemuksista ja Ruotsin edellytyksistä ryhtyä vastaavaan hankkeeseen (IVA & NUTEK, 1997). Tämän perusteella IVA ja NUTEK ehdottivat hankkeen käynnistämistä ja myös Strategisen tutkimuksen säätiö (Stiftelsen för Strategisk Forskning SSF) kiinnostui aiheesta.

Edellä mainitut neljä yhteisöä totesivat, että yksi yhteinen suuri hanke olisi uskottavampi ja saisi enemmän huomiota kuin erilliset hankkeet. IVA, NUTEK, SSF ja SI tekivät yhteisen päätöksen Teknisk Framsyn -hankkeesta keväällä 1998. Hanke lähti liikkeelle johtoryhmätyöskentelyllä elokuussa 1998. Valmisteluvaiheen jälkeen alkoi varsinainen työvaihe, jonka käynnistyskokous pidettiin tammikuussa 1999. Loppuraportin luonnos valmistui marraskuussa 1999 ja tulokset julkistettiin päätösseminaarissa maaliskuussa 2000 (IVA et al., 2000a). Useimmista muista vastaavista hankkeista poiketen Ruotsin hanke ei siis syntynyt hallituksen aloitteesta, vaikka se onkin sittemmin saanut hallitukselta rahoitus- ym. tukea ja hallitus on kiinnostuneena seurannut hankkeen etenemistä.

Hankkeen tavoitteita, prosessin kulkua, paneelityöskentelyä sekä tuloksia on kuvattu tarkemmin erillisessä liitteessä (löytyy pdf-muodossa verkkosivulta [www.vtt.fi/ttr/](http://www.vtt.fi/ttr/))<sup>17</sup>. Käytettävissä on ollut jonkin verran myös hanketta koskevaa ruotsalaista arviointitietoa (Granberg & Lewerentz, 2000; IVA et al., 2001a, 2001b). Seuraavassa käydään lyhyesti läpi tietämyksen hallinnan kannalta keskeisiä ja kiinnostavia asioita.

### *Toiminnan jatkuvuus*

Jo 1970-luvulla oli Ruotsissa ollut teknologia-orientoituneita tulevaisuustutkimuksia, mutta 1980-luvulla niitä laadittiin vain yksityisissä yhteisöissä. Oma kokemusta laajasta kansallisesta ennakointihankkeesta ei ollut, vaan perustietoja hankittiin tutkimalla

---

<sup>17</sup> VTT Teknologian tutkimuksen kotisivu, jossa opastus teknologian ennakkoinnin referenssitietoihin.

tarkasti muissa maissa toteutettuja hankkeita. 'Teknisk Framsyn' oli näin ollen ensimmäinen Ruotsissa toteutettu laajempi kansallinen ennakointihanke.

Prosessin kuluessa nousi monella taholla esille kysymys, tulisiko TF-prosessi uusia säännöllisesti. Tämä kysymys esitettiin myös loppuraportin päätteeksi. Sopivaksi toistamisintervalliksi arveltiin viittä vuotta. Tällöin voitaisiin prosessiin tehdä parannuksia hyödyntämällä sekä omia että muiden maiden ennakointikokemuksia. Kesällä 2002 tehtiinkin periaatepäätös uuden ennakointikierroksen käynnistämisestä (ks. Eerola & Holst-Jorgensen, 2002).

Prosessi on jatkunut myös alueellisen TF-toiminnan muodossa. Kesäkuuhun 2002 mennessä oli järjestetty yli 20 alueellista TF-konferenssia ympäri Ruotsia. Osa tilaisuuksista oli innostanut osallistujansa ryhtymään erityyppisten alueellisten ennakointien laadintaan. Muita TF-hankkeeseen liittyviä tapahtumia on järjestetty toista sataa ainakin 40 paikkakunnalla maan eri osissa.

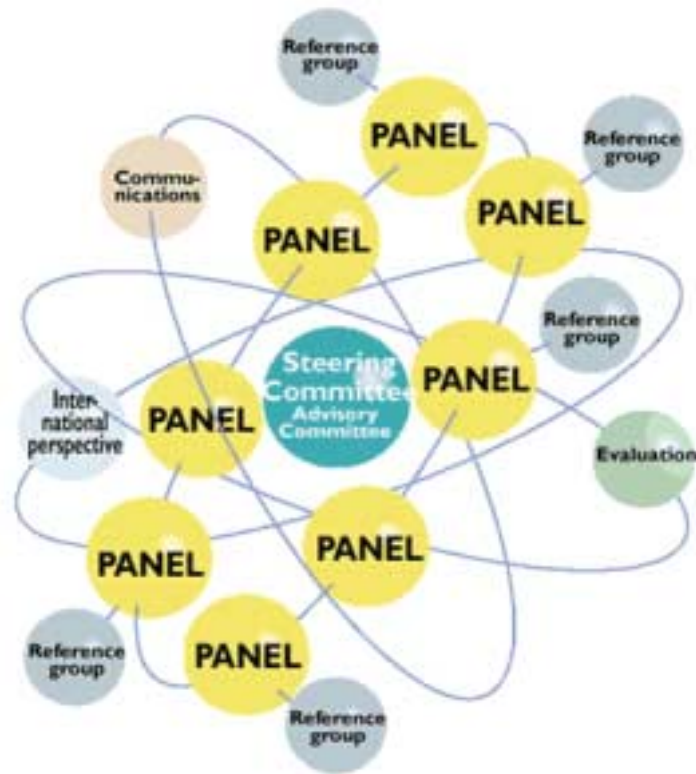
Toisena prosessin jatkumisen väylänä voidaan pitää neljää taustaorganisaatiota yhteistyöverkostoineen. Kaikkein tärkeimmäksi hankkeen tuottamien ajatusten ja tulosten levittämisen kannalta on kuitenkin arvioitu ne epäviralliset keskustelut, joita jatkuvasti virittävät sekä varsinaisessa työssä mukana olleet että TF-hankkeeseen muita kanavia pitkin tutustuneet. Raporteissa oli identifioitu lukuisia erityisalueita, jotka voisivat tarjota Ruotsille kasvu- ja uudistumispotentiaalia, ja näiden hyödyntäminen edellyttää tulevaisuussuuntautuneen ajattelutavan ja toiminnan vahvistamista laajalti sekä yritys- että yksilötasolla.

### ***Vuorovaikutusprosessien organisointi***

Paneelityöhön pohjautuvaa Teknisk Framsyn -hanketta ohjasi ja koordinoi johtoryhmä. Johtoryhmällä oli omaprojektitoimisto ja se nimesi myös projektijohtajan. Jokaiselle johtoryhmän jäsenelle oli lisäksi nimetty paneelit, joista heillä oli kontaktivastuu. Yhteyttä pidettiin käytännössä kuitenkin pääasiassa projektipäällikön kautta ja muiden johtoryhmän jäsenien suora yhteys paneelisiin jäi näin varsin vähäiseksi.

Hankkeen jatkuvaa seuranta ja arviointia varten perustettiin myös ulkopuolinen arviointiryhmä. Arviointiryhmän laatima prosessiarviointi on esitelty lyhyesti tämän raportin verkkosivuliitteessä (ks. [www.vtt.fi/ttr/](http://www.vtt.fi/ttr/)). Lisäksi nimitettiin tukiryhmä, jonka tavoitteisiin sisällytettiin mm. hanketiedon levittäminen tukiryhmäjäsenien omissa organisaatioissa. Tukiryhmän hyödyntäminen jäi ennakoitua tehottomammaksi. Tukiryhmän kontaktit rajoittuivat lähinnä TF-hankkeen johtoon. Aktiivisempi yhteys tukiryhmän ja paneelien välillä olisi jälkiarvioinnin mukaan luonut hyvää pohjaa myös myöhemmälle toteutusvaiheelle.

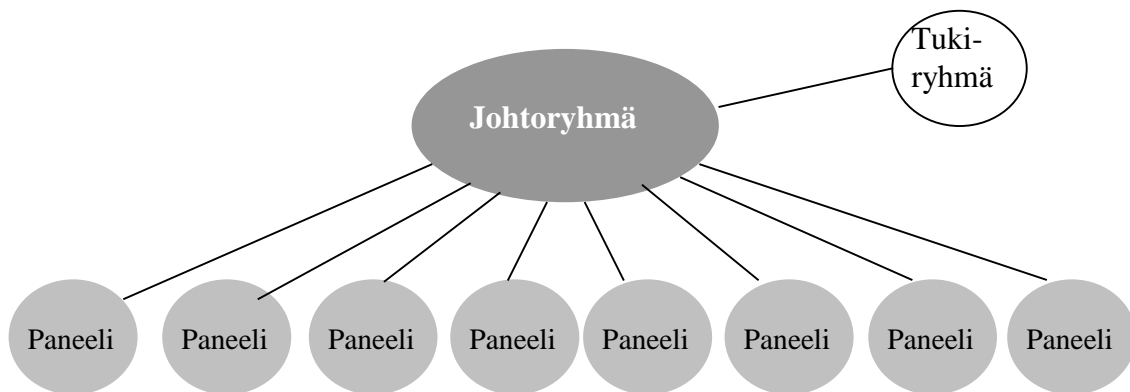
Teknisk Framsyn -hankkeen varsinainen työ tehtiin kahdeksassa paneeliryhmässä. Jokaiseen kahdeksaan paneeliryhmään nimitettiin puheenjohtaja ja n. 15 jäsentä. Paneelin käytännön toimia hoiti osapäiväinen projektipäällikkö. Paneelien apuna toimi ns. viite-ryhmiä ja eri alojen asiantuntijoita.



Kuva 7. Teknisk Framsyn -hankkeen organisaatiomalli ([www.tekniskframsyn.nu](http://www.tekniskframsyn.nu)).

Tavoitteena ollut vuorovaikutteinen ja dynaaminen organisaatiomalli (kuva 7) ei toteutunut sellaisenaan. Etenkin paneelien keskinäisen yhteydenpidon osalta toteutui staattisempi ja perinteisempi malli (kuva 8). Yhtenä syynä pidettiin sitä, että yksi vuosi on niukka aika paneelityöskentelylle, jos halutaan korostaa myös vuorovaikutteisuutta eri suuntiin. Yhdessä yhteisessä 'puolivälin tapaamisessa' ei ehditä yhtenäistää paneelien työskentelyä, tunnistaa päällekkäisyyksiä ja sopia rajauksista.





Kuva 8. Teknisk Framsyn -hankkeen paneelityön toteutunut organisaatio.

Paneelien sisäinen työskentely sen sijaan oli korostetun vuorovaikutteista. Tiiviin aikataulun vuoksi oli olennaista saada paneelit työskentelemään motivoituneesti ja samassa tahdissa. Aiempien ulkomaisten ennakointihankkeiden kokemusten perusteella paneelille annettiin yhteiset yksityiskohtaiset menettelytapa- ja etenemisohjeet projektisuunnitelmassa ja projektikäsikirjassa. Yhteisen menettelytapamallin mukaisesti kukin paneeli mm. identifioi avainalueensa monivaiheisessa prosessissa. Jokainen panelisti esitti parikymmentä tärkeää ja keskeistä aihetta aivoriihessä, jossa tuotetuista n. 250 aiheesta päädyttiin 20–40:een avainalue-ehdokkaaseen. Valintaa jatkettiin kunnes saavutettiin konsensus lopullisista 5–10 avainalueesta. Tämä vaihe vei ennustettua enemmän aikaa, mikä aiheutti voimakasta aikataulupainetta loppuvaiheeseen.

Osa paneeleista halusi laajentaa näkemyksiään vierailemalla keskustelujen ja kokousten lomassa mahdollisimman erityyppisillä paikkakunnilla – Malmössä, Norrköpingissä, Pajalassa jne. – joissa keskityttiin paikallisesti tärkeisiin aiheisiin. Myös nuorison näkemyksiä kuultiin.

Eräät paneelit lähettivät 'puolivälin katsauksensa' laajalle lausuntokierrokselle paneelia lähellä olevien elinkeinojen, viranomaisten ja järjestöjen edustajille. Osa paneeleista pyysi vielä loppuraporttinsa luonnoksesta palautetta taustatahoiltaan sisällön täydentämiseksi.

TF:n Internet-sivuja (<http://www.tekniskframsyn.nu/index.html>) käytettiin projektin kuluessa hankkeen ja sen taustamateriaalien esittelyyn sekä paneelien osalta yleisöpalutteen keräämiseen. Osa paneeleista vei alusta lähtien kaiken materiaalinsa internetiin. Palutteen hyödyntäminen jäi hajanaiseksi.

### ***Ennakointiprosessin osallistujapohja***

Teknisk Framsyn -hankkeen 6-henkinen johtoryhmä koostui neljän taustajärjestön sekä elinkeinoelämän edustajista. Hankkeen ns. tukiryhmän jäsenet edustivat n. 30 intressiryhmää. Tukiryhmän tarkoitus oli integroida kaikki Ruotsin merkittävät tahot hankkeeseen sekä nimetä ehdokkaita paneelien jäseniksi.

Paneelien henkilövalinnat teki johtoryhmä ja valintojen tuli olla yksimielisiä. Paneelien tuli olla mahdollisimman laaja-alaisia koostumukseltaan. Valinnoissa tuli ottaa huomioon alaan liittyvän pätevyyden ohella mm. maantieteellinen jakautuma, sukupuoli, ikä, koulutusala ja taustataho.

Paneelien kaksivaiheista rekrytointia, jossa ensin johtoryhmä valitsi pienen ydinryhmän ja sen jälkeen laajemman ehdokasasettelun kautta loput jäsenet, voidaan pitää kompromissina suljetun 'top-down'-valinnan ja Englannin Foresight-hankkeessa käytetyn laajan 'co-nomination'-tyylin välillä. Henkilövalinnat johtoryhmän veto-oikeuksineen voivat kuitenkin reilusti odotettua enemmän aikaa.

Paneelijäsenistä 59 % edusti yrityksiä, 27 % korkeakouluja, 10 % julkisia yhteisöjä ja 4 % muita. Edellä mainitun arviointiryhmän saamista kyselyvastauksissa pidettiin merkittävämpänä vinoutumana sitä, että perinteisten alojen vanhemmat vaikuttajat ('40-lukulaiset') olivat yliedustettuina, minkä arveltiin lisäävän perinteisten ajatustapojen ja näkökulmien dominointiriskiä. Sektorijaossa ei sen sijaan nähty varsinaista epätasapainoa, vaikka yrityssektori olikin voimakkaasti edustettuna.

Jälkiarvioinnissa todettiin, että 80 % panelisteista oli kolmen suurkaupungin alueelta ja 75 % oli miehiä, vaikka tavoitteena oli ollut tasapuolisemmat jakaumat. Paneelien asiantuntemuksen laajuuden suhteen esitettiin kysymys, tulisiko jatkossa pyrkiä saamaan enemmän edustajia yhteiskunta- ja humanististen tieteiden piiristä.

### ***Kiinnostavan tiedon syntymistä edistävät menetelmälliset apuvälineet***

Teknisk Framsyn -hankkeen paneelityöskentelyn taustamateriaaliksi teetettiin neljä erityyppistä skenaariota 10–20 vuoden perspektiivillä. Skenaariot laati Ruotsin puolustuksen tutkimuslaitos Försvarets forskningsanstalt FOA/Försvarsanalys yhteistyössä paneelien ja TF:n edustajien kanssa (Eriksson & Stenström, 1999).

Tarkoituksena oli, että skenaarioiden kehittämisessä käytettäisiin materiaalina paneelien tuottamia kuvauksia tulevaisuuden kehitysvoimista ja avainkysymyksistä. Skenaarioiden eräänä tarkoituksena oli avartaa panelistien näkemyksiä sekä toimia visioiden ja ideoiden testauskenttänä. Paneelien osallistuminen tähän vuorovaikutteiseen skenaario-

työskentelyyn vaihteli voimakkaasti, vaikka paneelien johtajia erikseen koulutettiin skenaariometodiikkaan. Kokemus osoitti, että kaikkia osallistujia olisi valmennettava etukäteen skenaarioanalyysiin ja lisäksi annettava tukea prosessin kuluessa. Nyt osa paneeleista ei hyödyntänyt skenaarioita lainkaan ja osassa jäi vähälle huomiolle se, että laaditut skenaariot oli tarkoitus paneeleissa sovittaa niiden omaan aihealueeseen.

Paneeleissa noudatettiin eri tavoin soveltaen projektisuunnitelman mukaista etenemistä säännöllisine kokoontumisineen. Kaikki paneelit järjestivät kokouksia ja etäkokouksia, ryhmätyöskentelyä, kotitehtäviä ja kahden päivän seminaareja. Tilaisuuksien vetämisessä käytettiin ulkopuolista asiantuntija-apua ja niihin kutsuttiin vierailevia asiantuntijoita. Seuraavassa kuvataan paneelien erilaisia painotuksia menetelmien valinnassa (IVA et al., 1999 a-d, 2000 b-e).

- *Paneeli 1* (Terveystieteiden ja lääketieteiden) ja laati kaksi omaa skenaariota sairaanhoidon tulevista rahoitusmalleista.
- *Paneelin 2* (Biologiset luonnonvarat) kokouksista neljä oli kaksipäiväisiä seminaareja ja lisäksi paneeli järjesti seitsemän workshopia. Työskentelyn edetessä laadittiin avainalueista seuraus- ja tarveanalyysit mm. skenaariotekniikan avulla. Projektijohdon FOA:lla teettämää neljää skenaariota käytettiin ohjeiden mukaisesti avainalueiden, strategioiden ja toimenpide-ehdotusten testaamiseksi skenaarioanalyysin avulla. FOA:n henkilökunta avusti paneelia laatimaan eräitä tarvittavia muutossovellutuksia skenaarioihin ja auttoi myös skenaarioiden käytössä.
- *Paneelissa 3* (Yhteiskunnan infrastruktuuri) järjestettiin avainalue-ehdotusten käsitteilyä varten teemoittain viisi seminaaria. Näiden järjestelyä varten valittiin panelistien joukosta ns. asiantuntijasihteerit, jotka erikoistuivat kuhunkin teemaan.
- Avainalueiden muodostamisen jälkeen *paneeli 4* (Tuotantojärjestelmät) laati SWOT -analyysin, jonka pohjalta rakennettiin strategiaa ja toimenpide-ehdotuksia viranomaisille, yrityksille, ja yhteiskunnalle. Keskustelun laajentamiseksi järjestettiin kuusi seminaaria, jotka kattoivat kaikki avainalueet. Seminaareissa tulevaisuudenkuvia 'testautettiin' nuorilla tutkijoilla ja tohtoriopiskelijoilla. FOA-konsulttien avulla skenaariomateriaalia käytettiin avainalueiden ja toimenpide-ehdotusten arviointiin.
- *Paneelin 5* (Informaatio- ja viestintäjärjestelmät) työskentelymetodin oli yhteiskunnallisten visioiden muotoileminen, ja avainalueiden kehittäminen nähtiin keinona näiden visioiden saavuttamiseksi. Avainalueisiin tukeutuvat strategiat osoittivat, miten Ruotsi pystyy pitämään yllä kilpailukykyään.
- *Paneeli 6* (Materiaalit ja materiaalivirrat) hahmotteli työnsä yhteisen vision ('Tietointensiivinen tuote') ja kokosi tulevaisuuden tarpeet 'tarvevisioiksi'. Projektisuunnitelman suositusten ohella paneeli eteni oman asiantuntijansa suosittelman metodin mukaan.
- *Paneelin 7* (Palvelut) tavoitteena oli, että jokainen panelisti kerää ympärilleen asiantuntija/viiteryhmän saadakseen ideoita ja testatakseen niitä. Paneeli ei tehnyt tutkimuksia tai selvityksiä vaan ainoastaan keskusteli mahdollisimman monen-

laisten tahojen edustajien kanssa. Tulevaisuutta hahmoteltiin kirjoittamalla päiväkirjamuodossa erityyppisten henkilöiden elämästä vuonna 2010. Vertailun vuoksi yksi päiväkirjaotteista oli vuodelta 1883.

- *Paneelin 8* (Koulutus ja oppiminen) johto korosti paneelityön rakentuvan jäsenten ammattitaidon ja kokemuksen varaan; ulkopuolisia asiantuntijoita käytettiin säästeliäästi. Työskentelymenetelminä käytettiin lukemista, keskusteluja, skenarointeja, parin päivän seminaarivierailuja eri paikkakunnilla. Paneelin jäsenet tuottivat esseitä eri aihepiireistä. 'Elinikäinen oppiminen' nousi keskeiseksi teemaksi, jolle rakennettiin matriisi avainalueista ja tarkastelunäkökuilma. Työskentelyn loppuvaiheessa paneeli luopui matriisin käytöstä, jotta se ei alkaisi rajata ajattelua liikaa ja keskittyi neljään omaan skenaarioon, jotka paneeli oli tuottanut FOA:n materiaalin pohjalta. Paneeli tarkasteli skenaarioissa sekä kansainvälistä että Ruotsissa tapahtuvaa kehitystä.

Kaikille paneeleille oli tarjottu mahdollisuus käyttää ulkopuolisia konsultteja sekä menetelmätueksi että lisätietojen hankintaan. Tähän varatut rahat jäivät suurelta osin käyttämättä. Syiksi arveltiin seuraavia:

- paneeleilla ei ollut aikaa ja voimia yksilöidä tukitarpeitaan
- paneelin johto ei ollut tottunut käyttämään konsultteja
- konsultit eivät olleet varautuneet toimimaan tarpeeksi nopealla toimitusajalla.

### ***Ennakointiprosessin läpinäkyvyys ja tulosten raportointi***

TF-projektin johtoryhmä laati varsinaisen loppuraportin. Se keskittyi kuvaamaan yleisiä tulevaisuuden trendejä sekä ilmiöitä, jotka läpäisevät kaikki aihe-alueet; paneelien tuloksia käsiteltiin vain lyhyiden yhteenvetojen verran. Johtoryhmä itse paljasti, että loppuraportin laadinta oli ollut aidosti vaikeaa. Kymmenkunta korkean tason esilukijaa oli käynyt johtoryhmän kanssa perinpohjaisia keskusteluja tiukan aikataulun vallitessa raportin rakenteesta ja painotuksista. Tehtävästä suoriuduttiin käyttämällä ulkopuolisia kirjoittajia.

Jokainen paneeli tuotti oman erillisen raporttinsa vuoden 1999 lopussa. Vaikka paneeleille oli annettu yhteiset toimintaohjeet, saatiin lopputuloksena kahdeksan varsin eri tavoin toimitettua raporttia. Aihealueiden käsittely vaihteli päiväkirjamaisesta tulevaisuuden maalailusta systemaattiseen 'visio-strategia-toimenpiteet'-etenemistapaan. Paneelien itsenäistä toimintaa kuvastaa myös se, että esitellyt tulokset olivat yhteismitattomia. Yksi paneeli saattoi esitellä työnsä tuloksina ainoastaan löydetyt avainalueet, toisen tuloksena olivat tulevat trendit ja haasteet, kolmas piti tuloksina muokkaamiensa skenaarioita ja neljäs tulosti tarkat toimenpideaskelet strategian toteuttamiseksi.

Kaikki raportit julkistettiin yhtä aikaa korkean tason konferenssissa 28.3.2000. Samalla käynnistyi tulosten levittäminen ja toimeenpano. Raportteja oli painettu runsaat 60 000 kpl, ja lisäksi on jaossa ollut paneelikohtaisia tiedotuslehtisiä 100 000 kpl. Painotuotteita on ollut saatavissa kaikilta neljältä taustaorganisaatiolta. Hankkeen tuottama materiaali on pääsääntöisesti ruotsinkielistä. Loppuraportti, osa paneelien kalvomateriaalista ja osa Internet-sivuista on käännetty englanniksi, samoin kuin tiedotuslehtiset. Tiedonlevityksen kannalta on ollut käytännöllistä, että TF-hankkeen internet-sivut ovat olleet informatiivisia ja raportit oheismateriaaleineen sieltä helposti löydettävissä. Tämä on helpottanut myös hankkeen innostamien epävirallisten tiedonlevittäjien työtä.

Prosessien kuvauksen tarkkuus vaihteli suuresti. Muutamassa paneeliraportissa ei työkentelyprosessista mainittu lainkaan, kun taas toiset paneelit esittelivät prosessin kulun kalenterimaisen tarkasti joko raportissaan tai www-sivullaan. Prosessien läpinäkyvyys oli suurimmillaan niissä paneeleissa, jotka päivittivät jatkuvasti www-sivujaan ja toivat niille kaiken tuottamansa materiaalin. Jokainen paneeli esitteli jäsenensä ja heidän taustatahonsa.

Hankkeen avoimuutta lisäsi se, että kaikki taustamateriaali oli vapaasti esillä internetissä. Samoin ilmestyivät www-sivuille varsinaisten raporttien jälkeen myös 'Johtoryhmän testamentti' ja 'Prosessiarviointi'. Internet-sivuilta ovat löytyneet myös lehdistötiedotteet ja konferenssien puheenvuorot ääninauhoina. Sivujen päivitystä ja ylläpitoa jatkettiin jonkin aikaa hankkeen päättymisen jälkeen. Tapahtumakalenterin ylläpito lopetettiin kesällä 2001, mutta TF-aiheiset tapahtumat jatkuivat vielä.

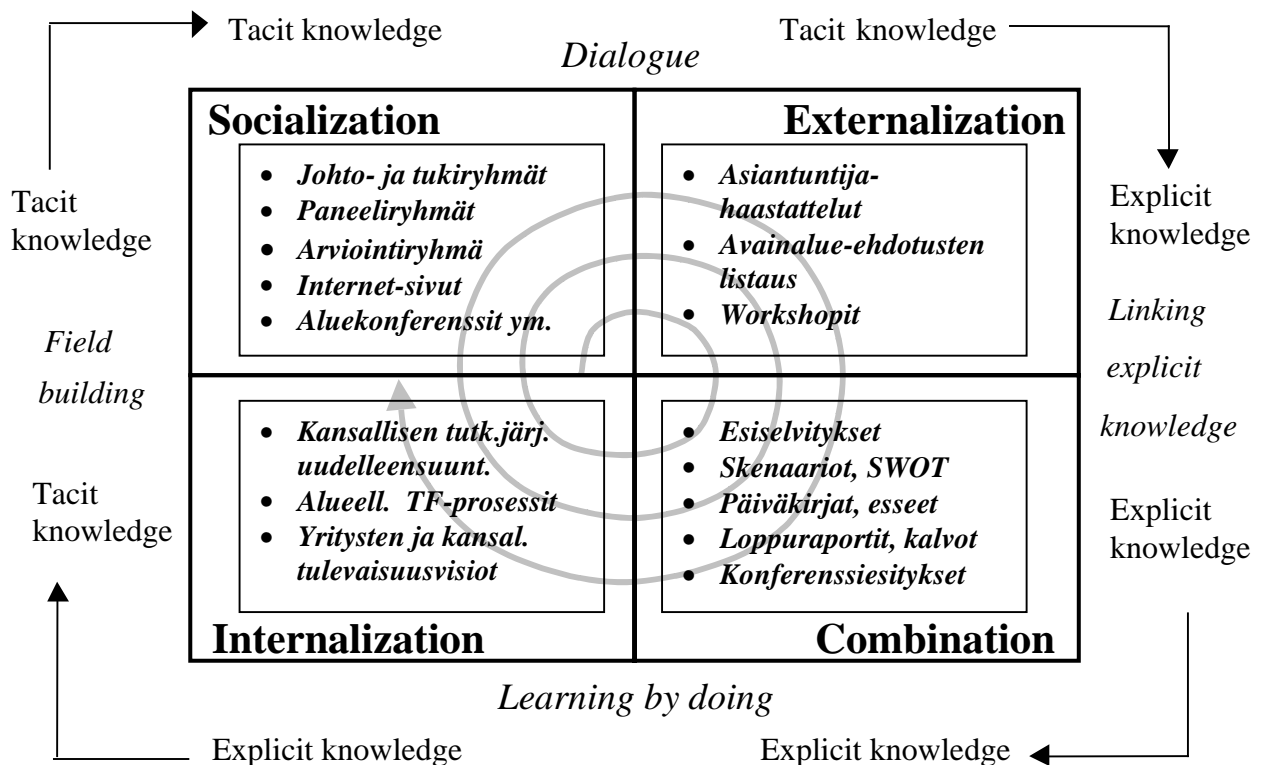
### ***Ennakoinnin vaikuttavuus***

Teknisk Framsyn -hankkeen tiukaksi koettuun aikatauluun oli jo alunperin vaikuttanut se, että tulosten haluttiin olevan ajoissa Ruotsin hallituksen käytössä sen valmistellessa esitystään kansallisen tutkimusjärjestelmän uudeksi suuntaamiseksi. Vaikka prosessi ei tuottanutkaan valmiita toimenpide-ehtotuksia, sen myötä syntynyttä tietoutta hyödynnettiin konsensuksen hakemisessa tutkimuspoliittisille linjauksille.

Toisaalta paneeliraporttien yhdeksi tavoitteeksi oli asetettu yleisökeskustelun stimulointi. Teknologian kehitystä ja sen ennakoitua haluttiin käyttää lähtökohtana, joka innostaisi keskustelemaan yhteiskunnan ja liike-elämän kehityksestä yleisemminkin. Tavoitteena oli myös tukea yritysten ja yhteisöjen päätöksentekoa osoittamalla niille toivottuja kehityssuuntia. Edellistä tavoitetta ovat palvelleet erityisesti ne raportit, joissa on runsaasti kuvauksia kansalaisten ja yritysten jokapäiväisestä toiminnasta kuvitteellisessa tulevaisuudessa. Jälkimmäistä tehtävää ovat todennäköisesti täyttäneet parhaiten ne raportit, joissa jokaiselle alalle on kehitetty oma strategiansa ja laadittu konkreettiset toimenpide-ehtotukset.

Laajat alueellisten TF-tilaisuuksien sarjat ovat saaneet aikaan myös käytännön toimintaa. Yhtenä esimerkkinä on Göteborgin ympärille talvella 2000–2001 rakennettu seminaarisarja "Det Framsynta Västsverige". Paneelien aihealueita tarkasteltiin paikallisten järjestäjien (mm. aluehallinto, yliopistot, tutkimuslaitokset, kauppakamari, yritykset) toimesta painottaen maakunnan omia olosuhteita. Tuloksena saatiin runsaasti konkreettisia toimenpide-ehdotuksia, joita käsiteltiin seurantakokouksessa maaliskuussa 2001. Tällöin päätettiin perustaa prosessin jatkamiseksi laajapohjainen työryhmä, jonka kokoonkutsujana toimii aluehallinto (Västra Götalandsregionen). TF prosessilla on ollut vaikutusta myös sektorikohtaisten ennakointien käynnistämiseen (esim. IVA:n koordinoima energiasektoriennakointi v. 2002–2003).

Ennakointiprosessiin liittynyttä tietämyksen hallintaa havainnollistetaan SECI-mallin avulla kuvassa 9.



Kuva 9. Teknisk Framsyn -hankkeessa käytetyt menetelmät ja niiden hyödyntäminen SECI-mallin avulla tarkasteltuna.

Seuraavassa on listattu kuvasta 9 ilmenevien käytäntöjen tärkeimpiä funktioita 'Teknisk Framsyn' -prosessissa tietämyksen hallinnan näkökulmasta.

### ***Kanssakäymiseen perustuva uusi tietämys (socialization):***

- *Johtoryhmän* ensisijaisena tehtävänä oli ennakoitiprosessin koordinointi sekä paneelityöhön pohjautuvan uuden tiedon syntetisointi ja viestintä ulos päin. Se toimi siten eräänä tärkeänä tiedon kumuloitumisen solmukohtana, joka ohjasi tietovirtoja jokapäiväisessä työssään virallisia ja epävirallisia viestintäkanavia hyödyntäen. Tiedon syntetisoinnissa käytettiin apuna konsultteja. Johtoryhmän jäsenillä oli vastuullaan myös nimikkopaneelit, joihin heidän oletettiin pitävän yhteyttä, mikä ei kuitenkaan toteutunut kovin hyvin käytännössä.
- *Tukiryhmän* tarkoituksena oli integroida hankkeeseen kaikki Ruotsin merkittävät tahot. Yhteensä edustettuina oli n. 30 intressiryhmää, joille pyrittiin näin aktiivisesti viestimään prosessista ja sen tuloksista myös henkilökohtaisten kanavien välityksellä. Tukiryhmän hyödyntäminen jäi kuitenkin aiottua vähäisemmäksi.
- *Paneeliryhmät* muodostettiin aihepiireittäin ja tarvelähtöisesti. Ne muodostivat aihepiiri-kohtaiset keskustelufoorumit, joissa sisäinen vuorovaikutus oli vilkasta ja keskustelevaa. Pyrkimyksenä oli konsensusnäkemysten muodostaminen prosessin kaikissa vaiheissa. Keskustelua käytiin paitsi yhteisissä kokouksissa myös sähköisten viestimien välityksellä.
- Paneelit kokoontuivat prosessin puolivälin tienoilla kerran myös *yhteiseen review-kokoukseen*. Tavoitteena oli päällekkäisyyksien sekä mahdollisten synergioiden ja rajaustarpeiden esille tuominen. Yhden yhteisen kokoontumisen huomattiin kuitenkin olevan riittämätön tähän tarkoitukseen.
- Ulkopuolisen *arviointiryhmän* tehtävänä oli hankkeen jatkuva seuranta ja arviointi. Ryhmä haastatteli panelisteja ja tutustui pistokoeluonteisesti paneelien toimintaan. Arviointiryhmä muodosti asiantuntijafoorumin, jolla käytiin kriittistä keskustelua prosessista ja sen tuloksista.
- Hankkeen alussa perustetut *Internet-sivut* täydentyivät jatkuvasti prosessin kuluessa. Sivuilla oli kaikkien saatavissa sekä taustamateriaalia että valmiit raportit. Osa paneeleista esitteli myös luonnosvaiheen tekstejä ja otti vastaan yleisökommentteja. Näin pyrittiin aktivoimaan laajempaa kansalaiskeskustelua teknologian tulevasta kehityksestä ja vaikutuksista.
- Prosessin kuluessa ja sen jälkeen järjestettiin useita *TF-konferensseja*, joissa raportoitiin ja keskusteltiin ennakoitiprosessista ja sen tuloksista (loppukonferenssin lisäksi yli 20 alueellista TF-konferenssia sekä Ruotsin EU-puheenjohtajuuteen liittynyt foresight-konferenssi), Konferenssien avulla pyrittiin tehostamaan tiedonvälitystä sekä aikansaamaan keskustelua keskeisten toimijoiden välillä.

### ***Hiljaisen tiedon julkilausuminen (externalisation)***

- *Asiantuntijahaastattelujen* avulla paneelijäsenet hankkivat tietoa sekä itsenäisesti että yhteisissä asiantuntijoiden kuulemisissa. Tätä pidettiin tärkeänä, koska kaikkea relevanttia tietoa ei ollut valmiina saatavissa dokumentoidussa muodossa. Ulkopuolisia asiantuntijoita hyödynnettiin kuitenkin vähemmän kuin oli ajateltu.
- Kaikissa paneeleissa kukin paneelijäsen laati aluksi oman asiantuntemuksensa ja näkemyksensä pohjalta n. 20 *avainalue-ehdotusten listan*. Yhteensä alustavia ehdotuksia kertyi näin 200–270/paneeli. Näiden eksplisiittisten listojen kautta voitiin käydä rakentavaa keskustelua ja edetä lopullisiin avainalue-valintoihin.
- Paneelit järjestivät runsaasti *workshopeja* (keskimäärin 4), joista osa oli kaksipäiväisiä. Workshopeissa pyrittiin saamaan esille kaikkien mukana olevien käsitykset ko. aihepiirin tulevasta kehityksestä sekä niistä keskeisistä tekijöistä, jotka vaikuttavat ja jotka tulisi huomioida tulevaisuutta tarkastellessa.

### ***Yksittäisten tietojen ja tietolähteiden yhdisteleminen (combination)***

- Jo ennen varsinaisen ennakointiprosessin alkamista sen tueksi taustamateriaaliksi oli tuotettu erilaisia *esiselvityksiä* ja muuta *tukimateriaalia*, (mm. katsaus muiden maiden TF-hankkeisiin sekä yksityiskohtainen projektisuunnitelma ja projektikäsikirja). Näiden tehtävänä oli toimia prosessiin osallistuvien yhteisenä viitekehystenä ja ajatuksia stimuloivana taustamateriaalina.
- Ulkopuolinen tutkimuslaitos laati paneelityön tueksi neljä erilaista *skenaariota*, joiden tehtävänä oli kuvata toimintaympäristön vaihtoehtoisia tulevaisuuksia helposti ymmärrettävässä ja kompaktissa muodossa. Eräät paneelit laativat prosessin kuluessa myös omia skenaarioitaan. Skenaarioita osattiin kuitenkin kunnolla hyödyntää vain osassa paneeleista.
- Jotkut paneelit analysoivat tulevaisuuden kehityshaasteita *SWOT-analyysin* ja *matriisityöskentelyn* avulla. Systemaattisella lähestymistavalla pyrittiin varmistamaan oleellisten asioiden huomioiminen. Matriisitarkastelusta tosin luovuttiin loppuvaiheessa, koska sen pelättiin liiaksi kahlitsevan ajattelua.
- Yksi paneeleista muotoili tulevaisuudenkuvia konkreettisemmiksi *kuvitteellisten henkilöiden päiväkirjojen* avulla vuodelta 2010. Tavoitteena oli konkretisoida tulevia mahdollisuuksia ja uhkia niin, että niiden merkitys avautuisi myös henkilökohtaisella tasolla. Toisessa paneelissa kirjoitettiin *esseitä*, joilla pyrittiin herättämään kiinnostusta keskeisiin asioihin ja niiden välisiin suhteisiin.



- Prosessin tuloksena syntyi *kahdeksaan ruotsinkielistä paneeliraporttia* sekä näiden *synteesiraportti* (myös englanninkielinen lyhennelmä verkkosivulla). Lisäksi tuotettiin runsaasti erilaista kalvomateriaalia, johon koottiin paneelien keskeisiä ajatuksia. Raporttien ja kalvomateriaalin tehtävänä oli kertoa prosessista ja sen tuloksista ymmärrettävässä muodossa myös ulkopuolisille. Samaa tarkoitusta palvelivat myös lukuisat *konferenssiesitykset* prosessin kuluessa ja sen päätyttyä.

### ***Tiedon tilannekohtainen hyödyntäminen (internalization)***

- Prosessi oli jo alun pitäen suunniteltu tukemaan *kansallisen tutkimusjärjestelmän uudelleen suuntaamista*, mikä vaikutti osaltaan myös projektiaikatauluun. Tässä tarkoituksessa sitä myös hyödynnettiin, vaikka prosessi ei tuottanutkaan varsinaisia toimenpide- tai painotusehdotuksia. Hyödyntäminen oli näin ollen epäsuoraa ja sidoksissa siihen, miten prosessi oli muokannut mukana olleiden ja prosessiin tutustuneiden päättäjien ja asiantuntijoiden näkemyksiä. Voidaan myös olettaa, että prosessi loi pohjaa yhteisille näkemyksille ja helpotti näin konsensuksen löytymistä.
- Ennakointiprosessin myötä syntynyttä tietämystä tulkittiin ja hyödynnettiin myös alueellisella tasolla. Prosessin seurauksena käynnistettiin mm. *alueellisia TF-prosesseja*, jotka keskittyivät tarkastelemaan ko. alueen keskeisiä kehityshaasteita. Tällä tavoin prosessissa kertynyttä tietämystä pyrittiin konkretisoimaan esim. alueellisiksi kehityssuunnitelmiksi.
- TF-prosessista saadut kokemukset vaikuttivat myös uuden pitkän aikavälin energiasektoriennakoinnin suunnitteluun ja toteutukseen. Hanke käynnistyi v. 2001–2002 ja sitä koordinoi IVA (yksi TF-hankkeen toteuttajatahoista).
- Prosessin keskeisenä tavoitteena oli tarjota *aineksia yritysten strategiatyöhön ja teknologian kehityksestä käytävään kansalais-keskusteluun*. Prosessi vaikutti mukana olleiden päättäjien, asiantuntijoiden ja eri eturyhmien edustajien omiin tulevaisuusvisioihin ja tätä kautta sillä on todennäköisesti ollut vaikutusta myös heidän edustamiensa organisaatioiden strategiatyöhön, samoin kuin myös kansalaisten omiin henkilökohtaisiin valintoihin.

## **4.2 Suomalainen sovellus: Tiellä teknologiavision**

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) asetti keväällä 1996 työryhmän, jonka tehtävänä oli valmistella myöhemmin käynnistettävän laajapohjaisen, korkean tason teknologiavisiotoimikunnan työtä. Työryhmän tavoitteena oli muodostaa jäsentynyt kuva teknologian kehityksen mahdollisuuksista ja tarpeista Suomen kannalta keskeisillä teknologia-

aloilla. Työn tuloksena syntyvien tulevaisuusvisioiden tarkoitus oli toimia tukena teknologiapolitiikalle, jonka valmistelusta ja toteutuksesta KTM Suomessa vastaa. Hanketta pidettiin kuitenkin vasta laajemman kansallisen ennakkoinnin esivaiheena. Hankkeen tuloksena syntynyt 'Tiellä teknologiavision' -raportti (KTM, 1997) on esitelty lyhyesti erillisessä liitteessä (löytyy pdf-muodossa verkkosivulta [www.vtt.fi/ttr/](http://www.vtt.fi/ttr/)).

### ***Toiminnan jatkuvuus***

Suomen keskeiset teknologiapoliittiset linjaukset ovat perinteisesti perustuneet komiteatyöhön. Esimerkiksi vuoden 1980 Teknologiakomitea kuvaili teknologiapolitiikan perusteiden ohessa myös sitä, mihin suuntaan teknologinen muutos todennäköisesti etenee. Näkemys teknologisesta kehityksestä on komiteamietinnöissä ollut voimakkaasti elinkeinoelämäkeskeinen ja painottanut teknologian tarjontaa. Vasta 1990-luvun puolivälissä on siirrytty kohti yhteiskunnallisen ja taloudellisen kehityksen yhtäaikaista tarkastelua. "Tiellä teknologiavision" -hanke oli ensimmäisiä tärkeitä askelia tähän suuntaan.

KTM:n ennakkointihanke suunniteltiin alun perin laajamittaisemman teknologiavisionin esivaiheeksi. Työryhmän mietinnön valmistumisen jälkeen toteutettiin kuitenkin organisaatiomuutoksia sekä KTM:ssä että muilla T&K-politiikasta vastaavilla hallinnonaloilla eikä aiottua jatkoa hankkeelle välittömästi seurannut. Myös toimikunta, jonka oli tarkoitus jatkaa teknologiavision laadintaa, jäi kokonaan perustamatta. Muutaman vuoden katkoksen jälkeen KTM on kuitenkin jatkanut aihepiirin pohdintaa selvitystöiden ja kehityshankkeiden muodossa (ks. Salo, 2001a; Kangaspunta, 2002).

### ***Vuorovaikutusprosessien organisointi***

'Tiellä teknologiavision' -raportin takana ollut valmistelutyöryhmä kokoontui prosessin kuluessa kaikkiaan 12 kertaa. Teknologiavision-hanketta valmisteltiin tiiviisti jo ennen varsinaisen klusterikohtaisen visiointityön alkamista, jolloin kahdeksan klusterikohtaista asiantuntijaydinryhmää asetettiin pohtimaan alansa kehitysnäkymiä. Tarkastelun kohteena olivat bio- ja elintarvikeklusteri, energiaklusteri, kemianklusteri, liikenne- ja inf-raklusteri, metalli- ja koneenrakennusklusteri, metsäklusteri, rakennusklusteri sekä tele- ja viestintäklusteri. Kuhunkin Tekesin johdolla toimivaan ydinryhmään kuului 3–4 henkilöä, jotka saivat tehtäväkseen laatia lyhyen näkemyksellisen paperin alansa kehitysnäkymistä. Tämän jälkeen kunkin ydinryhmän tuli koota ympärilleen aivoriihi alansa asiantuntijoista. Aivoriihiyöskentelyn pohjalta tuli näkemyspaperi kirjoittaa uudistettuna.

Työryhmän raportti lähetettiin valmistuttuaan lausuntokierrokselle 150 avainhenkilölle, jotka edustivat julkishallintoa, korkeakouluja, tutkimuslaitoksia sekä kansalais- ja elin-

keinoelämän järjestöjä. Näistä noin puolet esitti lausuntonsa, joista työryhmän sihteeri laati yhteenvedon.

### ***Ennakointiprosessin osallistujapohja***

Teknologiavision valmistelutyöryhmässä oli 5 varsinaista jäsentä, joiden edustamat tahot olivat KTM, SITRA, Suomen Akatemia sekä Teollisuus ja työnantajat TT. Työryhmässä oli lisäksi yhteensä kolme asiantuntijaa Valtion tiede- ja teknologianeuvostosta, Tekesistä ja VTT Teknologian tutkimuksen ryhmästä sekä sihteeri KTM:stä. Työryhmä työskenteli vuoden ajan 1996–1997.

Klusteriaivoriihien asiantuntijaryhmissä oli yhteensä 169 nimeltä mainittua jäsentä. Aivoriihet koottiin lähinnä teknologia-asiantuntijoista, joten käyttäjänäkökulma jäi jossain määrin puutteelliseksi ja yhteiskunnallisten tarpeiden näkökulma ohueksi. Julkishallinto ja tutkimusmaailma olivat voimakkaasti edustettuina. Avoriihien osallistujista naisia oli yhteensä 23. Viidessä klusterissa naisjäseniä oli 0 tai 1.

### ***Kiinnostavan tiedon syntymistä edistävät menetelmälliset apuvälineet***

Valmistelutyöryhmä kokosi työnsä aluksi kaiken tiedossaan olevan, aiheeseen liittyvän Suomen tulevaisuuden näkymiä koskevan aineiston. VTT Teknologian tutkimuksen ryhmältä tilattiin selvitys kansainvälisistä teknologian ennakointihankkeista (Lievonon, 1996). Yhteenvedossa käytiin läpi Ruotsissa, Englannissa, Japanissa, Saksassa ja Yhdysvalloissa hiljattain toteutettuja hankkeita arvioiden niiden tuloksia suomalaisesta näkökulmasta. Ryhmän käytössä oli tuoreeltaan myös Tekesin 'Teknologia 2000' -katsaus (Tekes, 1996).

Klusterikohtaiset aivoriihet kutsuttiin koolle, jotta saataisiin täydennettyä olemassa olevaa aineistoa. Klusteriaivoriihien puitavaksi annettiin aihe "Suomen teknologiset mahdollisuudet". Pohdiskelun tueksi esitettiin yhdeksän virikekysymystä ja aikajänteeksi mainittiin 10–20 vuotta. Teknologian kehityssuuntiin ja innovaatiotarpeisiin liittyvien peruskysymysten lisäksi ryhmiä haluttiin aktivoida keskustelemaan myös alansa eettisistä ja ekologisista kysymyksistä sekä mm. työllisyydestä, asiakkaista ja loppukäyttäjistä.

### ***Ennakointiprosessin läpinäkyvyys ja tulosten raportointi***

Työryhmän raportti valmistui toukokuussa 1997. Raportti oli suomenkielinen ja siinä keskityttiin ennakkoinnin lähtökohtiin, tehdyn työn arviointiin ja johtopäätöksiin. Raportin liitteenä olivat aivoriihien omat raportit sellaisenaan. Niille oli määritelty yhtenäinen

rakenne, mutta sisällön tuottamiseen oli annettu vapaat kädet. Kukin aivoriihiraportti rakentui seuraavista osista:

- Tulevaisuuden yhteiskunnan tarpeet
- Tieteen ja teknologian luomat mahdollisuudet
- Liiketoiminnan kehittämisenäkymät
- Toimenpide-ehdotukset.

Ne eivät kuitenkaan kerro tarkemmin, miten esitettyihin näkemyksiin oli päädytty. Aivoriihiin osallistuneet asiantuntijat ja heidän taustatahonsa lueteltiin kuitenkin kussakin raportissa.

Raportti lähetettiin kommentoitavaksi julkishallinnon, korkeakoulujen, tutkimuslaitosten, elinkeinoelämän ja kansalaisjärjestöjen edustajille. Helmikuussa 1998 pidettiin lisäksi aiheeseen liittyvä seminaari, jonka osanottajiksi kutsuttiin sekä visioprosessissa mukana olleet että kommentteja esittäneet tahot. Raporttia voivat myös muut asiasta kiinnostuneet tilata KTM:stä.

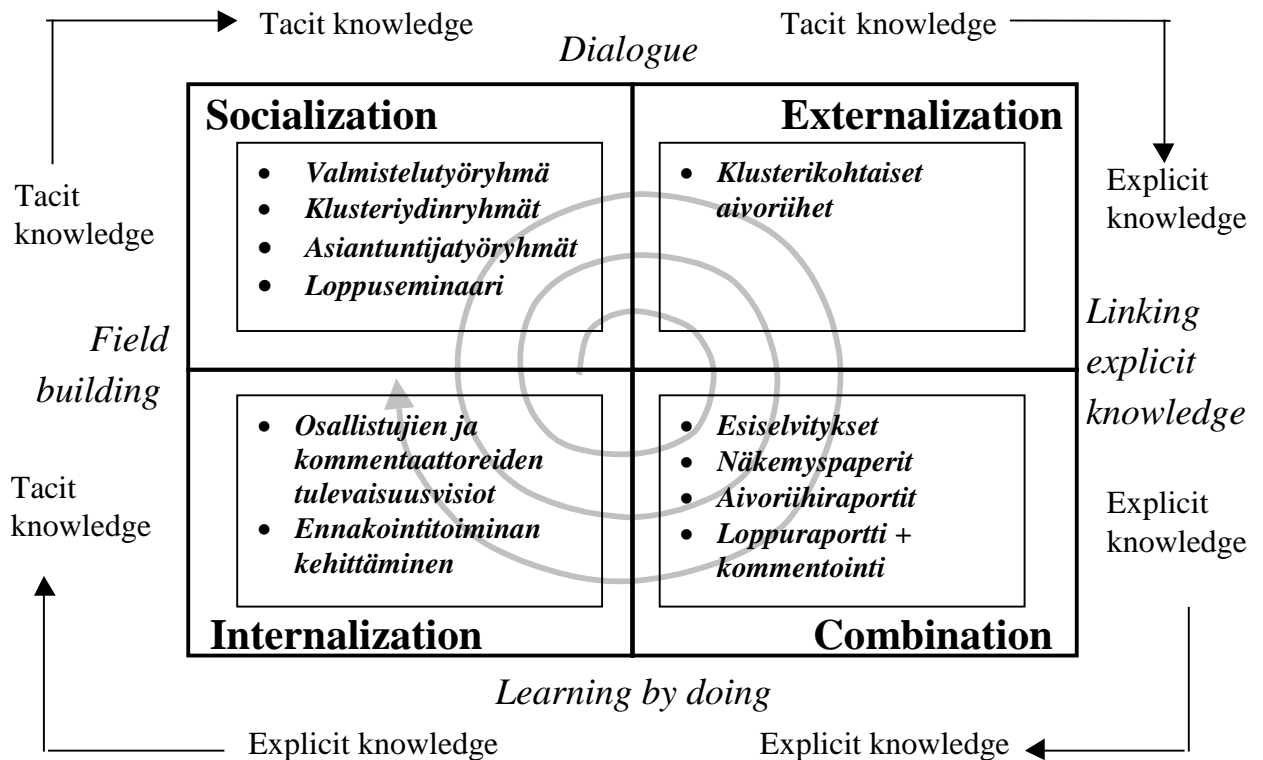
### ***Ennakoinnin vaikuttavuus***

Työryhmä esitti työnsä tuloksena yhdeksän johtopäätöstä kansallisen ennakointityön kehittämiseksi. Työryhmän mukaan "Suomessa tarvitaan nykyistä yksityiskohtaisempaa ja monipuolisempaa, moniarvoista ja ongelmalähtöistä teknologiatarpeiden ja mahdollisuuksien ennakointitoimintaa, jossa analysoidaan tulevaisuuden erilaisia kehityskulkuja, tieteenalojen välisiä rajapintoja, mahdollisuuksia, uhkia ja vaihtoehtoja".

Käytännön ennakointityön tehostamiseksi ja monipuolistamiseksi työryhmä esitti neljä jatkotoimenpidettä. Niissä edellytettiin rajat ylittävän yhteistyön ja vuorovaikutuksen voimistamista, uusien hankkeiden käynnistämistä ja yhteenvetävien linjausten laatimista. Nämä olisivat tätä varten perustettavan uuden laajapohjaisen toimikunnan tehtäviä. Toimikunnan tarkemmasta toimeksiannosta päätettäisiin vasta raportin virittämän julkisen keskustelun ja lausuntokierroksen jälkeen.

Edellä mainittua toimikuntaa ei sittemmin kuitenkaan perustettu. Tästä huolimatta 'Tiellä teknologiavisioon' -raportti on saattanut vaikuttaa tulevaisuussuuntautuneen ajattelutavan voimistumiseen varsinkin työhön osallistuneissa organisaatioissa sekä klusteriaivoriihiin laajassa osallistujapiirissä. Samalla se on ehkä osaltaan edistänyt yhteiskunnallisten tarpeiden näkökulman huomioonottamisen tärkeyden tunnistamista teknologiatarkasteluissa.

Ennakointiprosessiin liittynyttä tietämyksen hallintaa havainnollistetaan SECI-mallin avulla kuvassa 10.



Kuva 10. Tiellä teknologiavision -hankkeessa käytetyt menetelmät ja niiden hyödyntäminen SECI-mallin avulla tarkasteltuna.

Kuvassa 10 esitettyjen käytäntöjen keskeisiä funktioita voidaan kuvata tietämyksen hallinnan näkökulmasta seuraavasti:

**Kanssakäymiseen perustuva uusi tietämys (socialization):**

- Teknologiavision-hankkeen valmistelutyöryhmän tehtäväksi oli määritelty kansallisen teknologiavision valmistelutyön ohjaaminen ja tukeminen sekä tulosten ja suositusten esittäminen myöhemmin perustettavalle laajapohjaiselle teknologiavisiotoimikunnalle. Valmistelutyöryhmän tehtävänä oli toimia määräaikaansa puitteissa myös eräänlaisena kansallisen tason teknologiavision ylitason tukiryhmänä. Suunniteltua laajapohjaista teknologiavision-toimikuntaa ei kuitenkaan myöhemmin perustettu.
- Valmistelutyöryhmä asetti kahdeksan klusterikohtaista ydinryhmää pohtimaan alansa kehitysnäkymiä. Kuhunkin ydinryhmään kuului muutama asiantuntijaa, joilla oli kokonaisnäkemystä klusterin toiminnasta ja jotka

olivat työnsä puitteissa yhteydessä sen keskeisiin toimijoihin. Heidän tehtävänä oli hyödyntää omia asiantuntijaverkostojaan mahdollisimman monipuolisten klusterinäkemysten kokoamisessa.

- Ydinryhmien tehtävänä oli koota ympärilleen laajemmat *klusterikohtaiset asiantuntijaryhmät*, joiden tehtävänä oli ydinryhmän näkemysten kriittinen tarkastelu sekä uusien ideoiden ja kehityshaasteiden identifiointi. Asiantuntijaryhmiin pyrittiin löytämään henkilöitä, joiden näkemyksillä katsottiin olevan painoarvoa klusterivisioinnin kannalta ja jotka olisivat itekin motivoituneita aivoriihiyyppeeseen visiointityöhön. Heidän toivottiin myös välittävän prosessissa syntyneitä näkemyksiä omiin organisaatioihinsa.
- Loppuseminaariin kutsuttiin kaikki prosessiin osallistuneet ja loppuraporttia kommentoineet tahot. Seminaarin avulla pyrittiin stimuloimaan avaintoimijoiden keskinäistä keskustelua teknologiavisioista ja kansallisesta ennakointistrategiasta.

#### ***Hiljaisen tiedon julkilausuminen (externalisation)***

- Ydinryhmien ympärilleen kokoamat asiantuntijaryhmät kokoontuivat kaikki omiin klusterikohtaisiin aivoriihiinsä. Aivoriihissä puitiin klusterien teknologisia mahdollisuuksia 10–20 vuoden aikajänteellä ydinryhmien tuottamien näkemyspaperien pohjalta. Työryhmien sihteerit dokumentoivat keskustelut ja lähettivät yhteenvedot mukana olleiden kommentoitavaksi. Näin pyrittiin varmistamaan, että kaikki relevantit näkemykset tulisivat dokumentoiduksi.

#### ***Yksittäisten tietojen ja tietolähteiden yhdisteleminen (combination)***

- Jo ennen klusterikohtaisen työn käynnistymistä tehtiin runsaasti *esiselvityksiä* teknologian kehitysnäkymiin liittyen. Valmistelutyöryhmä kokosi työryhmien käyttöön kaiken tiedossaan olevan aiheeseen liittyvän aineiston ja tilasi lisäksi yhteenvetoselvityksen kansainvälisistä ennakoitihankkeista. Pohjamateriaalin avulla pyrittiin vahvistamaan visiointiryhmien tietopohjaa ja haarukoimaan samalla mahdollisimman kattavasti relevantit keskusteluaiheet.
- Valmistelutyöryhmän nimittämistä asiantuntijoista koostuvat ydinryhmät laativat käytettävissään olleen materiaalin pohjalta *klusterikohtaiset näkemyspaperit*, jossa he pyrkivät kiteyttämään ko. klusterin tulevan kehityksen kannalta oleelliset asiat. Näkemyspaperien tehtävänä oli muokata laajasta pohjamateriaalista merkityksellisiä, kompakteja sanomia aivoriihiyöskentelyä stimuloimiseksi ja tehostamiseksi.
- Aivoriihissä käytyjen keskustelujen pohjalta laadittiin klusterikohtaiset aivoriihiraportit, jotka liitettiin myös loppuraporttiin. Niiden tehtävänä oli terävöittää näkemyspapereissa esitettyjä ajatuksia kiinnittäen huomiota aivo-

riihissä esiin tullessiin uusiin näkökohtiin. Synteesinäkemysten helpottamiseksi noudatettiin kaikissa aivoriihiraporteissa samaa rakennetta.

- Valmistelutyöryhmä laati aivoriihiraporttien ja oman työnsä pohjalta kompaktin loppuraportin. Raportissa tarkasteltiin kansallisia visiointitarpeita ja innovaatiotarpeita, näiden ulkoisia reunaehtoja sekä teknologian tarjoamia mahdollisuuksia yhteiskunnan hyvinvointia silmällä pitäen<sup>18</sup>. Raportin tehtävänä oli tiivistää prosessi kuluessa syntyneet konsensusnäkemykset kietytettyyn muotoon.
- Valmistelutyöryhmän raportti lähetettiin lausunnonle keskeisille suomalaisille toimijoille, jotka edustivat laajasti tutkimusta, julkishallintoa, elinkeinoelämää ja järjestöjä. Kommentteja myös saatiin yli puolelta heistä henkilöiltä. Kommenttikierroksen tehtävänä oli edistää prosessin tuloksista käytävää keskustelua suomalaisten avaintoimijoiden keskuudessa.

### ***Tiedon tilannekohtainen hyödyntäminen (internalization)***

- Monet prosessiin osallistuneet päättäjät ja asiantuntijat osallistuivat erilaisen *tutkimusohjelmien suunnitteluun* tai omien organisaatioidensa *strategiatyöhön* prosessin kuluessa ja sen päätyttyä. Teknologiavisioprosessissa esitetyt näkemykset tarjosivat relevanttia referenssimateriaalia näihin asia-yhteyksiin. Prosessissa liikuttiin kuitenkin sen verran yleisellä tasolla, ettei varsinaisia 'uutisia' pahemmin syntynyt. Voidaankin olettaa, että visiointiprosessin näkemykset tukivat vallitsevia käsityksiä pikemminkin kuin viitoittivat tietä uusille alueille. (On kuitenkin huomattava, että yhteiset käsitykset muodostuvat yleensäkin vähitellen useissa rinnakkaisissa prosesseissa eikä tiedon uutuusarvoa yksittäisissä tilanteissa näin havaita.)
- Loppuraportissa suositetaan tutkimuksen, poliittisen päätöksenteon ja teknologian vuoropuhelua edistävää ja lähellä käytäntöä olevaa ennakointia, jossa erityishuomiota kohdistetaan uusien nousevien avainteknologioiden tunnistamiseen. Tarkoituksenmukainen *verkottuminen* nähtiin kuitenkin tuossa vaiheessa tärkeämmäksi kuin laajamittaisten ennakointihankkeitten toteuttaminen.
- Vaikka avaintoimijoiden (KTM, Tekes, VTT) organisatoriset muutokset lykkäsivät varsinaisen kehittämistyön tuonemmaksi, ovat loppuraportin johtopäätökset relevantteja edelleenkin. Niitä on myös hyödynnetty myöhemmissä *selvitystyöissä ja kehittämishankkeissa* (mm. Salo, 2001a; Kangaspunta, 2002).

---

<sup>18</sup> Hyvinvointia tarkasteltiin 'aurinkonkukkana', jonka teknologian suomia mahdollisuuksia hyödyntävinä terälehtinä olivat terveys, ravinto ja elintarvikkeet, arkielämä ja vapaa-aika, ympäristö, sivistys – kulttuuri – oppiminen, turvallisuus, demokratia – tiedonkulku – tasapainoinen sosiaalinen kehitys sekä yhteiskunnan infrastruktuuri ja hallinto. Kukan varreksi ja kasvualustaksi hahmotettiin talouden rakenteet ja yritystoiminta. Huomiota kiinnitettiin myös kukan hyvinvoinnin edellytyksiin vaikuttavaan globaaliin ja kansalliseen toimintaympäristöön.

### 4.3 Sovellusten vertailu

Kun tarkastelemme rinnan edellisissä luvuissa esiteltyjä kahta teknologiaennakointihanketta voidaan todeta, että kummassakin tapauksessa on pyritty laajapohjaiseen kansalliseen teknologiavisiointiin. Suomalainen v. 1996–1997 toteutettu hanke oli suunniteltu tällaisen toiminnan esivaiheeksi, Ruotsissa lähdettiin muutamaa vuotta myöhemmin suoraan toteuttamaan varsin mittavasti resurssoitua laajapohjaista hanketta. Kummasakin tapauksessa lähtökohtana olivat muissa maissa toteutetut laajapohjaiset ennakoinnit.

Vaikka Ruotsissa toteutettua mittavaa ennakointihanketta ei pidetty kaikin osin onnistuneena, prosessi on nähty siinä määrin hyödylliseksi, että se on päätetty toistaa – ei kuitenkaan sellaisenaan, vaan huomioiden arvioitsijoiden kommentit ja ensimmäisen kierroksen opit ja kokemukset. Suomen Teknologiavisio -hanke on sitä vastoin jäänyt kertaaluontoiseksi kansallisen tason harjoitelmaksi, joskin eri tahoilla on jatkettu pienimuotoisempaa ja fokusoidumpaa ennakointityötä.

Molemmissa hankkeissa pyrittiin myös aikaansaamaan vuorovaikutteista keskustelua tutkimuksen, teollisuuden ja julkishallinnon välille. Ruotsissa haluttiin myös kansalaiset aktiivisesti mukaan keskusteluun. Tätä tarkoitusta palveli mm. Internet-foorumi ja lukuisat paikalliset tapahtumat ja konferenssit. Suomen Teknologiavisio -hanke jäi suppeamman asiantuntija- ja päättäjäpiirin tietoudeksi eikä sen pohjalta virinnyt (eikä yritettykään virittää) teknologian tulevaa kehitystä koskevaa laajempaa kansalaiskeskustelua. Yhteenvedo hankkeiden tavoitteista, kysymyksenasettelusta ja kohderyhmistä on esitetty taulukossa 6.

Ruotsin ennakointihankkeessa pääasiallinen työ tehtiin laajapohjaisissa paneeleissa, joiden koostumuksessa pyrittiin huomioimaan paitsi aihepiiriin liittyvä pätevyys koulutusala ja taustatahot myös yleisempiä demograafisia tekijöitä (maantieteellinen jakauma, sukupuoli, ikä). Vaikka tässä ei kaikin osin onnistuttu, oli paneelien koostumus esim. sukupuolijakautuman osalta jonkin verran tasapuolisempi kuin Suomen teknologiavisiohankkeessa.

Ruotsin ennakointihankkeessa valtaosa työstä tehtiin laajapohjaisissa 15–20 hengen paneeleissa. Suomen Teknologiavisio -hankkeessa pääosan työstä tekivät valmistelutyöryhmä ja klusterikohtaiset ydinryhmät, mutta näkemyksiä kuultiin laajemminkin aivoriihityön ja raporttien kommentoinnin muodossa.



Taulukko 6. Vertailu Teknologivisio vs. Teknisk Framsyn – Ennakointihankkeiden tavoitteet, kysymyksenasettelu ja kohdennus.

	<b>KTM: Teknologivisio</b>	<b>Ruotsi: Teknisk Framsyn</b>
<i>Päämäärä / esitetyt lähtökysymykset</i>	Työn päämääränä oli valmistella myöhemmin käynnistettävän laajapohjaisen, korkean tason teknologivisiotoimikunnan työtä. Esitetyjä kysymyksiä: - Mihin teknologista kehitystä Suomessa tarvitaan? - Millaisia olosuhteita tarvitaan, jotta yritysten ydintoiminnot säilyisivät Suomessa? - Millaisia ovat ne teknologiat, joihin tulee lähitulevaisuudessa panostaa? - Mihin yhteiskunnallisiin, taloudellisiin ja sosiaalisiin ongelmiin voisi teknologisista ratkaisuista olla apua?	Päämääränä luoda tietoa ja visioita tekniikan kehityksestä pitkällä aikavälillä (10–20 vuotta), jotta voitaisiin osoittaa koulutukselle, tutkimukselle ja tuotekehitykselle sellaisia suuntauksia, jotka edistävät ruotsalaisen yhteiskunnan kehittymistä.
<i>Aikatähtäin</i>	Klusteriaivoriihille annettiin ohjeeksi pohdiskella 10–20 vuoden kehitysnäkymiä.	10–20 vuotta. ICT-alan paneeli vetosi alan nopeaan kehitykseen ja laski tähtäimen 5–10 vuoteen.
<i>Ilmaistut tavoitteet</i>	- Muodostaa jäsentynyt kuva teknologian kehityksen mahdollisuuksista ja tarpeista Suomen kannalta keskeisillä teknologia-aloilla. - Tulevaisuusvisioiden tarkoitus oli toimia tukena teknologiapolitiikan valmistelulle.	- Vahvistaa tulevaisuussuuntautunutta lähestymistapaa yrityksissä ja yhteisöissä - Tunnistaa ja priorisoida alueet, joilla on kasvu- ja uusiutumispotentiaalia Ruotsissa - Tuottaa tietoa ja luoda menetelmiä niiden teknologia-alojen tunnistamiseksi, joiden asiantuntemuksen kasvattamiseen Ruotsissa tulisi keskittyä
<i>Painotus: prosessin vs. tuotetun ennakoititiedon merkitys</i>	Sisältö selvästi etusijalla. Prosessi mainitaan vain johtopäätöksissä: "Tarvitaan jatkuvaa ennakointia, joka kykenee jatkuvasti arvioimaan ja korjaamaan näkemyksiään sekä pysyy avoimena uusille havainnoille."	Jo alkuvaiheessa todettiin, että tavoitteena on edistää laajaa keskustelua Ruotsin tulevasta kehityksestä. Samalla korostettiin, että TF tulee olemaan jatkuva prosessi, jolle TF-projekti tuottaa taustatietoa raporttien, internetsivujen ja kaikkien osallistujien kautta. Loppuraportin esipuheessa todetaan, että prosessi itse on ollut vähintään yhtä tärkeä kuin kirjalliset raportit.
<i>Tilaja / toimeksiantaja</i>	Kauppa- ja teollisuusministeriö	Kungliga Ingenjörsvetenskaps -akademien IVA, Närings- och teknikutvecklingsverket NUTEK, Stiftelsen för Strategisk Forskning SSF, Sveriges Industriförbund SI
<i>Kohderyhmät</i>	Työn hyödyntäjistä mainittu kauppa- ja teollisuusministeriö, joka Suomessa vastaa teknologiapolitiikan valmistelusta ja toteutuksesta. Johtopäätöksissä mainitaan jatkotyön tehtäväksi organisoida laajaa julkista keskustelua.	Loppuraportissa todetaan, että kirjaimellisesti jokainen ruotsalainen, jota kiinnostaa tulevaisuusorientoituneisuus, on osa tätä prosessia.

Edellisen kohtien kuvista 9 ja 10 ilmenee, mitä menetelmiä ja käytäntöjä hankkeissa on hyödynnetty ja mille tietämyksen hallinnan lohkolle ne sijoittuvat. Vaikka luetellut käytännöt ja menetelmät eivät ehkä kuvaa kaikkia käytössä olleita apuvälineitä, voidaan

tarkastelua pitää kuitenkin suomalaisten teknologian ennakoitikäytäntöjen kehittämisen kannalta suuntaa-antavana. Voidaan todeta, että Teknisk Framsyn -hankkeen menetelmäkirjo on varsin laaja ja menetelmät sijoittuvat tasaisesti tiedon tuottamisen kehälle. Tiellä teknologiavisioon -hankkeen menetelmällinen pohja oli selvästi kapeampi, mutta tässäkin tapauksessa voidaan identifioida apuvälineitä kaikille lohkoille.

Ruotsin ennakoitihanketta pyrittiin tukemaan mm. yhteiseen käyttöön laadittujen skenaarioiden avulla. Skenarointityötä jatkettiin vaihtelevassa määrin paneeleissa, jotka käyttivät oman harkintansa mukaan myös muita menetelmällisiä apuvälineitä tiedon analysoimisessa, koostamisessa ja raportoinnissa. Menettelytavasta johtunut menetelmällinen kirjavuus on ollut sekä etu että haitta: erilaisia menetelmiä kokeilemalla on saatu kokemuksia niiden toimivuudesta seuraavia ennakoitintierroksia silmällä pitäen – toisaalta synteesin luominen paneelien raporteista oli erittäin hankalaa. Suomalaisen ja ruotsalaisen ennakoitihankkeen toteutusprosesseja on vertailtu taulukossa 7.

Ruotsin hankkeen avoimuutta ja läpinäkyvyyttä lisäsivät Internet-sivujen kautta vapaasti saatavilla olleet raportit ja taustamateriaalit. Myös ulkopuolisten arvioitsijoiden laatima prosessiarviointi sekä johtoryhmän laatima 'testamentti' mahdollisia uusia ennakoiteja silmällä pitäen ovat olleet asiasta kiinnostuneiden luettavissa tätä kautta. Ennakointiprosessien kuvauksissa on kuitenkin suuria paneelikohtaisia eroja, joten prosessia ei voida pitää kauttaaltaan läpinäkyvänä. Suomalaisen 'Teknologiavisio'-hankkeen läpinäkyvyyden rajoittui loppuraportissa esiteltyjen aihepiirien ja kysymyksenasettelujen kuvaukseen sekä valmistelutyöryhmään ja aivoriikkiin osallistuneiden henkilöiden listaamiseen. Havaittu ero voi kuitenkin osaltaan heijastaa myös teknologian nopeaa kehitystä, sillä Internetin käyttö laajemman yleisön tavoittamisen apuvälineenä yleistyi huomattavasti hankkeiden toteutusajankohtien välisenä aikana.

Vaikka Ruotsin ennakoitihanke ei tuottanut suoraan hyödynnettävissä olevaa tietoa T&K-voimavarojen suuntaamiseksi, sen myötä syntynyttä tietoutta on kuitenkin kulkeutunut monenlaisiin päätöksentekotilanteisiin. Julkisella sektorilla sitä on hyödynnetty kansallisen tutkimusjärjestelmän uudelleensuuntaamiseen liittyneissä keskusteluissa. Yritysten päätöksentekoprosesseihin on puolestaan kulkeutunut relevanttia tietoa ainakin ennakoitiprosessiin osallistuneiden yritysedustajien mukana. Hankkeen pohjalta on virinnyt myös aktiivista kansalaiskeskustelua. Lisäksi sektori- ja alue-tasoilla on käynnistetty uusia fokusoidumpia ennakoiteja. Suomalaisen 'teknologiavisio'-hankkeen vaikutukset ovat samantyyppisiä tai vieläkin diffuusimpia: yrityksiin, tutkimuslaitoksiin ja tutkimusta rahoitaviin organisaatioihin on todennäköisesti kulkeutunut relevanttia tietoa prosessiin osallistuneiden ja raporttiin tutustuneiden mukana. Linkit myöhemmin toteutettuihin ennakoiteihin jäävät arvailujen varaan. Toisaalta raportti on luonut osaltaan pohjaa myöhemmille teknologian ennakoitintia koskeville selvitys- ja kehityshankkeille.

Taulukko 7. Vertailu Teknologivisio vs. Teknisk Framsyn – Ennakointiprosessien lähestymistapa ja toteutus.

	<b>KTM: Teknologivisio</b>	<b>Ruotsi: Teknisk Framsyn</b>
<i>Teknologia- vs. tarvelähtöisyys</i>	Tarkastelun kohteena klusterikohtaiset innovaatiotarpeet myös teknologian ulkopuolisesta näkökulmasta. Teknologian sisäiset tarkastelut klusterikohtaisissa aivoriihiraporteissa, kukin aloitettu ohjeen mukaan kappaleella 'Tulevaisuuden yhteiskunnan tarpeet'. Aivoriihet koottiin kuitenkin lähinnä teknologia-asiantuntijoista, joten loppukäyttäjänäkökulma jäi ohueksi.	Aihealueiden valinnassa korostui tarvelähtöisyys, tarkastelualueet keskenään heterogeenisiä. Laajaa yhteiskunnallista näkökulmaa korostettiin niin innokkaasti, että alettiin jo pelätä teknologiasillan liiallista ohentumista (Granberg & Lewerentz, 2000).
<i>Organisointi</i>	KTM:n asettamassa työryhmässä oli 5 varsinaista jäsentä, kolme asiantuntijaa sekä sihteeri (teknologiapolitiikan keskeiset toimijat edustettuina). Ryhmä asetti kahdeksan klusterikohtaista 3–4 hengen asiantuntijajaydinryhmää, jotka toimivat Tekesin johdolla ja kokosivat ympärilleen 15–30 hengen aivoriihet alan asiantuntijoista (yhteensä 169 asiantuntijaa, joista naisia 14 %).	Johtoryhmä koostui neljän taustajärjestön sekä elinkeinoelämän edustajista. Lisäksi nimitettiin tukiryhmä jonka jäsenet edustivat n. 30 intressiryhmää. Varsinainen työ tehtiin kahdeksassa n. 15 hengen laaja-alaisessa paneeliryhmässä (naisia 27 % paneelisteista). Paneelien apuna toimi lisäksi viiteryhmiä, konsultteja ja eri alojen asiantuntijoita. Käytännön toimia hoitivat projektijohtaja ja paneelikohtaiset projektipäälliköt.
<i>Työmenetelmät</i>	Työvaiheet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- tausta-aineiston kokoaminen</li> <li>- klusterikohtaisten asiantuntijaryhmien asettaminen</li> <li>- klusterikohtaisten näkemyspaperien laatiminen</li> <li>- aivoriihen koollekutsuminen</li> <li>- näkemyspaperien uudelleenkirjoittaminen aivoriihien pohjalta</li> <li>- yhteenvetoraportin laatiminen</li> </ul>	<p>Paneelit saivat kiinteän aikataulun ja yhteisen menettelytapamallin. Tehtävänä oli mm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kuvata seuraavien 10–20 vuoden globaaleja muutoksia</li> <li>- identifioida 200–300 avainalue-ehdokasta ja valita näistä 5–15 avainaluetta/paneeli</li> <li>- kuvata toimia ja ehdottaa askeleita, joilla saavutettaisiin toivottu kehitys</li> <li>- hyödyntää tarjolla olleita neljää taustaskaarnaariota paneelityössä</li> <li>- käyttää ulkopuolisia asiantuntijoita materiaalin hankinnassa</li> <li>- tuottaa itsenäiset raportit</li> </ul> <p>Kukin paneeli valitsi itse omat työmenetelmänsä, paneelien työprosessit keskenään erilaisia</p>
<i>Prosessin läpinäkyvyys</i>	Aivoriihille annetut virikekysymykset on esitetty loppuraportin liitteenä. Raportin lopussa lähdeluettelo, tekstissä ei lähdeviitteitä. Työryhmän ja asiantuntijoiden nimet ja taustatiedot lueteltu raportissa. Ennakointi hahmotettu jatkossa avoimeksi ja julkiseksi toiminnaksi.	Projektin taustamateriaali ja kaikki tulosteet saatavissa internet-sivuilla, samoin paneelien projektisuunnitelmat sekä osallistujien yhteystiedot. Tieto löytyi myös osapuolten tehtävä- ja vastuujaoista. Osa paneeleista julkaisi välitulosteensa netissä ja pyysi yleisökommentteja.
<i>Aikataulu</i>	Työryhmä työskenteli vuoden ajan 31.5.1996–28.5.1997 ja kokoontui tänä aikana kaikkiaan 12 kertaa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valmisteluvaihe 1.8.–31.12.1998</li> <li>- toteutusvaihe 1.1.1999–31.5.2000, josta paneelityövaihe 12 kk</li> <li>- toimeenpanovaihe 1.6.2000–30.4.2001</li> <li>- päätösvaihe 1.6.–31.12.2001.</li> </ul>

Taulukossa 8 on esitetty yhteenveto hankkeisiin liittyneiden tulevaisuustarkastelujen sisällöstä ja raportoinnista.

Edellä kuvattuihin ennakointi- ja visiointiprosesseihin osallistuneet asiantuntijat – ja Ruotsin hankkeen osalta myös ulkopuoliset arvioitsijat – ovat esittäneet hankkeista myös kriittisiä kannanottoja. KTM:n 'Tiellä teknologiavisioon' -hankkeen visionäärisyyttä ja ennakointimenetelmien hyödyntämistä on pidetty varsin ohuena. Käyttäjänäkökulma jäi osittain teknologia-asiantuntijoiden varjoon ja konsensus-hakuisuuden vuoksi poikkeavat näkökulmat jäivät helposti huomiotta.<sup>19</sup> Prosessissa ei pyritty myöskään systemaattisesti tunnistamaan uusia nousevia teknologioita. Koska hyvinvointi- ja ympäristöklusterit puuttuivat tarkastelusta nämä jäivät käsittelyssä sivuteemoiksi.

Myös Ruotsin 'Teknisk Framsyn' -hankkeessa jäi merkittäviä aihekokonaisuuksia (esim. energia ja ympäristö) vähälle huomiolle, koska niitä ei ollut määritelty omiksi aihepiireikseen. Vaikka ko. aihekokonaisuuksia oli tarkoitus käsitellä kaikissa paneeleissa läpäisyperiaatteella, niihin ei arvioitsijoiden mukaan kiinnitetty tarpeeksi huomiota (IVA et al., 2001a). Paneelien keskinäinen vuorovaikutus jäi myös aiottua vähäisemmäksi, samoin paneelien käyttöön tuotettujen skenaarioiden käyttö. Paneelit eivät myöskään hankkineet sanottavasti lisätietoja vaikka rahaa oli varattu tähän tarkoitukseen. Edellä esitettyjen ongelmien on arvioitu osaltaan johtuneen hankkeen aikataulusta, joka oli tavoitteisiin nähden hyvin tiukka (Granberg & Lewerentz, 2000).

Ruotsin 'Teknisk Framsyn' -hankkeen käytössä oli kaikkiaan yhteensä 34 milj. SEK. Rahoittajina SSF 17 milj., NUTEK 10 milj. ja Ruotsin hallitus 7 milj. SEK. Suomalainen 'Tiellä teknologiavisioon' -hanke toteutettiin 'talkoohengessä' eikä sille laadittu omaa budjettia. Valmistelutyöryhmä koordinoi työtä oman toimensa ohella ja sihteerityöstä vastasivat KTM:n virkamiehet sekä työhön osallistunut harjoittelija. Myös aivoriikkiin osallistuneet asiantuntijat olivat mukana omasta mielenkiinnostaan varsinaisen työnsä ohessa tai siihen liittyen. Tekes panosti jonkin verran aivoriikkikokouksien toteutukseen. Kauppa ja teollisuusministeriölle koituneet kustannukset – painatuskustannukset mukaan lukien – olivat KTM:n karkean arvion mukaan korkeintaan 0,5 milj. markkaa.

---

<sup>19</sup> KTM:n taholta esitetty näkemys (Eerola, 2001 in Barré & Greaves, 2001 - Part 1).

Taulukko 8. Vertailu Teknologiavisio vs. Teknisk Framsyn – Tulevaisuustarkastelun sisältö ja raportointi.

	<b>KTM: Teknologiavisio</b>	<b>Ruotsi: Teknisk Framsyn</b>
<i>Aihealueet (valinta, ryhmittely)</i>	<p>Kahdeksan tarvealuetta ja kahdeksan klusteria.</p> <p><i>Tarvealueet:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terveys</li> <li>- Ravinto ja elintarvikkeet</li> <li>- Arkielämä ja vapaa-aika</li> <li>- Sivistys, kulttuuri ja oppiminen</li> <li>- Turvallisuus</li> <li>- Ympäristö</li> <li>- Yhteiskunnallinen infrastruktuuri ja hallinto</li> <li>- Demokratia, tiedonkulku ja tasapainoinen sosiaalinen kehitys</li> </ul> <p><i>Klusterit:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bio- ja elintarvikeklusteri</li> <li>- Energiaklusteri</li> <li>- Kemianklusteri</li> <li>- Liikenne- ja infraklusteri</li> <li>- Metall- ja koneenrakennusklusteri</li> <li>- Metsäklusteri</li> <li>- Rakennusklusteri</li> <li>- Tele- ja viestintäklusteri</li> </ul>	<p>Jako aihepiireihin tarve- ja käyttäjälähtöisesti. Päädyttiin kahdeksaan suhteellisen laajaan aihepiiriin (lopullinen rajausta ja rakenne jätettiin paneelien tehtäväksi).</p> <p><i>Paneelit:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terveys, lääketiede ja hoito</li> <li>- Biologiset luonnonvarat</li> <li>- Yhteiskunnan infrastruktuurit</li> <li>- Tuotantojärjestelmät</li> <li>- Informaatio- ja kommunikaatiojärjestelmät</li> <li>- Materiaalit ja materiaalivirrat</li> <li>- Palvelut</li> <li>- Koulutus ja opetus</li> </ul> <p>Paneelleja pyydettiin myös ottamaan läpäisyperiaatteella huomioon mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ympäristö ja energia</li> <li>- markkinoiden ja kuluttajien vaatimukset</li> <li>- tasa-arvo- ja aluekehitysasiat</li> <li>- arvot ja asenteet</li> </ul>
<i>Tulosten muotoilu ja niiden käytettävyys</i>	<p><i>Työryhmän raportti</i> on ytimekäs ja helppolukuinen. Se sisältää 9 selkeää johtopäätöstä ja 4 toimenpide-ehdotusta. Siinä myös arvioidaan sekä tuloksia että prosessia ja tuodaan rakentavasti esille aivoriivityn ongelmat.</p> <p>Raportti täyttää hyvin tehtävänsä valmistella käynnistettäväksi kaavailun toimikunnan työtä.</p> <p><i>Aivoriivityn raporttien</i> teksti on tiivistä ja yksimielistä, vaihtoehtoja ei esitetä. Aiheen käsittelevät vaihtelevat klustereittain, mutta kaikkien raporttien rakenne on sama:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tulevaisuuden yhteiskunnan tarpeet</li> <li>- Tieteen ja teknologian luomat mahdollisuudet</li> <li>- Liiketoiminnan kehittämisenäkymät</li> <li>- Toimenpide-ehdotukset</li> </ul>	<p>Jokainen paneeli tuotti oman itsenäiseksi tarkoitetun <i>paneeliraporttinsa</i>. Tuloksena kahdeksan hyvin eri tavoin toimitettua, kuvitettua, yleistajuista ja rakenteeltaan helppolukuista raporttia. Osassa raporteista kuvauksia kansalaisten ja yritysten jokapäiväisestä toiminnasta kuvitteellisessa tulevaisuudessa, osa suunnattu palvelemaan lähinnä yritysten ja yhteisöjen päätöksentekoa.</p> <p><i>Synteisiraportti</i> keskittyy kuvaamaan yleisiä tulevaisuuden trendejä sekä ilmiöitä, jotka läpäisevät kaikki aihe-alueet. Kaikkien halukkaiden käyttöön laadittiin myös kuvitettut <i>kalvosarjat</i>.</p> <p>Hankkeen esittely ja raportit TF:n <i>Internet-sivuilla</i>, samoin paneelien yleisöpalautte.</p>
<i>Tulosten levittäminen ja prosessin jatkuminen</i>	<p>Työryhmän mietintö KTM:lle 28.5.1997.</p> <p>Raportti julkaistu KTM:n työryhmä- ja toimikuntaraporttien sarjassa v. 1997.</p> <p>Raportti lausuntokierrokselle 150 avainhenkilölle, jotka edustivat julkishallintoa, korkeakouluja, tutkimuslaitoksia sekä kansalais- ja elinkeinoelämän järjestöjä. Näistä noin puolet esitti lausuntonsa.</p> <p>Seminaari kommentaattoreille ja prosessiin osallistuneille helmikuussa 1998.</p> <p>Kaavaillua ennakointi/visiointitoimikuntaa ei perustettu. Aihepiirin pohdinta jatkunut selvitystöiden ja kehityshankkeiden muodossa.</p>	<p>Raportteja on painettu runsaat 60 000 kpl ja näiden ohella on jaossa ollut paneelikohtaisia tiedotuslehtisiä 100 000 kpl.</p> <p>Jatkoprosessin painopiste alueellisessa TF-toiminnassa (kesäkuuhun 2002 mennessä yli 20 alueellista TF-konferenssia ja toista sataa muuta TF-tilaisuutta).</p> <p>Toisena prosessin jatkumisen väylänä ovat olleet neljä taustaorganisaatiota yhteistyöverkostoineen.</p> <p>Kaikkien mukana olleiden virittämät epäviralliset keskustelut arvioitu hankkeen tuottamien ajatusten ja tulosten levittämisen kannalta tärkeimmiksi.</p>

## 5. 'Professional analysis/brainstorming' -malli lähtökohtana kehitystyössä

Tässä luvussa tarkastelemme asiantuntijalähtöistä, "professional analysis/brainstorming" -lähestymistapaa kehittämistyön mahdollisena lähtökohtana. Tavoitteena on edelleen nostaa esiin sellaisia kiinnostavia tekijöitä, joiden ymmärtäminen auttaa löytämään uusia hedelmällisiä toimintatapoja suomalaisten teknologian ennakoitinkäytäntöjen kehittämissä.

Edellisessä luvussa tarkastelluissa teknologian ennakoitihankkeissa pääpaino oli avaintoimijoiden yhteisten visioiden luomisessa ja niiden tehokkaassa viestimisessä yhteiskunnan eri tahoille. "Professional brainstorming/analysis" -lähestymistavassa korostetaan puolestaan teknis-tieteellisen asiantuntijuuden merkitystä mahdollisimman monipuolisen ja kaukonäköisen teknologiatiedon tuottamisessa. Edellisen luvun tapaan tämän luvun vertailuparina on muualla Euroopassa hiljattain toteutettu ennakoitihanke ja suomalaisen avaintoimijan kansallisen tason teknologiaennakointi: Ranskan 'Technologies clés 2005' -hanketta verrataan Tekesin 'Teknologia ja Tulevaisuus' -hankkeeseen. Kummassakin tapauksessa tavoitteena on ollut tuottaa teknologian tulevaisuutta koskevaa asiantuntijatietoa ensisijaisesti oman maan yrityksille ja muille teknologian kehittäjille. Ranskan avainteknologiahankkeilla on ollut myös teknologiapoliittista päätöksentekoa tukeva rooli.

Ruotsin 'Teknisk Framsyn' -hankkeeseen verrattuna 'Technologies clés 2005' toteutettiin huomattavasti vaatimattomalla resursoinnilla (34 milj. SEK vs. 2,8 milj. FRF). Suomalaiselle kehittämistyön kannalta on kiintoisaa havaita, että suhteellisen vaatimattomalla resursoinnilla voidaan tuottaa tarkoitustaan palvelevaa, hyvin jäsennehtyä teknologian ennakoititietoa.

Tarkastelussa käytetty aineisto on kuvattu liitteessä A.

### 5.1 Ranskalainen sovellus: 'Technologies clés 2005'

Vuosina 1999–2000 toteutettu 'Technologies clés 2005' (TC 2005) on Ranskan kauppa- ja teollisuusministeriön käynnistämä hanke, jonka perustavoitteena oli päivittää viisi vuotta aikaisemmin toteutetun 'Technologies clés 2000' -hankkeen sisältö ja suositukset (Ministère de l'industrie, 1995; Ministère l'économie et al, 2000)<sup>20</sup>. 'Technologies clés

---

<sup>20</sup> Ranskan uusin avainteknologiahanke, 'TC 2005', ei sisällynyt ESTO-kartoituksessa raportoituhiin kansallisen tason ennakoitihankkeisiin (mukana oli ainoastaan sen edeltäjä, 'TC 2000' -hanke). 'TC 2005' -hankkeesta raportoitiin kuitenkin ESTO-kartoituksen 'Technology Forecasting' -osiossa, jossa tarkastel-

2005' pyrki näin ollen vastaamaan samoihin kolmeen Ranskan teollisuuden aseman parantamista koskevaan kysymykseen kuin edeltäjänsä:

1. Mitkä teknologiat ovat tärkeitä Ranskan teollisuuden kannalta?
2. Mikä on Ranskan asema näiden teknologioiden suhteen?
3. Mitkä teknologiat tulisi asettaa kansallisesti etusijalle?

Aiempaa selkeämmin hanke ilmoitti keskittyvänsä kahden erityyppisen tavoitteen saavuttamiseen:

- TC 2005 auttaa ranskalaisia yrityksiä määrittelemään ne teknologiat, joiden kehittäminen ja hallinta on heille olennaisinta. Tämä tieto on erityisen välttämätöntä P&K-yrityksille, joilla ei ole omia keinoja kattavien visioiden hankintaan.
- TC 2005 tukee julkisen vallan teknologiapolitiikan määrittelyä ja toimeenpanoa sekä kansallisella että eurooppalaisella tasolla.

Ranskan kaupp- ja teollisuusministeriön alainen DiGITIP (Direction générale de l'Industrie, des Technologies de l'Information et des Postes) järjesti tarjouskilpailun hankkeen varsinaisesta toimeenpanosta. Tehtävä annettiin CM International -yhtiön vetämälle viiden partnerin konsortiolle<sup>21</sup>. DiGITIP:n puolesta hankkeesta vastasi Observatoire des Technologies stratégiques (OTS). Hankkeen toteutus kesti 15 kuukautta eli maaliskuusta 1999 toukokuuhun 2000.

Vuosina 1994–1995 toteutettu avainteknologioiden määrittelyhanke 'Technologies clés 2000' ja viisi vuotta myöhempi 'Technologies clés 2005' on esitelty tarkemmin erillisessä liitteessä (pdf-liite löytyy verkkosivulta [www.vtt.fi/ttr/](http://www.vtt.fi/ttr/)). Liitteestä ilmenee myös, kuinka uudempi hanke on kehittynyt ja missä suhteessa se eroaa edeltäjästään. Tarkastelun painopiste on TC 2005 -hankkeessa ja sen tuloksissa. Seuraavassa esitetään yhteenveto suomalaisen kehitystyön kannalta kiinnostavista havainnoista.

---

tiin erityisesti uusien lupaavien teknologioiden tunnistamiseen ja tarkoituksenmukaiseen tukemiseen tärkeitä teknologian ennakoitaktiviteetteja. Koska Suomessa käydään parhaillaan keskustelua siitä, miten ennakkoinnilla voitaisiin tukea tutkimusmäärärahojen ja T&K-voimavarojen kohdentamista, on hyödyllistä hakea kehitystyöhön aineksia myös tämän tyyppisistä ennakoitiprosesseista.

<sup>21</sup> Partnerit olivat: La Cité des Sciences et de l'Industrie/ La Fondation Villette Entreprise, Innovation 128, Le Crédoc, Central Cast, MCN Conseils.

## *Toiminnan jatkuvuus*

TC 2005 oli järjestyksessä toinen Ranskassa toteutettu avainteknologiahanke. Ranskan teollisuusministeriö käynnisti vuonna 1993 ensimmäisen hankkeen, jonka tavoitteena oli selvittää, mitkä teknologiat ovat tärkeitä kansallisen teollisuuden kannalta ja mihin Ranskan tulisi panostaa. Ranskassa oli tutustuttu vastaaviin teknologian ennakointi-hankkeisiin, joita oli toteutettu mm. Yhdysvalloissa, Saksassa ja Etelä-Koreassa. Näiden käyttämiä menetelmiä ei kuitenkaan haluttu jäljitellä, vaan periranskalaiseen tapaan pyrkimyksenä oli luoda omaperäinen ja innovatiivinen avainteknologioiden tarkastelumuoto. Tarkasteluajanjakso rajattiin tietoisesti suhteellisen lyhyeksi eli 5–10 vuodeksi; panostusten tulisi tuottaa tulosta lyhyellä tai keskipitkällä aikavälillä. Prosessin tuloksena syntyi luettelo Ranskan tärkeimmistä avainteknologioista sekä suositukset niiden tukitoimenpiteiksi.

Hankkeen tuloksena julkaistiin kesällä 1995 loppuraportti, jossa esiteltiin prosessin tuottamat 105 avainteknologiaa. Kolmasosa avainteknologioista luokiteltiin "itsenäisesti selviytyviksi" eli ne eivät tarvitse lisätukea; markkinavoimien ja nykyisten rakenteiden arvioitiin riittävän varmistamaan niiden menestymisen- mikä oli ilmeinen pettymys monille sektoreille. Loppuraportissa esitettiin myös toive, että seuraava vastaavanlainen raportti ilmestyisi kymmenen vuoden kuluttua. Mikäli tuolloin enemmistö avainteknologioista kuuluisi itsenäisesti selviytyvien luokkaan, olisi TC 2000 -raportti saavuttanut hankkeen johtoryhmän mukaan tavoitteensa.

Seuraava TC-hanke toteutettiin kuitenkin jo huomattavasti aikaisemmin eli v. 1999–2000. Syynä tähän oli mm. Ranskassa käynnistynyt innovaatiopolitiikan uudelleen arviointi ja tehostaminen sekä kiihtynyt talouden ja teknologian kehitystahti, jonka johdosta myös innovaation kaupallistamiseen kuluva aika oli lyhentynyt. Yhdessä globalisaatiokehityksen kanssa tämän katsottiin edellyttävän uutta strategisen pohdinnan kierrosta. Myös EU-yhteyksissä teknologian ennakoinnin merkitys oli korostunut.

TC 2005 -hankkeessa nostettiin esille myös kysymys, pitäisikö ennakointiprosessien olla jatkuvia: onko parempi, että ennakointi kestää rajallisen ajan ja se toistetaan säännöllisin välein, vai pitäisikö ennakoinnin rakentua jatkuvaksi prosessiksi, johon sisältyisi aika ajoittain intensiivisempiä tulostusvaiheita. Esimerkkinä mainittiin Saksassa käynnistetty FUTUR-hanke.



### *Vuorovaikutusprosessien organisointi*

Hankkeessa pyrittiin alusta pitäen kattamaan koko teollinen kenttä. Alustavien keskustelujen jälkeen tarkasteltava aihepiiri jaettiin kahdeksaan teema-alueeseen<sup>22</sup>. Jokaista teemaa varten asetettiin työryhmä, jonka tehtävänä oli identifioida lupaavia teknologioita. Työryhmien kooksi rajattiin 12 henkeä. Myöhemmin hankeorganisaatioon lisättiin vielä yhdeksäs riippumaton 10 hengen työryhmä nimeltään 'interaktiivisuus – laatu'. Sen tehtävänä oli edistää työryhmien välistä yhteistyötä ja taata samalla niiden laadullinen yhtenäisyys. Ryhmän edustamaa ulkopuolista näkökulmaa työn eri vaiheissa pidettiin merkittävänä lisäarvon tuottajana.

Teema-alueiden kahdeksan työryhmää kokoontuivat vähintään neljä kertaa puolen päivän kokouksiin, joissa määriteltiin avainteknologiaehdokkaat sekä seulottiin näistä tärkeimmät 'vetovoima'- ja 'valtti'-tekijöiden perusteella. Myöhemmin perustettu yhdeksäs työryhmä vastasi mm. yhteneväisen analyysikehikon kehittämisestä. Teemakohtaiset työryhmät käyttivät tätä kehikkoa esittämiensä avainteknologioiden luonnehdinnan apuvälineenä.

TC 2005 -hankkeessa hyödynnettiin myös uuden teknologian suomia mahdollisuuksia Internet-keskustelufoorumien muodossa. Internet-foorumeita oli yhteensä yhdeksän: kahdeksan foorumia teemojen perusteella ja yhdeksäs poikittaisia kysymyksiä varten. Nämä foorumit palvelivat myös taustavaikuttajiksi koottujen asiantuntijapoolien keskinäistä yhteydenpitoa (ks. seuraava kappale). Asiantuntijoiden roolina oli reagoida työryhmien tuottamiin tuloksiin esittämällä niistä sekä kriittisiä että täydentäviä näkemyksiä. Internetin käyttö jäi kuitenkin kaavailtua vähäisemmäksi eikä toivottua vilkasta keskustelua saatu syntymään (Durand, 2001).

### *Ennakointiprosessin osallistujapohja*

Hankkeen johtoryhmä muodostui teollisuuden, tutkimuksen ja teknologian kehitykseen liittyvien hallinnonalojen edustajista. Johtoryhmä oli suhteellisen laaja, 42 jäsentä. Johtoryhmä valitsi keskuudestaan myös suppeamman toimintaryhmän, joka seurasi hanketta tiiviimmin (Durand, 2001). Johtoryhmän tehtäviin kuului hankkeen ohjaamisen lisäksi päättäminen lopullisesta teknologioiden luettelosta sekä niihin liittyvien suositusten muotoilu.

---

<sup>22</sup> TC 2005 -hankkeen teema-alueina olivat: 1) informaatio- ja kommunikaatioteknologia, 2) materiaalit, kemia, 3) rakentaminen, infrastruktuuri, asuminen, 4) energia, ympäristö, 5) biotieteet, terveys, elintarvikkeet/maatalous, 6) liikenne, ilmailu, avaruus, 7) kulutushyödykkeet ja palvelut sekä 8) suunnitteluteknologiat ja menetöt, hallinto, tuotanto.

Työryhmien jäsenet nimettiin co-nomination-prosessin avulla 650 asiantuntijaehdokkaan joukosta. CMI:n vetämä tiivis valintaprosessi kesti kolme kuukautta. Kuhkankin työryhmän valittiin keskimäärin 12 henkeä. Edeltäjähänke (TC 2000) oli osoittanut, että jäsenmäärältään liian suuret ryhmät kohtaavat työssään monia vaikeuksia. Lopulliset valinnat pyrittiin tekemään niin, että työryhmien lähestymistavasta ei muodostuisi liian teknologiapainotteinen. Huomiota haluttiin kiinnittää myös markkinoiden tarpeisiin ja tieteen edistymismahdollisuuksiin. Johtoryhmän ja työryhmien yhteenlasketuista 140 jäsenestä naisia oli kymmenkunta.

Käytettävissä olevan asiantuntemuksen laajentamiseksi luotiin vielä ns. asiantuntijapoolit (*Panels d' experts du premier et du deuxième cercle*)<sup>23</sup>, jotka koostuivat laajemmasta joukosta asiantuntijoita (mukana asiantuntijoita myös Ranskan ulkopuolelta). Noin 600 asiantuntijaan oltiin yhteydessä postitse kyselylomakkeiden välityksellä, samoin kuin myös keskustelufoorumien kautta Internetissä (Durand, 2001).

### ***Kiinnostavan tiedon syntymistä edistävät menetelmälliset apuvälineet***

Avainteknologiaehdokkaiden perusteellisempaa arviointia varten kehitettiin TC 2005:ssä menetelmä, jota hankkeessa kutsuttiin 'analyysikehikoksi' (*Grille d'analyse et de caractérisation*). Avainteknologiaksi nimettävän teknologian luonnetta pohdittaessa oli todettu, että avainteknologia-käsite voidaan sijoittaa kahden lähestymistavan yhtymäkohtaan. Toinen lähestymistapa on tieteellis-tekninen ja toinen on taloudellinen. Näiden pohjalta rakennettiin systemaattisesti kullekin tarkastelun kohteena olleelle teknologialle kaksi taulukkoa, joissa molemmissa ehdotettu teknologia on omana sarakeenaan. Koko tarkastelun kattava analyysikehikko muodostuu, kun nämä taulukot liitetään toisiinsa. Avainteknologia toimii tarkastelussa nivelenä ketjussa, joka yhdistää tietyn tieteenalan asiantuntijat ja teknologiaa hyödyntävien kaupallisten yritysten vastuutahot. (Erillisessä pdf-liitteessä on kuvattu tarkemmin analyysikehikkoa ja sen momenttyypisiä käyttömahdollisuuksia; ks. [www.vtt.fi/ttr/](http://www.vtt.fi/ttr/) => referenssitiedot)

Lopulliset avainteknologiat on kuvattu yhden sivun laajuisissa synteesikorteissa (*Fiches de synthèse*). Samantyyppisiä kortteja oli tuotettu jo 'TC 2000' -hankkeessa, mutta korttien informatiivisuus oli nyt kehittynyt huomattavasti edelliseen hankkeeseen verrattuna. Varsinainen uutuuksia oli analyysikehikon tietojen sisällyttäminen korttiin. Kortista ilmeni myös käsittelikö se avainasemassa olevaa spesifistä teknologia-alueita vai tärkeäksi katsottua tarvetta, johon voidaan vastata teknologian avulla. Mielenkiintoinen

---

<sup>23</sup> Selvyyden vuoksi ei asiantuntijaryhmistä käytetä tässä nimitystä 'paneelit', koska niiden rooli poikkeaa huomattavasti luvussa 4 kuvatun Ruotsin 'Teknisk Framsyn' -hankkeen paneelien roolista. Ruotsin hankkeessa pääosa työstä tehtiin itse paneeleissa, mutta Ranskan asiantuntijapooleilta tiedusteltiin vain mielenpidettä tietyissä prosessin vaiheissa. Ranskan hankkeessa pikemminkin teemakohtaiset työryhmät vastasivat Ruotsin paneeleita.

piirre onkin, että TC 2005:n avainteknologioista määritellään lähes puolet (51 kpl) niemenomaan 'tarpeen täyttäjiksi'. Lisäksi korteissa luetteloidaan viittaukset muihin avainteknologioihin, jotka liittyvät ko. teknologiaan. Synteesikortin eri osioiden laajuus ja niiden keskinäinen suhde pystyvät tarkalle käyttäjälle kertomaan monipuolisia lisätietoja kunkin avainteknologian erityisominaisuuksista.

### ***Ennakointiprosessin läpinäkyvyys ja tulosten raportointi***

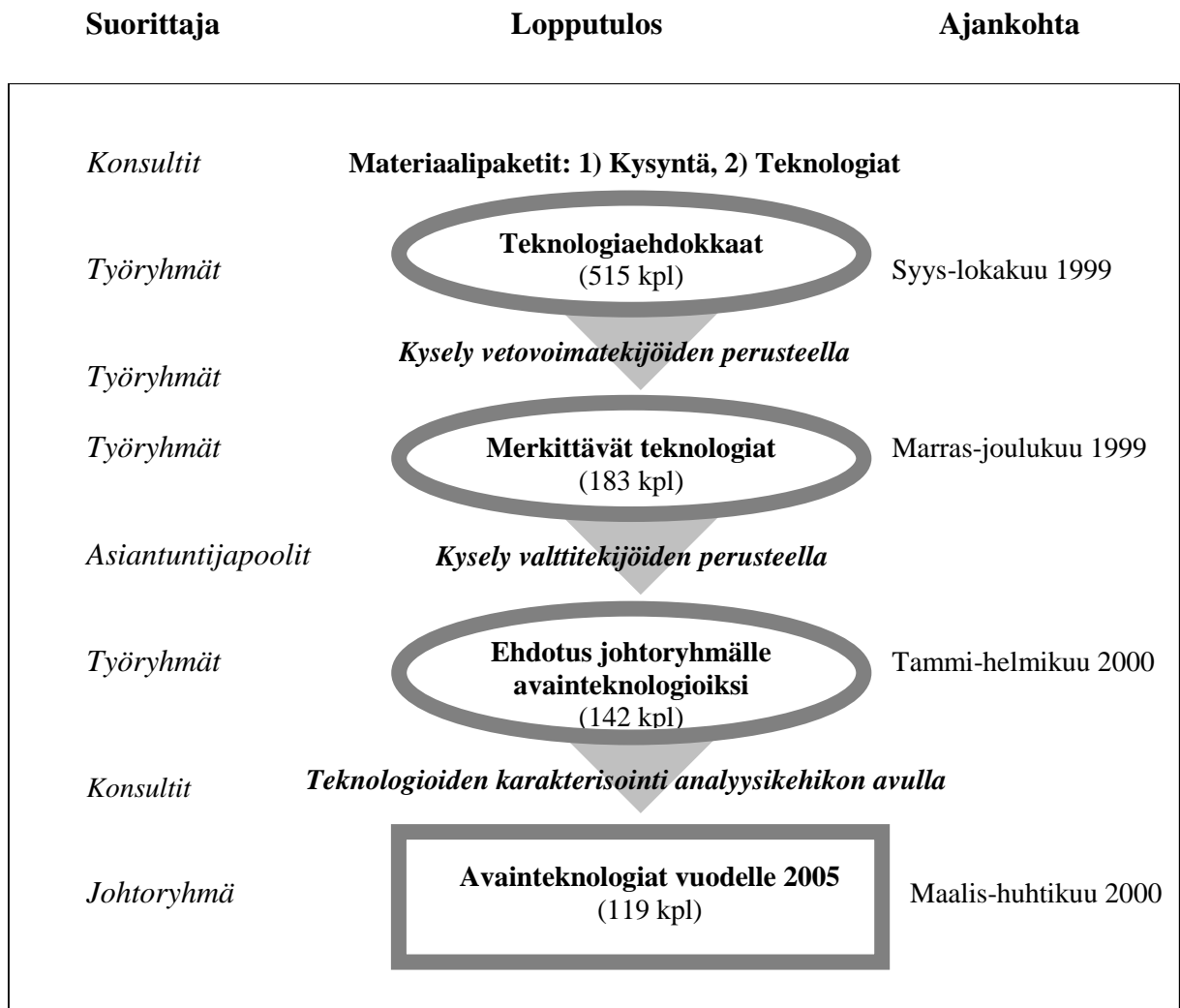
Analyysikehikon avulla suoritettu teknologioiden karakterisointi toimi TC 2005:n johtoryhmän merkittävänä apuvälineenä pohdittaessa kuuluuko teknologia lopullisiin avainteknologioihin. Kullekin ehdotetulle avainteknologialle laskettiin kriteeriluettelon avulla pisteet, jotka indikoivat Ranskan vahvuuksista ao. alueella, kyseisen teknologian vetovoimaa ja menestyksen avaintekijöiden olemassaoloa. Vertailun suorittivat konsultit kaiken sen tiedon perusteella, joka oli prosessissa kertynyt.

Avainteknologioiden valintaprosessissa käytettiin kahta kyselykierrosta. Työryhmille suunnatun ensimmäisen kyselyn kriteereinä olivat eksplisiittisesti kuvatut 'vetovoimatekijät', jotka oli jaettu viiteen kriteeriryhmään (teolliset ja taloudelliset tekijät, ympäristöön liittyvät tekijät, sosiaaliset tekijät, kansalliset ja eurooppalaiset tekijät, teknologioiden dynamiikka). Kriteerien avulla tarkasteltuna 515 ehdokasteknologian määrä väheni 183 'merkittäväksi teknologiaksi'.

Toinen kyselykierros suunnattiin asiantuntijapoolleille ja sen kriteereinä olivat Ranskan (ja Euroopan) 'valttitekijät' ja menestysmahdollisuudet. Valtitekijät oli jaettu kahteen ryhmään, joiden avulla Ranskan ja Euroopan asemaa pystyttiin arvioimaan toisaalta tieteellis-teknisestä näkökulmasta, toisaalta kaupallis-teollisesta näkökulmasta. Kyseeseen pohjautuen työryhmät valitsivat 142 teknologiaa, joita he ehdottivat avainteknologioiksi.

Avainteknologioiden valintaprosessin kulku ilmenee kuvan 11 kaaviosta.

TC 2005 -hankkeen tulokset koottiin raportiksi, joka julkaistiin vuoden 2000 lopussa. Raportti on jaettu kuuteen osaan. Johdanto-osassa kuvataan mm. teknologian dynamiikkaa, innovaatioiden hallintaa, ennakkoinnin ominaispiirteitä ja kysynnän trendejä, esitellään käytetyt menetelmät sekä verrataan hanketta muihin vastaaviin hankkeisiin. Toisessa osassa annetaan taustatietoa jokaisesta kahdeksasta teema-alueesta. Kolmas osa sisältää synteesikortit kaikista valituista avainteknologioista. Neljäs osa kertoo hankkeen johtopäätökset ja viides osa johtoryhmän suositukset. Viimeinen osa listaa kaikki hankkeen osanottajat ja heidän taustaorganisaationsa.



Kuva 11. Avainteknologioiden valintaprosessi *Technologies clés 2005* -hankkeessa. (Lähde: Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, 2000).

Prosessin eteneminen valintakriteereineen on kuvattu loppuraportissa sinänsä läpinäkyvästi. Raportin pohjalta jää kuitenkin jossain määrin epäselväksi, kenen toimesta asiantuntijapoolit on valittu ja mikä on ollut valintamenettely. Osa asiantuntijoista joka tapauksessa valittiin työryhmien ehdotusten perusteella ja osa Internet-foorumeihin kirjautuneiden joukosta. Raportista ei myöskään ilmene, millä perusteella eri teema-alueita<sup>24</sup> on painotettu avainteknologioita valittaessa. Johtoryhmän puheenjohtaja kertoo kuitenkin myöhemmässä artikkelissaan (Durand, 2001), että konsultti tutki eri maiden

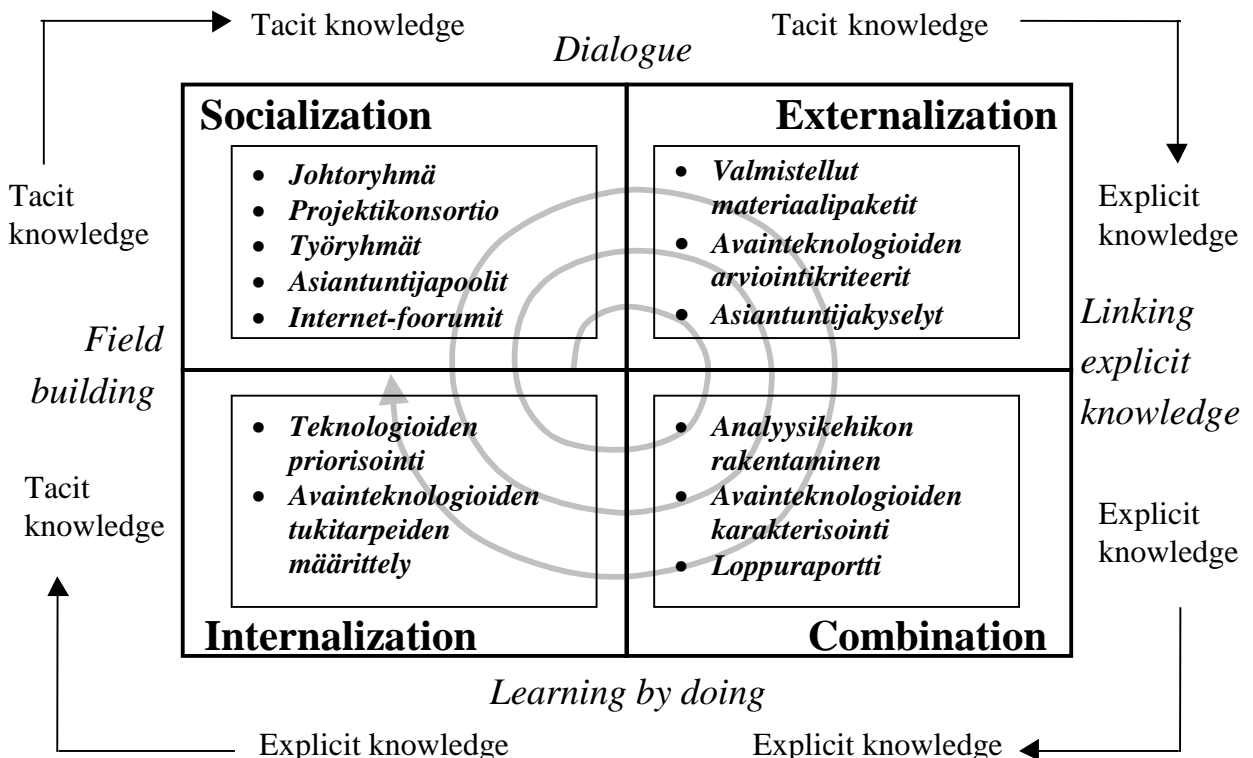
<sup>24</sup> Informaatio- ja kommunikaatioteknologiat (30 avainteknologiaa), materiaalit ja kemia (17 avainteknologiaa), rakentaminen, infrastruktuuri ja asuminen (13 avainteknologiaa), energia ja ympäristö (16 avainteknologiaa), biotieteet, terveys ja elintarvikkeet/maatalous (16 avainteknologiaa), liikenne, ilmasto ja avaruus (10 avainteknologiaa), kulutushyödykkeet ja -palvelut (6 avainteknologiaa), suunnitteluteknologiat ja -menetelmät, hallinto ja tuotanto (11 avainteknologiaa).

ennakointihankkeita ja näiden perusteella arvioi, mikä olisi 'hyväksyttävä' määrä teknologioita kullekin teemalle. Johtoryhmä hyväksyi näin muodostetut teemakohtaiset kiintiöt.

### *Ennakoinnin vaikuttavuus*

TC 2005:n kohderyhmäksi oli mainittu koko Ranskan suuri yleisö. Raportin sisältö on kuitenkin suunnattu pikemminkin eri alojen asiantuntijoille. Median ja poliitikkojen kiinnostusta avainteknologioihin on pyritty herättämään liittämällä yksittäisiä teknologioita laajempiin ajankohtaisiin haasteisiin kuten ympäristönsuojeluun sekä terveys- ja turvallisuuskysymyksiin. TC 2005 -hankkeen merkittävänä tuloksena on pidetty itse prosessia ja sen synnyttämää tietoisuuden lisäystä ja verkostoitumista. Kauppa- ja teollisuusministeriö oli toimeksiannossaan kuitenkin nimenomaan korostanut hankkeen sisällön ensisijaisuutta (Durand, 2001).

'TC 2005' -hankkeeseen liittyvää tietämyksen hallintaa havainnollistetaan SECI-mallin avulla kuvassa 12.



Kuva 12. Technologies clés 2005 -hankkeessa käytetyt menetelmät ja niiden hyödyntäminen SECI-mallin avulla tarkasteltuna.

Kuvasta 12 ilmenevien menetelmien ja käytäntöjen pääasialliset funktiot olivat seuraavat:

***Kanssakäymiseen perustuva uusi tietämys (socialization):***

- Hankkeelle valittiin laajapohjainen *johtoryhmä* teollisuuden, tutkimuksen ja teknologian kehitykseen liittyvien hallinnonalojen edustajista. Johtoryhmään kuului kaikkiaan 42 henkeä, mutta se valitsi keskuudestaan myös suppeamman joukon, joka kokoontui ja seurasi hanketta tiiviimmin. Johtoryhmän tehtäviin kuului hankkeen ohjaaminen sekä lopullisesta avainteknologialuettelosta päättäminen ja suositusten muotoilu. Laajapohjaisella johtoryhmällä haluttiin varmistaa, että kaikilla relevanteilla tahoilla on mahdollisuus saada äänensä kuulluksi. Samalla voitiin myös sitouttaa nämä tahot prosessin kuluessa tehtäviin valintoihin ja toimenpide-ehdotuksiin (priorisoinnit, tukitoimenpiteitä koskevat suositukset).
- Hankkeen varsinaisesta toimeenpanosta vastasi CM International-yhtiön koordinoima viiden partnerin *projektkonsortio*, joka valittiin tarjouskilpailun pohjalta. Tämä konsulttiryhmä vastasi mm. taustamateriaalin kokoamisesta, asiantuntijakyselyjen toteutuksesta sekä avainteknologioiden pisteytyksestä prosessin kuluessa syntyneen tiedon perusteella. Delegoimalla kyseiset tehtävät ammattikonsulteille voitiin tehostaa ja nopeuttaa prosessia.
- Hankkeessa pyrittiin alusta pitäen kattamaan koko teollinen kenttä, joka jaettiin keskustelujen jälkeen kahdeksaan teema-alueeseen. Jokaista teemaa varten asetettiin *työryhmä*, jonka tehtävänä oli identifioida potentiaalisia avainteknologioita ja seuloa niistä lupaavimmat. Edellisessä vastaavassa hankkeessa (TC 2000) oli tullut esiin liian suurien työryhmien haittapuolia. Kunkin työryhmän maksimikooksi rajattiin siksi nyt 12 henkilöä. Myöhemmin perustettiin vielä yhdeksäs ryhmä teemaryhmien yhteistyön ja vuorovaikutuksen edistämiseksi sekä niiden työn laadun yhtenäistämiseksi. Kuhunkin työryhmään pyrittiin saamaan mukaan paitsi teknologia-asiantuntijoita myös markkinoita ja perustutkimusta tuntevia henkilöitä. Tällä pyrittiin edistämään kokonaisnäkömyksen syntymistä niin, että markkinoiden tarpeet, uudet teknologiat ja tutkimuspanostukset kohtaisivat paremmin toisensa.
- Monipuolisen asiantuntemuksen hankkimiseksi mahdollisimman tehokkaalla tavalla luotiin hankkeen käyttöön laajapohjaiset asiantuntijapoolit, jotka osallistuivat myöhemmin myös avainteknologiaehdokkaiden arvioitiin ja kommentointiin. Näihin oli mahdollista pyytää mukaan asiantuntijoita myös Ranskan ulkopuolelta, koska yhteydenpito tapahtui postitse ja teema-kohtaisten, rekisteröitymistä edellyttäneiden *Internet-foorumien* kautta. Internet-foorumeilla ei kuitenkaan syntynyt toivottua aktiivista keskustelua.

### *Hiljaisen tiedon julkilausuminen (externalisation)*

- Konsultit laativat työryhmille etukäteen kutakin teema-aluetta koskevat *materiaalipaketit* otsikoilla 'Kysyntä' ja 'Teknologiat'. Materiaalipakettien tehtävänä oli tarjota työryhmien jäsenille valmiiksi jäsenneltäviä aineksia avainteknologiaehdokkaiden nimeämiseksi ja arvioimiseksi. Työryhmäkohtaiset materiaalipaketit loivat myös yhteistä viitekehystä työryhmäkeskusteluille. Materiaalipaketeilla pyrittiin myös välttämään liiallista teknologiakeskeisyyttä niin, että myös markkinoiden tarpeet ja perustutkimuksen potentiaali tulevat huomioiduksi.
- Pyrkimyksenä oli, että lupaavimmat avainteknologiat seulotaan kaikkien ehdotettujen teknologioiden joukosta yhtenäisen *kriteeristön* avulla. Teknologioiden valintaprosessissa käytettiin kahdenlaisia kriteerejä: ensimmäisellä kyselykierroksella (työryhmille) kriteerinä olivat 'vetovoimatekijät'; toisella kierroksella (asiantuntijapooleille) kriteereinä olivat Ranskan ja Euroopan 'valttitekijät' ja menestysmahdollisuudet. Kriteeristön laativat konsultit yhteistyössä työryhmien ja johtoryhmän kanssa.
- Kukin työryhmä kokoontui prosessin kuluessa 4–8 kertaa puolenpäivän tapaamisiin. *Työryhmäkokouksissa* identifioitiin avainteknologiaehdokkaat sekä *seulottiin* niistä 'vetovoima'-kriteerien avulla *merkittävimmät teknologiat*. Tällä menettelyllä pyrittiin fokuoimaan jatkotarkastelua lupaavimpiin teknologioihin kaikilla tarkasteluilla teema-alueilla. Liiallista teknologiakeskeisyyttä pyrittiin välttämään kysymällä systemaattisesti "Mikä todella on se tarve, joka tulisi tyydyttää?" ja "Mitä teknologioita hyödyntämällä ko. tarve voidaan tyydyttää?".
- Konsultit laativat asiantuntijoille *kyselyn*, jonka avulla pyrittiin kartoittamaan Ranskan ja Euroopan valttitekijät kunkin merkittäväksi katsotun avainteknologian osalta. Kysely toimitettiin postitse n. 600 asiantuntijalle sekä Internet-foorumeille, joilla vieraili n. 700 asiantuntijaa. Näin saatiin laajemman asiantuntijajoukon näkemykset kerätyksi valmiiksi dokumentoidussa muodossa. Konsultit kokosivat tiedon ja raportoivat sen tiiviissä, jäsennellyssä muodossa työryhmille ja johtoryhmälle.

### *Yksittäisten tietojen ja tietolähteiden yhdisteleminen (combination)*

- Jotta prosessissa voitaisiin tarkastella kompaktissa muodossa yhtä aikaa kunkin teknologian tieteellis-teknisiä ja toiminnallisia piirteitä, laadittiin tarkasteluja varten yhtenäinen analyysikehikko, joka kattoi molemmat kentät. Kehikkoon koottiin avainteknologian kehittymisen keskeisimmät tekijät: teknisen ratkaisun kriittiset tekijät, teknologiaan liittyvät tieteenalat, teknologian tyydyttämät geneeriset tarpeet, käyttöesimerkit ja soveltamisalueet.

- Karsinnan jälkeen ehdolle jääneet *avainteknologiat* karakterisoitiin *analyysikehikon avulla* lopullisen valinnan tueksi. Jokaisesta ehdotetusta avainteknologiasta laadittiin muodoltaan yhteneväinen yhden sivun laajuinen 'synteesikortti' joka sisälsi paitsi karakterisoinnin analyysikehikon avulla myös arviot teknologian kehitysteestä sekä Ranskan ja Euroopan asemasta tieteen ja teollisuuden näkökulmista tarkasteltuna. Synteesikortit olivat nyt huomattavasti informatiivisempia kuin edellisessä TC-hankkeessa (TC 2000).
- Prosessissa tuotetun aineiston pohjalta kirjoitettiin asiantuntijoille suunnattu *loppuraportti*. Raportissa esitellään teema-alueet sekä niiden tärkeimmiksi katsotut avainteknologiat ja päätavoitteet seuraavalle viidelle vuodelle.<sup>25</sup> Myös avainteknologiakohtaiset synteesikortit sisältyvät raporttiin. Raportin laajassa johdanto-osassa kuvataan puolestaan teknologian dynamiikkaa, innovaatioiden hallintaa ja ennakoinnin ominaispiirteitä. Siinä esitellään myös käytetyt menetelmät ja verrataan hanketta muihin vastaaviin ennakoiteihin. Prosessin tuloksena syntyneet yleiset johtopäätökset ja suositukset on koottu yhteen raportin loppupuolelle. Tiiviin ja informatiivisen 350-sivuisen raportin oletettiin kiinnostava myös laajempia piirejä.

### ***Tiedon tilannekohtainen hyödyntäminen (internalization)***

- *Lupaavimpien teknologioiden tunnistaminen ja priorisointi* oli yksi prosessin sisäänrakennetuista päätavoitteista. Vastausta etsittiin kysymykseen 'Mitkä teknologiat tulisi asettaa kansallisesti etusijalle ajanjaksolla 2000–2005?' Kysymystä pohtivat 'vetovoima'- ja 'valttitekiäjien' pohjalta teema-kohtaiset työryhmät. Valttitekiäjien osalta konsultoitiin myös laajempaa asiantuntijajoukkoa. Johtoryhmä valitsi lopulliset avainteknologiat tuotetun informaation pohjalta.
- Prosessin myötä hahmottui myös näkemys *avainteknologioiden* kehittämisen kannalta välttämättömistä *tukitoimista*. Raporttiin sisältyy myös toimenpide-ehdotuksia tältä osin. Laajapohjainen johtoryhmä pyrki varmistamaan, että valinnat ja toimenpide-ehdotukset tukevat kansallista kilpailukykyä ja ovat myös sopusoinnussa kansallisen ja EU-tason kauppapolitiikan sekä Euroopan teollisuus- ja teknologiapolitiikan kanssa.

---

<sup>25</sup> Informaatio- ja kommunikaatioteknologiat (30 avainteknologiaa), materiaalit ja kemia (17 avainteknologiaa), rakentaminen, infrastruktuuri ja asuminen (13 avainteknologiaa), energia ja ympäristö (16 avainteknologiaa), biotieteet, terveys ja elintarvikkeet/maatalous (16 avainteknologiaa), liikenne, ilmasto ja avaruus (10 avainteknologiaa), kulutushyödykkeet ja -palvelut (6 avainteknologiaa), suunnitteluteknologiat ja -menetelmät, hallintoa tuotanto (11 avainteknologiaa).



## 5.2 Suomalainen sovellus: Tekesin teknologiakatsaukset

Tekesin teknologiakatsauksia ei ole yleensä rinnastettu kansallisen tason ennakoitutyöhön eikä näin tehty myöskään ESTO-verkoston kartoitustyön yhteydessä. Suomalaisen kehitystyön kannalta on kuitenkin mielenkiintoista tarkastella jäsenellisesti myös tämän keskeisen toimijan kansalliselle foorumille suunnattua teknologian ennakoitutyötä. On kuitenkin huomattava, että merkittävä osa Tekesin teknologiaennakoinnista tapahtuu sen oman strategiatyön ja tutkimusohjelmien valmistelun yhteydessä. 'Teknologia ja Tulevaisuus' -raportti edeltäjineen havainnollistaa kuitenkin osaltaan suomalaisen kehitystyön olennaisia haasteita.

'Teknologia ja tulevaisuus' -raportti vuodelta 1998 jatkaa Tekesin aikaisemmin julkaistujen teknologiakatsausten linjalla. Katsauksille on ollut luonteenomaista, että niiden sisältö on pohjautunut Tekesin omien asiantuntijoiden työssään hankkimiin tietoihin. Näiden näkemysten taustaksi on mainittu pitkäaikainen ja tiivis yhteistyö yritysten, tutkimuslaitosten, yliopistojen sekä muiden sidosryhmien kanssa. Tekesin teknologiakatsaukset vuosilta 1993-1998 (Tekes, 1993, 1994, 1996, 1998) on esitelty erillisessä liitteessä (löytyy pdf-muodossa verkkosivulta [www.vtt.fi/ttr/](http://www.vtt.fi/ttr/)). Esittelyn painopiste on tuoreimmassa julkaisussa.

### *Toiminnan jatkuvuus*

Teknologian kehittämiskeskus Tekes on jatkuvasti kerännyt monipuolista tietoa teknologian kehitysnäkymistä omien tehtäviensä tarpeisiin. Tekes arvioi vuonna 1993, että sen keräämillä tiedoilla ja analyyseillä voisi olla laajempaa käyttöä sekä teknologia- ja teollisuuspoliittisessa että yksittäisiin tutkimus- ja kehityshankkeisiin liittyvässä suunnittelussa. Näin ollen Tekes päätti koemielessä julkaista käytössään olevasta materiaalista tiivistetyn 'teknologiakatsauksen'. Katsaus julkaistiin myös seuraavana vuonna samansisältöisenä, vain lähinnä numerotiedoiltaan päivitettyinä.

Teknologiakatsausten arveltiin tuolloin tukevan teknologiastrategian laatimista ja teknologiapanostusten tuloksellista kohdistamista yhtä hyvin yksittäisissä yrityksissä kuin kansallisen teknologiapolitiikan tasolla. Vallitsevassa vaikeassa taloudellisessa tilanteessa korostettiin kuitenkin panosten kohdistamisen lisäksi voimakkaasti sitä, että panostuksen määrän ja intensiteetin on oltava riittävä suuria. Teknologiapolitiikan todettiin tuolloin kaipaavan nimen omaan täsmäasetta.

Näiden teknologiakatsausten jatkoksi julkaistiin vuonna 1996 'Teknologia 2000' -raportti. Tämän, kuten edeltäjiensäkin, sisällöstä vastasivat Tekesin teknologiaalinjojen asiantuntijat. Julkaisun ilmoitettiin perustuvan laajoihin keskusteluihin yritysten, niiden toimialajärjestöjen ja tutkimuslaitosten kanssa näitä tarkemmin yksilöimättä. Teknologioiden kuvaukset perustuivat suurelta osin käynnissä oleviin teknologiaohjelmiin. Nä-

kökulmaa eri aihepiireihin oli laajennettu aiempiin selvästi teknologialähtöisin tarkasteluihin verrattuna. Teknologia nähtiin kuitenkin yhtenä tärkeänä muutoksen välineenä. Asiakslähtöisyyttä, tuotteiden räätälöintiä ja ympäristömyötäisyyttä korostettiin useimmilla aloilla.

Vuoden 1998 raportin uudistunutta sisältöä ilmentää sen esipuheen toteamus, jonka mukaan teknologian kehityksen ennustamisen lähtökohtana on oltava syvä ymmärtämys teknologian, elinkeinoelämän ja markkinoiden nykytilasta ja keskeisistä kehitykseen vaikuttavista tekijöistä. Ennustaminen myönnetään vaikeaksi, koska olisi kyettävä tunnistamaan hyvinkin heikkoja signaaleja ja päättelemään niistä, mitä on tulossa. Katsauksessa myös korostetaan voimakkaasti kasvavaa kansainvälistä yhteistyötä. Seuraavissa kohdissa tarkastellaan pääasiassa tätä tuoreinta katsausraporttia.

### ***Vuorovaikutusprosessien organisointi***

'Teknologia ja tulevaisuus'-raportin työstäminen tapahtui Tekesin omien asiantuntijoiden toimesta ja heidän omia asiantuntijaverkostojaan hyödyntäen. Projektiryhmä koontui muutamia kertoja yhteisiin projektikokouksiin, joissa hahmoteltiin uuden teknologiakatsauksen sisältöä ja päätettiin sitä koskevasta työnjaosta. Kullekin raportin luvulle määrättiin vastuuhenkilöt, jotka työstivät käytettävissään olevan materiaalin pohjalta luonnosversiot tekstistä projektiryhmän ja avainasiantuntijoiden kommentoituksi.

### ***Ennakointiprosessin osallistujapohja***

Katsauksen laadintaan osallistui projektiryhmä, joka oli koottu Tekesin omista asiantuntijoista. Projektiryhmä hyödynsi työssään myös Tekesin muita asiantuntijoita ja laajempia asiantuntijaverkostojaan. Ulkopuoliset tahot eivät kuitenkaan itse osallistuneet 'Teknologia ja Tulevaisuus' -raportin työstämiseen. Kaikkiaan hankkeen toteutukseen osallistui n. 40 henkilöä – lähinnä teknologia-asiantuntijoita, Tekesin teknologiajohtajat mukaan lukien. Myös Tekesin viestintäyksiköstä oli mukana muutamia henkilöitä.

### ***Kiinnostavan tiedon syntymistä edistävät menetelmälliset apuvälineet***

Tekes kerää jatkuvasti monipuolista tietoa teknologian kehitysnäkymistä omia tehtäviään silmällä pitäen. Tällaisen tiedon arveltiin kiinnostavan myös muita toimijoita, joten laajempaan jakeluun tarkoitettujen teknologiakatsausten tuottaminen nähtiin jälleen tarkoituksenmukaiseksi. Varsinaisia menetelmällisiä työkaluja ei katsottu välttämättömäksi edellytykseksi tämäntyyppisen katsauksen laatimiseksi. Katsauksen sisältö heijastaa näin ollen paljolti Tekesin tutkimusohjelmien ja strategiatyön yhteydessä kumuloitunutta tietoa ja näkemyksiä. Raportissa on runsaasti eri lähteistä lainattuja yhteenve-

taulukkoita ja kaavioita, jotka havainnollistavat esitettyjä asioita ja helpottavat niiden omaksumista. Toisaalta raportista puuttuu sisällysluettelo, joka helpottaisi relevanttien asioiden löytämistä.

### ***Ennakointiprosessin läpinäkyvyys ja tulosten raportointi***

Raportti jakaantuu neljään osaan. Ensimmäisessä osassa tarkastellaan teknologian vaikutuksia yhteiskuntaan (teknologiapolitiikan mahdollisuudet, teknologian vaikutukset palveluihin, teknologian vaikutus kestävään kehitykseen ja hyvinvointiin) sekä suomalaisen teknologiatutkimuksen ja yritystoiminnan kansainvälistymistä (erityisesti Eurooppaan, Yhdysvaltoihin ja Japaniin). Loppuosa raportista keskittyy varsinaisiin teknologiatarkasteluihin. Aiemmissä katsauksissa käsitellyt yksittäiset teknologiat on ryhmitelty kolmen 'sateenvarjoaihepiirin' alle (tieto- ja viestintäteknologia, kemia- ja bioteknologia, tuotanto- ja energiateknologia). Käynnissä olevat teknologiaohjelmat on koottu liitteeksi raportin loppuun.

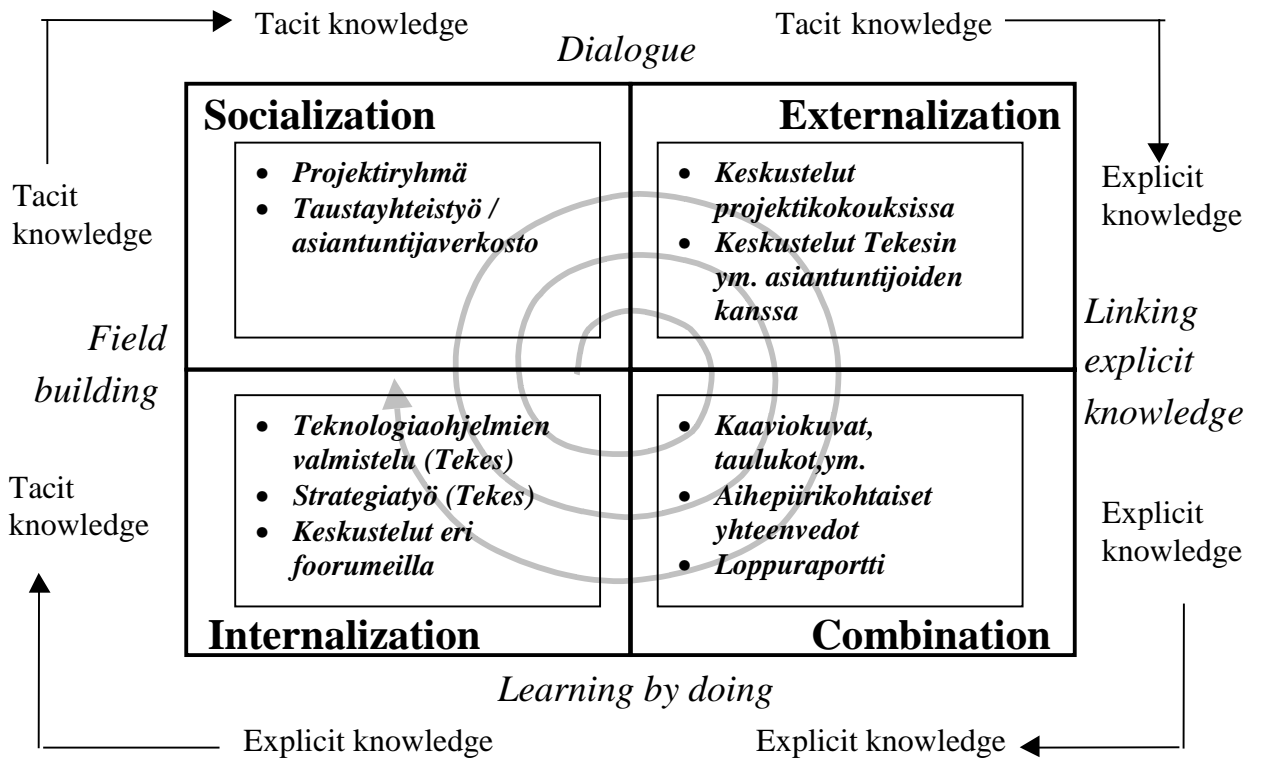
Katsauksessa mainitaan, että sen taustalla on pitkäaikainen ja tiivis yhteistyö yritysten, tutkimuslaitosten, yliopistojen sekä muiden sidosryhmien kanssa sekä kasvava kansainvälinen yhteistyö. Raportissa ei ole kuitenkaan kuvattu sen taustalla olevaa vuorovaikutus- ja työprosessia. Siinä ei myöskään nimetä työhön osallistuneita asiantuntijoita tai muita tahoja. Kaaviokuvien ja taulukoiden lähteet on mainittu, mutta muista tiedon hankinta- tai valintamenetelmistä ei ole mainintaa.

### ***Ennakoinnin vaikuttavuus***

Teknologia ja tulevaisuus -katsauksen esipuheessa todetaan, että Tekesissä tarvitaan katsauksen kuvaamaa ennakoivaa tietoa jokapäiväisessä työssä asiakkaiden ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Esipuheessa myös toivotaan, että katsaus antaa lukijalle hyödyllistä tietoa sekä perusteita omalla päätöksenteolle.

Katsauksen sisältö on lähestymistavoiltaan hyvin vaihteleva, joten siitä ei voida päätellä, onko kohderyhmäksi kaavailtu suurta yleisöä vai asiantuntijoita. Joidenkin aihealueiden esittely on tasoltaan leimallisesti kansantajuisia, ja toisten sisältö on selvästi muotoiltu alan ammattilaisille. Heterogeenisen sisältönsä vuoksi teknologiakatsausta on lähes mahdotonta hyödyntää ainakaan voimavarojen kohdentamista ja priorisointeja koskevassa päätöksenteossa. Tekesin keskeisestä roolista johtuen sen julkaisemat teknologiakatsaukset noteerataan todennäköisesti kuitenkin eri foorumeilla. Hyvänä esimerkkinä tästä on edellisen 'Teknologia 2000' -katsauksen hyödyntäminen KTM:n organisoimassa 'Teknologiavisio'-prosessissa (ks. kohdat 4.2–4.4.)

'Teknologia ja tulevaisuus'-raportin työprosessiin liittyvää tietämyksen hallintaa havainnollistetaan SECI-mallin avulla kuvassa 13.



Kuva 13. Teknologia ja tulevaisuus -hankkeessa käytetyt menetelmät ja niiden hyödyntäminen SECI-mallin avulla tarkasteltuna.

Kuvasta 13 ilmenevillä hankkeen toteutuksessa hyödynnetyillä käytännöillä oli mm. seuraavia tehtäviä:

**Kanssakäymiseen perustuva uusi tietämys (socialization)**

- Projektiryhmän jäsenet koottiin Tekesin arviointiyksiköstä ja eri teknologiaalinjojen johtoportaan. Näin pyrittiin varmistamaan koko teknologia-kentän kattaminen ja mahdollisimman monipuolinen teknologia-asiantuntemus. projektiryhmän tehtävänä oli myös edistää vuoropuhelua eri teknologiaalinjojen kesken.
- Hankkeen taustana oli Tekesin pitkäaikainen yhteistyö yritysten, tutkimuslaitosten, yliopistojen ja muiden sidosryhmien kanssa. Näitä verkos-

toja hyödynnettiin myös projektin kuluessa. Projektiryhmän näkemykset tulivat näin päivitettyksi ja testatuksi erilaisissa asiayhteyksissä. Samalla siirtyi hankkeen puitteissa syntynyttä tietoutta jossain määrin myös muille suomalaisille avaintoimijoille.

### ***Hiljaisen tiedon julkilausuminen (externalisation)***

- Tekesin omien asiantuntijoiden työssään hankkimat kokemukset ja näkemykset pyrittiin purkamaan auki projektiryhmän toimesta. Brainstorming-tyyppistä lähestymistapaa käytettiin apuvälineenä joissakin projektikokouksissa. Muuten kokoukset noudattelivat normaalia projektikäytäntöä: keskusteluja käytiin melko vapaamuotoisesti ennakkoon jaetun materiaalin pohjalta. *Keskeiset asiat dokumentoitiin 'flappi'-taululle, piirtoheitinkalvoille ja kokousmuistioihin.*
- Projektiryhmän jäsenet kävivät *keskusteluja* teknologian tulevasta kehityksestä muiden Tekes-*asiantuntijoiden* ja omien asiantuntijaverkostojensa *kanssa*. Projektiryhmän jäsenet dokumentoivat relevantiksi katsomansa tiedon parhaaksi katsomallaan tavalla.

### ***Yksittäisten tietojen ja tietolähteiden yhdisteleminen (combination)***

- Projektiryhmän jäsenet tiivistivät keräämäänsä aineistoa mm. kaaviokuvien, taulukoiden ja luetteloiden muotoon. Huomattavassa määrin hyödynnettiin myös muualla ja muissa asiayhteyksissä tuotettuja kuvia ja taulukoita. Yhtenäistä esitystapaa ei kuitenkaan edellytetty.
- Aihepiirikohtaisille yhteenvedoille nimettiin vastuuhenkilöt. He työstivät aihepiirin kannalta kiinnostavimman materiaalin tulevaisuussuuntautuneeksi teknologiakatsaukseksi. Huomiota kiinnitettiin myös yhteiskunnan ja markkinoiden odotuksiin ja tarpeisiin. Mitään yhtenäistä systematiikkaa tarkasteluilta ei kuitenkaan edellytetty. Aihepiirikohtaisia tekstejä kommentoivat projektiryhmän muut jäsenet ja muut Tekesin asiantuntijat.
- 'Teknologia ja Tulevaisuus' -loppuraportissa teknologiakatsaukset on ryhmitelty 'tieto- ja viestintäteknologia', 'kemian ja bioteknologia' ja 'tuotanto- ja energiateknologia' -otsakkeiden alle. Raportti sisältää myös yhteiskunnallisia vaikutuksia ja kansainvälistymistä koskevan johdanto-osan. Suosituksia tai toimenpide-ehdotuksia ei laajaan jakeluun tähdättyyn loppuraporttiin sisälly. Muun relevantin tiedon hakemista raportista hankaloittaa koko raporttia koskevan sisällysluettelon puute.

### *Tiedon tilannekohtainen hyödyntäminen (internalization)*

- Projektiryhmän jäsenet osallistuvat projektin kuluessa myös Tekesin eri teknologia-alueiden *tutkimusohjelmien valmisteluun*. Projektin myötä syntyneet näkemykset kulkeutuivat näihin prosesseihin heidän mukanaan. Projektin kuluessa kertynyt aineisto oli niin ikään hyödynnettävissä ohjelmavalmistelun taustamateriaalina ja yleisenä viitekehystenä. Hankkeen puitteissa tehdyt tulevaisuustarkastelut vaikuttivat näin osaltaan teknologiaohjelmien suuntaamiseen (ja päin vastoin). Hanke ei kuitenkaan tuottanut sellaista materiaalia, joka olisi ollut suoraan hyödynnettävissä voimavarojen kohdentamista ja priorisointeja koskevassa päätöksenteossa.
- Edellä kuvatulla tavalla hankkeen puitteissa työstetty materiaali ja näkemykset olivat hyödynnettävissä myös Tekesin strategiaprosesseissa.
- Tekesin teknologiakatsauksia on käytetty referenssiaineistona eri foorumeilla käydyissä keskusteluissa (ks. esim. 'Tiellä teknologiavision' -hankkeen kuvaus luvussa 5). Esitetyt näkemykset ovat näin välittyneet monien yritysten ja tutkimuslaitosten päätöksentekijöille ja myös laajemmille piireille. Teknologiakatsauksia ei välttämättä tietoisesti hyödynnetä eri tahojen päätöksenteossa, mutta ne vaikuttavat osaltaan päätöksentekijöiden, tutkijoiden ja kansalaisten tulevaisuusvisioihin (Tekesin katsauksista voidaan hakea esim. tukea omille näkemyksille tai oman asiantuntimusalueen ulkopuolelle meneviä referenssitietoja.)

## **5.3 Sovellusten vertailu**

Kun tarkastelemme rinnan kahta edellä kuvattua ennakointihanketta, voidaan todeta, että molemmissa hankkeissa lähtökohtana on ollut aiempi vastaavanlainen ennakointityö. Kummassakin hankkeessa on pyritty huomioimaan uusin käytettävissä oleva teknis-tieteellinen asiantuntemus mahdollisimman ajantasaisen ja informatiivisen kuvan saamiseksi teknologian nykytilasta ja sen tulevasta kehityksestä. Molemmissa hankkeissa on pyritty lisäksi kytkemään tämä teknis-tieteellinen asiantuntemus yritysten ja yhteiskunnan tarpeisiin, laajentamalla näin aiempien ennakointien näkökulmaa. Ranskalaisessa hankkeessa tämä kytkentä on rakennettu systemaattiseksi osaksi yksittäisiä teknologioita koskevan tiedon prosessointia. Suomalaisessa 'Teknologia ja Tulevaisuus' -hankkeessa on päädytty kytkentöjen kokonaisvaltaisempaan tarkasteluun yleisemmällä tasolla. Asiakokonaisuuksista vastanneiden projektiryhmän jäsenien harkinnan varaan on jäänyt, mitkä kytkennät huomioidaan ja miten niistä raportoidaan. Loppuraportista muodostui näin pikemminkin kiinnostava ja stimuloiva tulevaisuussuuntautunut 'tilkku-täkki' kuin systemaattinen tulevaisuuden kehitysnäkymien kartoitus. Yhteenveto ennakointihankkeiden dokumentoiduista tavoitteista, kysymyksenasettelusta ja kohderyhmistä on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Vertailu Teknologia ja tulevaisuus vs. Technologies clés 2005 – Tavoitteet, kysymyksenasettelu ja kohdennus.

	<b>Tekes: Teknologia ja tulevaisuus</b>	<b>Ranska: Technologies clés 2005</b>
<i>Esitetyt lähtökysymykset</i>	Teknologian kehityksen ennustamisen lähtökohdaksi nähdään syvälinen ymmärtämys teknologian, elinkeinoelämän ja markkinoiden nykytilasta ja keskeisistä kehitykseen vaikuttavista tekijöistä. Tarkempi kysymyksenasettelu ei ilmene raportista	1. Mitkä teknologiat ovat tärkeitä Ranskan teollisuuden kannalta? 2. Mikä on Ranskan asema näiden teknologioiden suhteen? 3. Mitkä teknologiat tulisi asettaa kansallisesti etusijalle? (Samat kysymykset kuin TC 2000:ssa.)
<i>Ilmaistut tavoitteet</i>	Kuvata teknologioiden nykytilaa, arvioida niiden kehityksen suuntaa ja merkitystä Suomessa harjoitettavan elinkeinotoiminnan sekä yhteiskunnan kannalta	- Auttaa ranskalaisia yrityksiä määrittelemään ne teknologiat, joiden kehittäminen ja hallinta on heille olennaisinta. - Tukea julkisen vallan teknologia-politiikan määrittelyä ja toimeenpanoa sekä kansallisella että eurooppalaisella tasolla.
<i>Aikatähtäin</i>	Useimmiten puhutaan varovasti 'lähitulevaisuudesta', joissakin satunnaisissa kohdissa esiintyy vuosiluku 2005 tai 2010.	Keskipitkä, viisi vuotta eteenpäin eli vuoteen 2005. Tähtäin on kuitenkin joustava eli vaihtelee hieman sektoreittain.
<i>Painotus: Prosessin vs. tuotetun ennakointitiedon merkitys</i>	Tulevaisuussuuntautuneen teknologiatiedon tuottaminen on nähty hankkeen keskeiseksi tehtäväksi. Prosessilla toissijainen merkitys.	Sisältö tärkein, vuorovaikutusprosessiinkin pyrittiin kiinnittämään huomiota. Jälkikäteen tekijät arvioivat tärkeäksi prosessissa syntyneen asiantuntijaverkoston ja sen puitteissa tapahtuneen sosialisoinnin (Durand, 2001).
<i>Tilaaja</i>	Tekes	Teollisuusministeriö
<i>Kohderyhmät</i>	Ei mainintaa. Esipuheessa esiintyy toivomus siitä, että raportti antaisi lukijalle hyödyllistä tietoa teknologian kehityksestä ja perusteita omalle päätöksenteolle. Sisältökään ei paljasta ajateltuja kohderyhmiä – yhtä aihetta esitellään kansantajuisesti suurelle yleisölle, toinen on muotoiltu alan asiantuntijoille.	Esipuheessa toivotaan julkaisun muodostavan laajaan käyttöön soveltuvan päätöksenteon apuvälineen. Toisaalta tekijät arvioivat sisällön suunnatuksi lähinnä asiantuntijoille (Durand, 2001). Tekstin muotoilu tukee jälkimmäistä näkemystä. Tiedon avainteknologioista katsotaan olevan erityisen välttämätöntä P&K-yrityksille, joilla ei ole omia keinoja kattavien visioiden hankintaan.

Ranskan hankkeen toteutuksesta vastasi käytännössä viiden konsultin konsortio yhdessä tema-aluekohtaisten työryhmien kanssa. Lisäksi perustettiin erillinen työryhmä teemojen välisen vuorovaikutuksen ja horisontaalisen viestinnän tukemiseksi. Huomattavan laajaa asiantuntijajoukkoa kuultiin postikyselyjen ja rekisteröitymistä edellyttävien Internet-foorumien kautta. Taustatukena oli laajapohjainen johtoryhmä, jolla oli myös päätösvalta lopullisten avainteknologiavalintojen suhteen. Suomalainen 'Teknologia ja Tulevaisuus' -hanke oli jo lähtökohdiltaan erilainen: siinä pyrittiin lähinnä doku-

mentoimaan ymmärrettävään ja kompaktiin muotoon Tekesin teknologia-asiantuntijoiden työnsä puitteissa keräämää relevanttia tietämystä.

Kun Ranskan hankkeessa oli tavoitteena kerätä asiantuntijatieta teknologiapoliittisten valintojen tueksi, suomalaisessa hankkeessa ikään kuin oletettiin, että relevantti asiantuntijatieta on oleellisilta osiltaan kumuloitunut Tekesin käsittelemiin aineistoihin ja kontaktiverkkoihin. 'Teknologia ja Tulevaisuus'-raportin tavoitteena oli näin ollen lähinnä koostaa hallussa oleva tieto laajempien piirien käyttöön ilman sen kummemmin spesifioitua tavoitetta. Molemmille hankkeille on kuitenkin luonteenomaista, että sosiaalisten vuorovaikutusfoorumien rakentaminen ja ylläpito (Field building) jää vähemmälle huomiolle kuin luvussa 4 tarkastelluissa ennakoitihankkeissa.

Edellisten kappaleiden kuvista 12 ja 13 ilmenee, mitä menetelmiä hankkeissa on käytetty ja mille tietämyksen hallinnan lohkolle ne sijoittuvat. Voidaan todeta, että ranskalaisessa hankkeessa on hyödynnetty pidemmälle vietyjä formaaleja apuvälineitä ja käytäntöjä jokaisella tietämyksen hallinnan lohkolle. 'Technologies clés' -hankkeen prosessi on ollut läpinäkyvämpi kuin 'Teknologia ja tulevaisuus' -hankkeessa, joten sen soveltamia menetelmiä on myös voitu identifioida selvästi enemmän. Vaikka esitetyt käytännöt ja menetelmät eivät välttämättä kata kaikkia käytössä olleita apuvälineitä, tarkastelua voidaan pitää kuitenkin suomalaisten teknologian ennakoitikäytäntöjen kehittämisen kannalta suuntaa-antavana. Ennakointi hankkeiden toteutusprosesseja on vertailtu taulukossa 10.

Vaikka formalisoinnin puute ei sinänsä välttämättä merkitse prosessissa syntyvän tietämyksen laadullista huonomuutta, sopivasti toteutettu formalisointi lisää esitettyjen näkemysten vakuuttavuutta ja läpinäkyvyyttä prosessin ulkopuolisten silmissä. Sopivilla menetelmällisillä apuvälineillä ja formaaleilla proseduureilla voidaan myös edesauttaa asioiden tasapuolista käsittelyä, jolloin lopputulokset ovat yhteismitallisempia ja hyödynnettävissä paremmin myös T&K-voimavarojen kohdentamista ja priorisointia koskevilla päätöstilanteissa. 'Teknologia ja Tulevaisuus'-hankkeelle/raportille ei tällaista hyödyntämismahdollisuutta ehkä tavoiteltukaan. Tekesin asiantuntijaverkostojen avulla voitaisiin kuitenkin tulevaisuudessa tuottaa myös tämän tyyppistä ennakoititietoa suomalaisten avaintoimijoiden päätöksenteon tueksi.

Teollisuusministeriö rahoitti Ranskan TC 2005 -hanketta 2,8 miljoonalla Ranskan frangilla (ilman veroja). Tekesin 'Teknologia ja Tulevaisuus' -katsaus laadittiin organisaation sisäisenä työnä eikä sille varattu erikseen resursseja. Tekesin arvion mukaan 'Teknologia ja Tulevaisuus' -katsaus laadittiin noin puolen henkilötyövuoden panostuksella – toimituksellinen työ mukaan lukien. Suorat julkaisukustannukset olivat 250 000 markkaa.



Taulukko 10. Vertailu Teknologia ja tulevaisuus vs. Technologies clés 2005 – Ennakoitihankkeiden lähestymistapa ja toteutus.

	<b>Tekes: Teknologia ja tulevaisuus</b>	<b>Ranska: Technologies clés 2005</b>
<i>Teknologia- vs. tarvelähtöisyys</i>	Vaihtelee, ei yhteistä linjaa. Pääosa aiheista esitellään teknologialähtöisesti, osa tarvelähtöisesti.	Teknologiapainotteisuutta pyrittiin lieventämään tarkastelemalla systemaattisesti myös markkinoiden tarpeita (vaikutti osaltaan myös työryhmien jäsenten valintaan). Kukin työryhmä sai etukäteen kaksi materiaalipakettia, 'Kysyntä' ja 'Teknologiat'. Analyysikehikossa mukana tarvenäkökulma.
<i>Organisointi</i>	Tekijöinä Tekesin omat asiantuntijat, Taustana Tekesin pitkäaikainen yhteistyö yritysten, tutkimuslaitosten, yliopistojen sekä muiden sidosryhmien kanssa (ei yksilöitä tarkemmin).	Johtoryhmä teollisuuden, tutkimuksen ja teknologian kehitykseen liittyvien hallinnonalojen edustajista. Tarjouskilpailun perusteella toimeksianto CM International -yhtiön vetämälle viiden partnerin konsortiolle. Hankkeesta vastaava viranomaisen Observatoire des Technologies stratégiques OTS. Teemakohtaiset n. 12 hengen työryhmät täydennettynä n. 600 hengen asiantuntijapoolilla/Internet-foorumeilla.
<i>Työmenetelmät</i>	Tekesin omien asiantuntijoiden työssään saaman kokemuksen ja näkemyksen hyödyntäminen normaalin projektityöskentelyn keinoja hyödyntäen.	Kunkin teeman asiantuntijaryhmät määrittivät keskustelujen ja saamiensa materiaalipakettien pohjalta avainteknologiaehdokkaat (konsultit keskustelun virittäjänä ja kirjuriina); moniportainen seulonta, jossa mukana asiantuntijapoolit; kriteereinä 'vetovoima- ja valttitekijät'; johtoryhmä valitsi avainteknologiat käyttäen apunaan 'analyysikehikkoa', jonka kehittämistä pidetään hankkeen merkittävänä sivutuotteena (Durand, 2001).
<i>Prosessin läpinäkyvyys</i>	Työprosessia ei kuvata tuotetussa raportissa, Myöskään työhön osallistuneita asiantuntijoita tai muita tahoja ei nimetä.	Työprosessin vaiheet kuvataan tarkasti loppuraportissa, samoin osallistujien tehtävä- ja vastuujaako. Osanottajista luetellaan nimet ja taustaorganisaatiot.
<i>Aikataulu</i>	1997–1998	Maaliskuu 1999 – toukokuu 2000. Yhteensä 70 kokousta 15 kuukauden aikana. Loppuraportti valmis lokakuussa 2000.

Yhteenvedo edellä tarkasteltujen tulevaisuus-tarkastelujen sisällöstä ja tulosten raportoinnista on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Vertailu Teknologia ja tulevaisuus vs. Technologies clés 2005 – Tulevaisuustarkastelun sisältö ja raportointi.

	<b>Tekes: Teknologia ja tulevaisuus</b>	<b>Ranska: Technologies clés 2005</b>
<i>Aihealueet (valinta, ryhmittely)</i>	<p>Teknologiat ryhmitelty kolmen teknologia-sateenvarjon alle:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tieto- ja viestintäteknologia</li> <li>2. Kemia ja bioteknologia</li> <li>3. Tuotanto- ja energiateknologia</li> </ol> <p>Jako pohjautuu osittain Tekesin organisaatio-jakoon, mutta ei täysin kuvaa tarkastelujen sisältöä 2-ryhmän (kemianteknologia, bioteknologia, elintarviketeknologia, massa- ja paperitekniikka) ja 3-ryhmän (teollinen tuotanto, kiinteistö- ja rakennusklusteri, puutuoteteollisuus, energia) osalta.</p>	<p>Kattaa koko teollisen kentän, jaettiin keskustelujen jälkeen kahdeksaan teema-alueeseen :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informaatio- ja kommunikaatioteknologiat</li> <li>- Materiaalit, kemia</li> <li>- Rakentaminen, infrastruktuuri, asuminen</li> <li>- Energia, ympäristö</li> <li>- Biotieteet, terveys, elintarvikkeet/maatalous</li> <li>- Liikenne, ilmaliikenne, avaruus</li> <li>- Kulutushyödykkeet ja -palvelut</li> <li>- Suunnitteluteknologiat ja -menetelmät, hallinto, tuotanto</li> </ul> <p>Lisäksi perustettiin työryhmä nimeltään 'interaktiivisuus – laatu' poikittaisia ja yhteisiä kysymyksiä varten.</p>
<i>Tulosten muotoilu ja niiden käytettävyys</i>	<p>Raportin alussa laaja yleistajuinen katsaus teknologian yleisiin vaikutuksiin yhteiskunnassa. Eri osissa teknologioita käsitelty hyvin eri tavoin, mistä aiheutuu rakenteellinen kirjavuus.</p> <p>Tieto- ja viestintäteollisuuden kohdalla on lueteltu myös avainteknologioita.</p> <p>Havainnollisuutta lisää taulukoiden ja kaavioiden runsaus. Yhtenäisen sisällysluettelon puute sen sijaan heikentää käyttökelpoisuutta esim. hakuteoksena tai käsikirjana. Yhteyksiä ja viittauksia eri alojen välillä esitetään niukasti.</p>	<p>Kustakin avainteknologiasta laadittiin 'synteesikortit' (korttien informatiivisuus oli kehittynyt huomattavasti edellisen hankkeen vastaavista). Linkit aiheeseen liittyviin muihin teknologioihin esitetty selvästi.</p> <p>Raportissa laaja pohdiskeleva johdanto-osuus, jossa kuvataan mm. kysynnän ja elämäntapojen trendejä. Lisäksi asiantunteva kuvaus kunkin teema-alueen kehitykseen vaikuttavista teknisistä ja taloudellisista tekijöistä.</p> <p>Raportti tuo tiiviissä muodossa esille 6 yleistasoista johtopäätöstä ja 8 suositusta, jotka vain osittain liittyvät teknologioihin sinänsä. Ne on suunnattu etenkin yhteiskunnallisille päättäjille.</p> <p>Raportin teksti on varsin raskaslukuinen ja rakenteeltaan vaikeasti hahmotettavaa. Havainnollistavia kaavioita on erittäin niukasti.</p>
<i>Tulosten levittäminen</i>	<p>Maksuton raportti saatavissa Tekesistä.</p>	<p>Loppuraportti saatavissa ministeriöstä (40,40 EUR) sekä internetistä pdf-muodossa. Loppuraportin julkaisemisen yhteydessä internetissä keskustelufoorumi (tammikuu 2001), joka katosi nopeasti.</p> <p>Muutamia julkisia keskustelutilaisuuksia raportoitu ANRT:n (Association Nationale de la Recherche Technique) sivuilla.</p>

## 6. Tutkimuslaitosten strategisiin valintoihin liittyvä ennakointityö

Tässä luvussa tarkastellaan vielä lyhyesti kahden tutkimuslaitoksen strategisiin valintoihin liittyvää teknologian ennakointityötä: Risoe National Laboratoryn vuosina 2000–2001 toteutettua asiantuntijapaneelipohjaista "Technology Road Mapping" -prosessia sekä VTT:n vuonna 2001 käynnistyneiden strategisten teknologiateemojen yhteydessä aloitettua "Technology Road Mapping" -työtä. Tarkoituksena on tässäkin tapauksessa nostaa esiin kiinnostavia asioita, joiden ymmärtäminen auttaa kehittämään instituutiotason teknologian ennakointityötä suomalaisten toimintatapojen kannalta tarkoituksenmukaiseen suuntaan.

### 6.1 Tanskalainen sovellus: Risoen TRM-prosessi

Risoe National Laboratory on VTT:tä muistuttava tanskalainen julkisrahoitteinen teknillinen tutkimuslaitos, jonka organisaatio muodostuu kahdeksasta tutkimusyksiköstä (Materials Research, Danish Polymer Centre, Optics and Fluid Dynamics, Plant Research, Systems Analysis, Wind Energy, Radiation Research ja Risoe Decommissioning<sup>26</sup>). Tutkimuslaitoksen palveluksessa on n. 850 työntekijää, joista suurin osa on laitoksen tutkijoita. Vuoden 2001 liikevaihto oli 586 miljoonaa Tanskan kruunua.

Vuonna 1999 käynnistettiin Risoen strategiatyöhön liittyen teknologian ennakointiprosessi, jonka tavoitteena oli tukea Risoe strategisia valintoja (tutkimuksen painopisteet, priorisointi). Tavoitteena oli koko tutkimuslaitosta palvelevan yhteisen viitekehyksen löytäminen. Myös tutkimuslaitoksen sidosryhmien näkemykset haluttiin huomioida ottamalla nämä mukaan strategiaproessiin liittyneeseen "Technology Road Mapping" -työhön. Kaikkiaan muodostettiin viisi 'advisor'-paneelia, joissa tarkastelun kohteena olivat seuraavat teknologiat:

- Bioteknologia
- Energiateknologia
- Materiaalit, optiset järjestelmät, kompleksisten järjestelmien turvallisuus ja luotettavuus
- Ydinvoiman turvallisuus

---

<sup>26</sup> Viimeksi mainittu yksikkö on vastannut tanskalaisen ydinvoiman alasajosta (päätös ydinvoimasta luopumisesta tehtiin. v. 2000).

- Suuren kokoluokan koejärjestelyjä ja investointeja edellyttävä teknis-tieteellinen tutkimus

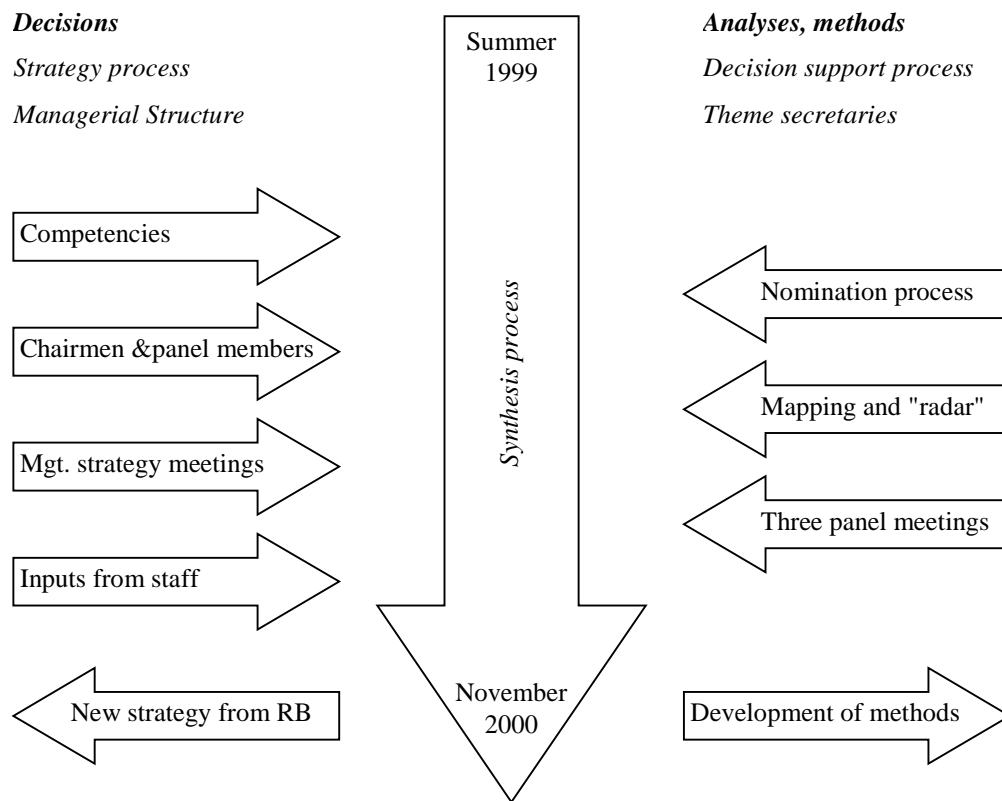
Strategiatyö eteni kahtena rinnakkaisen prosessina kesäkuun 1999 ja marraskuun 2000 välisenä aikana: *strategia- ja päätösprosessina*, josta vastasi tutkimuslaitoksen johto sekä *analyysi- ja menetelmätukiprosessina*, josta vastasivat teemakohtaiset sihteeristöt. Ensinnä mainitussa prosessissa kartoitettiin tutkimuslaitoksen tutkimusyksikköjen kompetenssialueiden avaintekijät (avainteknologiat, asiakas/käyttäjätarpeet, kehitystarpeet, kohderyhmät, henkilöresurssit). Tämän pohjalta muodostettiin poikkitieteelliset paneelit, joiden tehtävänä oli tarkastella kehitystä koko tutkimuslaitoksen näkökulmasta. Kunkin paneeliin valittiin 10–12 jäsentä (puolet Risoesta, puolet ulkopuolisia asiantuntijoita, jotka edustivat Risoen neljää sidosryhmää: tutkimusta, opetusta/koulutusta, teollisuutta ja viranomaisia). Pidettiin myös tärkeänä, että jokaisessa paneelissa oli mukana naisia (ainakin yksi). Muodostettujen paneelien mandaattina oli

- identifoida Risoen kompetenssialueella olevia tutkimusalueita, joilla on odotettavissa tieteellisiä läpimurtoja ja joilla on merkittäviä vaikutuksia tulevaisuudessa
- käydä keskustelua Risoen asemasta ja roolista kansallisella ja kansainvälisellä tutkimuskentällä
- osoittaa haasteellisia tavoitteita Risoen tutkimukselle 10–15 vuoden aikajänteellä.

Prosessin lopputuloksena syntyi paneeliraporttien pohjalta tutkimuslaitoksen uusi strategia.

Analyysi- ja menetelmätukiprosessia koordinoi Risoen systeemianalyysin osasto. Prosessin ytimen muodosti paneelikohtainen teknologiakartoitus (technology mapping), jossa laadittiin kuvaukset ydinteknologioista ja niiden keskinäisistä kytkennöistä. Työhön sisältyi myös systemaattista tiedonkeruuta avainteknologioiden tulevaisuusnäkemistä 10–15 vuoden aikajänteellä. Tietolähteinä käytettiin eri tahoilla tehtyjä teknologiaennakointeja, suunnitteilla ja käynnistymässä olevia tutkimusohjelmia, tieteellisiä artikkeleita, teknologiakomiteoiden mietintöjä ym. relevantiksi katsottua materiaalia. Paneelit kutsuivat lisäksi kansainvälisiä asiantuntijoita keskustelemaan kiinnostavista aiheista ja yhteistyömahdollisuuksista. Tuotetun materiaalin tavoitteena oli paitsi informaation tuottaminen myös keskustelujen ja tulevaisuussuuntautuneen ajattelun stimulointi. Teknologiakartoituksen avulla haluttiin luoda analyttinen mutta samalla kokonaisvaltainen kuva Risoen tulevaisuuden kannalta keskeisistä teknologia-alueista. Kuva 14 havainnollistaa koko prosessia.

## Strategy process: Decisions and Analyses



Kuva 14. Risoen strategiatyö ja siihen liittynyt teknologiakartoitus (lähde: Dannemand Andersen, 2000; Dannemand Andersen et al., 2001).

### 6.2 Suomalainen sovellus: VTT:n strategisten teknologiateemojen TRM-työ

Myös VTT:ssä on viime vuosina haluttu kehittää pitkäjänteisen tutkimuksen tukimuo-  
toja ja löytää strategisia painopistealueita siten, että eri tutkimusyksiköiden välinen yh-  
teistyö tiivistyisi ja mahdolliset synergiat tulisivat paremmin hyödynnetyksi. Vuoden  
2001 alussa käynnistettiin tässä tarkoituksessa neljä strategista teknologiateemaa –  
"Tulevaisuuden tiedonsiirtojärjestelmät", "Älykkäät tuotteet ja järjestelmät", "Puhdas  
maailma", "Turvallisuus ja käyttövarmuus" – joiden tavoitteena on

- olla teknisesti ja teknologisesti haastavia
- johtaa kansainvälisen tason huippusaavutuksiin verkottumalla parhaiden partnereiden kanssa
- edistää organisaatorajat ylittävää yhteistyötä
- palvella elinkeinoelämän ja teollisuuden T&K-tarpeita.

Teema-alueet valittiin VTT:n johtoryhmän keskinäisten keskustelujen ja työpajaistuntojen pohjalta. Kullekin teemalle nimettiin johtoryhmän toimesta vastuuhenkilö, jonka tehtävänä oli koota ja koordinoita tutkimusyksikköjen välistä yhteistyötä kyseisen teeman puitteissa. Teemanvetäjän vastuulla oli myös teemakohtaisen tutkimussuunnitelman tuottaminen. Ohjeistuksessa edellytettiin, että suunnitelman on oltava ytimekäs ja selkeä tavoitteeltaan, pohjautua teknologiakartoitukseen (*Technology Road Mapping, TRM*) ja palvella myös viestinnällisiä tarpeita. Vaikuttavuuteen pyydettiin niin ikään kiinnittämään huomiota. Suunnittelun aikajänneksi määriteltiin noin viisi vuotta. Teemanvetäjiltä pyydettiin myös ehdotukset teemaan sisällytettävistä hankkeista syksyyn mennessä.

Kunkin strategisen teknologiateeman valmistelutyöhön osallistui vuoden 2001 kuluessa arvioilta 30–50 henkilöä. Kaikissa teemoissa oli mukana tutkijoita useista eri tutkimusyksiköistä. Valmistelutyön edetessä käynnistettiin myös teknologiakartoituksia. Tämä työ organisoitui kuitenkin kussakin teemassa hieman eri tavoin: "Tulevaisuuden tiedonsiirtoteknologiat" -teemassa teknologiakartoitus aloitettiin välittömästi teematyöhön osallistuneiden asiantuntijoiden toimesta neljällä eri fokusalueella (verkkojen yhteiskäyttö ja liikkuvuus, mikromekaaniset radiotaajuusjärjestelmät, palveluarkkitehtuurit, älykkäät ympäristöt). Kunkin fokusalueen tulevaisuuskartoitus tehtiin 10–15 hengen asiantuntijaryhmissä aivoriihi- ja kirjoitustyönä, jossa hyödynnettiin käytettävissä olleita relevantteja lähteitä (tieteelliset artikkelit, muualla tehdyt teknologiakartoitukset ym. Internet-lähteet). Tarkastelun aikajänne vaihteli fokusalueesta riippuen muutamasta vuodesta lähes kymmeneen vuoteen. Kukin työryhmä tuotti oman lukunsa prosessin lopputuloksena syntyneeseen julkaisuun "Communications Technologies – VTT Roadmaps" (Sipilä, 2002).

"Älykkäät tuotteet ja järjestelmät" -teemassa teknologiakartoitukseen ryhdyttiin VTT Teknologian tutkimuksen tarjoaman prosessi- ja menetelmätuen avulla hieman myöhemmin (lähellä ajankohtaa, jolloin ensimmäiset hanke-ehdotukset oli pyydetty). Visiolähtöinen iteratiivinen teknologiakartoitusprosessi sisälsi periaatteessa seuraavat osavaiheet:

1. Ongelman määrittely
  - Tulevat yhteiskunnalliset ja taloudelliset tarpeet, joihin pyritään vastaamaan
  - Teknologiset ratkaisut, joiden avulla tarpeisiin voidaan vastata
  - Onnistuneiden ratkaisujen kriteerit:
    - Tekninen toteutettavuus
    - Taloudelliset vaikutukset
    - Yhteiskunnalliset vaikutukset ja hyväksyttävyyys
  
2. Onnistuneisiin ratkaisuihin myötävaikuttavien avainteknologioiden identifiointi
  - Teknologisen kehityksen nykytilan kartoitus ja arviointi
  - Kriittisten ominaisuuksien ja tutkimustarpeiden identifiointi
  - Tulevan kehityksen ennakointi
    - => kehityksen kuvaaminen aikajanalla
  
3. Osaamis pohjan kartoitus ja arviointi
  - vahvat ja heikot osa-alueet suhteessa muihin
  - yhteistyö- ja verkottumistarpeet
  - mahdolliset pullonkaulat
  
4. Tavoitteisiin johtavien vaihtoehtoisten kehityspolkujen identifiointi
  - => tutkimuksen painopistealueiden identifiointi
  - => tutkimushankkeiden priorisointi
  - => tarkoituksenmukaisten yhteistyöverkostojen rakentaminen.

Työ jakaantui kolmeen eri fokusalueeseen: aktiivinen, viestivä pakkaus, huoleton tuote/sulautetut järjestelmät ja hajautettu energiajärjestelmä. Fokusalueiden työtä koordinoitiin yhteisten työpaja-tilaisuuksien ja aktiivisen tiedottamisen avulla. Puolen vuoden ajanjaksolla järjestettiin kaikkiaan neljä yhteistä kokoontumista, joissa iltapäivä oli varattu fokusaluekohtaiseen ryhmätyöskentelyyn. Fokusaluekohtaiset 10–20 hengen työryhmät kokoontuivat tämän lisäksi omilla tahoillaan tarpeen mukaan. Tammikuussa 2001 prosessi oli edennyt vaiheeseen 2. Kaikilla fokusalueilla ei kuitenkaan vielä oltu ennätetty paneutua viimeksi mainittuun osatehtävään (tulevan kehityksen kuvaamiseen aikajanalla). Työryhmät ovat tämän jälkeen jatkaneet työtä itsenäisesti.

"Puhdas maailma" -teemassa teknologian tulevaisuuskartoitus on organisoitunut osaksi VTT Prosessien ja VTT Teknologian tutkimuksen yhteishanketta "Ympäristöteknologian tulevaisuuskartoitus". VTT-rahoitteinen hanke on käynnistynyt elokuussa 2002 ja sen tavoitteena on tarkastella ympäristöteknologian tulevaisuusnäkyviä VTT:n lähtökohdista käsin, omat ja kansallisen tason valmiudet huomioon ottaen. Varsinainen 'Technology Road Mapping' -työ on delegoitu yhdelle projektiryhmän jäsenelle. Hankkeen tarkoituksena on tukea myös VTT Environment -portaalin kehittämistä. Myös "Turvallisuus- ja käyttövarmuus" -teemassa on käynnistynyt TRM-prosessi elosyyskuussa 2002. VTT Teknologian tutkimus tukee työtä prosessi- ja menetelmäasian-

tuntemuksen muodossa. Fokusalueina ovat eliniän hallintamenetelmät sekä käyttäjakeskeisyys ja turvallisuus. Työtä tehdään fokusaluekohtaisissa 10–15 hengen työryhmissä, joita koordinoidaan yhteisten työpajaistuntojen avulla. Tavoitteena on auttaa tutkijoita ja päättäjiä tunnistamaan aihepiirien kehitykseen vaikuttavia keskeisiä muutosvoimia sekä onnistuneiden innovaatioprosessien edellyttämiä valmiuksia, tukitoimia ja panostuksia.

### 6.3 Sovellusten vertailu

Edellä kuvatut tutkimuslaitosten 'Technology Road Mapping' -prosessit ovat organisointuneet hyvin eri tavoin ja ne myös palvelevat hieman eri tarkoituksia. Koska molemmat teknologiakartoitukset ovat kuitenkin liittyneet samantyyppisten tutkimuslaitosten strategiaan valintoihin, on kiintoisaa verrata näitä kahta prosessia. Tarkoituksena ei kuitenkaan ole prosessien paremmuusjärjestyksen hakeminen, vaan jatkokehityksen kannalta oleellisten piirteiden esiin nostaminen.

#### *Toiminnan jatkuvuus*

Risoe National Laboratoryn TRM-prosessi käynnistettiin sen toimintaan kohdistuneiden ilmeisten muospaineiden vuoksi. Systemaattisen ja tarkoituksenmukaisesti resurssoidun TRM-prosessin avulla etsittiin tukea kestäväälle uudelleensuuntautumiselle pitkällä aikavälillä. Prosessi toteutettiin kertaluontoisena, mutta ajatuksena on ollut toistaa se aika ajoin (esim. viiden vuoden välein ja/tai tarvittaessa).

Saman tyyppisiä paineita on kohdistunut viime aikoina myös VTT:n toimintaan. Vastauksia on VTT:n sisällä lähdetty kuitenkin hakemaan enemmänkin tutkimusyksiköiden vuorovaikutuksen lisäämisen ja pitkäjänteisten strategisten teknologiateemojen kautta kuin eksplisiittisestä ennakoinnista. Strategisten teknologiateemojen yhteyteen on kuitenkin rakennettu TRM-prosesseja, joiden toteutustavat vaihtelevat aihepiireistä ja teemanvetäjistä riippuen. Teknologiateemojen puitteissa tehtävä TRM-työ on kuitenkin ymmärretty jatkuvaluonteiseksi toiminnaksi.

#### *TRM-prosessin osallistujapohja ja vuorovaikutusprosessien organisointi*

Risoe National Laboratoryn TRM-prosessiin osallistui tutkimuslaitoksen johdon lisäksi viisi poikkitieteellistä asiantuntijapaneelia, joihin valittiin tasapuolisesti tutkimuslaitoksen omia ja ulkopuolisia asiantuntijoita (tutkimuksen, koulutuksen, teollisuuden ja viranomaisten edustajia; jokaisessa paneelissa oli mukana ainakin yksi nainen). Lisäksi paneelit kutsuivat kuultavakseen asiantuntijoita muista maista. Prosessi miellettiin koko tutkimuslaitosta koskevaksi, joten paneelien tuottaman tiedon syntetisointiin kiinnitet-



tiin erityistä huomiota. Analysointiprosessia tuki menetelmällisesti tutkimuslaitoksen systeemianalyysin osasto. Kaiken kaikkiaan prosessiin osallistui noin sata henkilöä.

VTT:n strategisten teknologiateemojen yhteydessä tehtyyn TRM-työhön on osallistunut lähinnä tutkijoita VTT:n eri tutkimusyksiköistä. Kolmen teeman osalta työtä on tehty VTT Teknologiatutkimuksen ennakointi- ja arviointiasiantuntijoiden tukemana. Teknologiateemojen sisällä työ on organisoitunut aihepiireittäin koordinoituksi ryhmätyöksi. Kaikkiaan TRM-prosesseihin on tähän mennessä osallistunut toistasataa tutkijaa. Kukin teknologiateema (ja teemojen sisällä myös eri aihepiirit) työskentelevät kuitenkin varsin itsenäisesti.

### ***Menetelmälliset apuvälineet, prosessin läpinäkyvyys ja tulosten raportointi***

Risoeen teknologiakartoituksen avulla haluttiin luoda analyttinen, kokonaisvaltainen kuva tutkimuslaitoksen tulevaisuuden kannalta keskeisistä teknologia-alueista. Työ eteni kahtena rinnakkaisena prosessina (strategia- ja päätösprosessi, analyysi- ja menetelmäprosessi). Prosessia tuettiin systemaattisella tiedonkeruulla avainteknologioiden kehitysnäkymistä. Paneelit kokoontuivat kolmesti workshop-istuntoon, joita pohjustettiin systeemianalyysiosaston koordinoimalla valmistelutyöllä. Koordinaattorit ovat kuvanneet TRM-prosessin etenemisen varsin yleisellä tasolla, myöntäen samalla, että prosessin koordinoitua oli käytännössä aika ajoin melko kaoottista.

VTT:n strategisten teknologiateemoissa tehdyn TRM-työn yhteydessä ei ole tässä vaiheessa edellytetty eikä pidetty tarkoituksenmukaisina yhteneväisiä käytäntöjä: aihepiirit ovat lähtökohdiltaan erilaisia ja lisäksi on haluttu antaa tilaa omaehtoiselle oppimiselle. Ennakointiasiantuntijoiden tavoitteena on kuitenkin kehittää ensi vaiheessa tehdyn työn pohjalta yhtenäinen VTT ohjeistus ja apuvälineistö, joka palvelisi teknologiateemojen ja muiden tutkimusohjelmien sekä päättäjien tarpeita. Tällä pyritään lisäämään myös prosessien läpinäkyvyyttä. (Toistaiseksi prosessin ulkopuolisille toimijoille on raportoitu lähinnä yhteenvetoja prosessin eri välivaiheista ja tuloksista.)

### ***TRM-työn vaikuttavuus***

Risoeen ja VTT:n TRM-prosessien vaikuttavuuden erot heijastavat osaltaan prosessien erilaista tavoitteenasetantaa: Risoessa prosessi oli selkeästi suunniteltu tukemaan tutkimuslaitoksen strategista päätöksentekoa, VTT:ssä TRM-työllä on toistaiseksi pyritty lähinnä tukemaan jo valittujen keskeisten teknologiateemojen poikkitieteellistä viestintää sekä tiedon kulkua eri intressiryhmien välillä. Tämä on ollut seuraus TRM-työn ajoituksesta suhteessa teknologiateemojen työn etenemiseen: TRM-prosessien käynnistyessä fokuksena olevista aihepiireistä oli pääosin jo sovittu, samoin useista toteutettavista hankkeista. VTT:n kohdalla TRM-työ T&K-voimavarojen kohdentami-

sen apuvälineenä on siten vasta vähitellen muotoutumassa, kun se Risoessa on asetettu prosessin ensisijaiseksi tehtäväksi. Mikäli TRM-prosesseista muodostuu jatkuvaluontoinen käytäntö, voidaan prosesseja sopivasti yhdenmukaistamalla ja syntetisoimalla tuottaa kuitenkin relevanttia teknologiatietoutta tulevien strategisten valintojen tueksi. Tämä edellyttää kuitenkin määrätietoista kehitystyötä ja tarkoituksenmukaista resursointia.

Taulukoissa 12 ja 13 verrataan VTT:n strategisissa teknologiateemoissa käynnistynyttä teknologiakartoitusta Risoen strategisten valintojen pohjaksi tehtyyn 'technology road-mapping' -työhön. Taulukkoon 12 on koottu tietoja ja havaintoja työn tavoitteista ja lähestymistavasta. Taulukossa 13 tarkastellaan puolestaan työn sisältöä, toteutusta ja raportointia. VTT:n "Älykkäät tuotteet ja järjestelmät" ja "Turvallisuus ja käyttövarmuus" -teemojen TRM-työstä on ollut käytössä ensikäden tietoja (toinen raportin kirjoittajista on osallistunut itse prosessiin), muilta osin tarkastelu perustuu avainhenkilöiden haastatteluihin ja saatavilla olleisiin tietolähteisiin (mm. Dannemand Andersen, 2000; Dannemand Andersen et al., 2001; Dannemand Andersen, 2002; Sipilä, 2002).

*Taulukko 12. Tutkimuslaitosten strategiaan valintoihin liittyvä teknologiakartoitus – 'Technology Road Mapping' -työn tavoitteet ja lähestymistapa VTT:n strategisissa teknologiateemoissa ja Risoen strategisten valintojen yhteydessä.*

	<b>VTT: Strategisten teknologiateemojen yhteydessä käynnistynyt TRM-työ</b>	<b>Risoe: Strategisten valintojen pohjaksi tehty TRM-työ</b>
<i>Tilaja</i>	VTT:n johto (KTM)	Risoen johto (ministeriö)
<i>Ilmaistut tavoitteet</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kannustaminen kansainvälisen tason huipputaavutuksiin</li> <li>- Verkottuminen parhaiden partnerien kanssa</li> <li>- Organisaatorajat ylittävän yhteistyön edistäminen</li> <li>- Elinkeinoelämän ja teollisuuden T&amp;K-tarpeisiin vastaaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetenssialueita vastaavien teknologiapainoalueiden identifiointi</li> <li>- Haasteellisten tavoitteiden asettaminen koko tutkimuslaitokselle</li> </ul>
<i>Tavoitteiden painotus (prosessi vs. tulokset)</i>	Prosessi + tuotetun tiedon sisältö	Prosessi + tuotetun tiedon sisältö
<i>Lähestymistapa (teknologia vs. tarpeet)</i>	Visio- ja kompetenssilähtöisiä tarkasteluja Lähestymistapa vaihtelee teemoista ja fokusalueista riippuen	Visio ja kompetenssilähtöinen tarkastelu Yhdenmukainen lähestymistapa kautta linjan
<i>Aikatahtia</i>	Noi 5 vuotta, yksittäisillä fokusalueilla pidempi	10–15 vuotta

Taulukko 13. Tutkimuslaitosten strategisiin valintoihin liittyvä teknologiakartoitus – 'Technology Road Mapping' -työn sisältö, toteutus ja raportointi VTT:n strategisissa teknologiateemoissa ja Risoen strategisten valintojen yhteydessä.

	<b>VTT: Strategisten teknologiateemojen yhteydessä käynnistynyt TRM-työ</b>	<b>Risoe: Strategisten valintojen pohjaksi tehty TRM-työ</b>
<i>Organisointi</i>	Tutkimusyksikköjen välisenä yhteistyönä neljän erillisen 'teknologiateeman' puitteissa, osallistajat pääasiassa tutkijoita, prosessi- ja menetelmätukea tarpeen mukaan VTT Teknologian tutkimukselta.	5 aihepiirikohtaista paneelia (mukaan Risoen tutkijoita ja ulkop. asiantuntijoita), Risoen johtoryhmä aktiivisesti mukana prosessissa, prosessia koordinoi Risoen systemianalyysin osasto.
<i>Toteutustapa</i>	Pääasiallisesti itseorganisoituneena teematutkijoiden välisenä työryhmätyöskentelynä, ennakointitietoutta sisältäviä 'tukipaketteja' ja menetelmäohjeistusta vaihtelevassa määrin, samoin 'sparrausta ja fasilitointia' työpajais- tuntojen yhteydessä.	Systemaattinen tiedonkeruu avainteknologioiden kehitysnäkymistä, paneelityöskentely, kv. asiantuntijoiden kuuleminen. Periaatteessa strukturoitu prosessi, joka sai koordinaattoreiden mukaan aika ajoin kaoottisiakin piirteitä.
<i>Raportointi ja prosessin läpinäkyvyys</i>	Ulkopuolisille raportoitu lähinnä prosessin tuloksia (powerpoint-kalvoja + yksi julkaisu toistaiseksi). Osallistajat tuntevat lähinnä oman fokusalueensa prosessin ja työtavat.	Tulokset strategiaraportin muodossa. Koordinaattorit ovat kuvanneet myös prosessin yleisellä tasolla.
<i>Aihealueet (valinta, ryhmittely)</i>	Tulevaisuuden tiedonsiirtoteknologiat <ul style="list-style-type: none"> <li>- verkkojen yhteiskäyttö ja liikkuvuus</li> <li>- mikromekaaniset radiotaajuusjärjestelmät</li> <li>- palveluarkkitehtuurit</li> <li>- älykkäät ympäristöt</li> </ul> Älykkäät tuotteet ja järjestelmät <ul style="list-style-type: none"> <li>- aktiivinen viestivä pakkaus</li> <li>- hajautettu energia</li> <li>- huoleton tuote/sulautetut järjestelmät</li> </ul> Turvallisuus ja käyttövarmuus <ul style="list-style-type: none"> <li>- eliniän hallintamenetelmät</li> <li>- käyttäjäkeskeisyys ja turvallisuus</li> </ul> Puhdas maailma	Bioteknologia  Energiateknologia  Materiaalit, optiset ja kompleksiset järjestelmät  Ydinvoiman turvallisuus  Suuren kokoluokan koejärjestelyjä ja investointeja edellyttävä teknis-tieteellinen tutkimus
<i>Aikataulu</i>	Ensivaiheessa teemakohtaisesti n. 6 kk, prosessi ajateltu kuitenkin jatkuvaksi (käynnistys teemasta riippuen: kesä 2001 – syksy 2002)	Vajaat 1,5 vuotta (kesäkuu 1999 – marraskuu 2000)
<i>TRM-työhön varatut resurssit</i>	Ei yhtenäistä, kaikki teemat kattavaa resurssisuunnitelmaa, aihepiirikohtaiset suunnitelmat laadittu TRM-työtä käynnistettäessä. Ensi vaiheen toteutukseen varattu tyypillisesti 1–2 htkk/fokusalue + 1–2 htkk prosessi- ja menetelmätukeen (vaihtelee teemoittain)	- substanssi: paneelityö (3 kokousta + valmisteleva työ) - koordinointi: 1 htv prosessitukeen (kokenut tutkija), lisäksi ammatitaitoiset sihteeripalvelut (2 sihteerää per paneeli)

## 7. Miten suomalaista ennakointitoimintaa tulisi kehittää?

Suomalaisen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittäminen on viime aikoina kiinnostanut kasvavasti paitsi elinkeinoelämää myös julkisen sektorin toimijoita, mm. kauppa- ja teollisuusministeriötä, Tekesiä ja VTT:tä. Lähivuosina toteutetuissa selvitystöissä on todettu, että kansallisen, alueellisen ja instituutiotason ennakointitoimintaa tulisi vahvistaa ja paremmin koordinoita. Menetelmällisen osaamisen lisäksi on korostettu ongelmälähtöisen ja teknologian hyödyntäjän näkökulman huomioon otavan ennakoinnin tarpeellisuutta. Moniarvoisen teknologiakeskustelun ja läpinäkyvien prosessien merkitykseen on niin ikään kiinnitetty huomiota (Salo, 2001a; Eerola, 2001).

Tässä raportissa tarkastellaan teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämismahdollisuuksia erityisesti KTM:n, Tekesin ja VTT:n näkökulmasta. Kyseiset organisaatiot ovat alan suomalaisia avaintoimijoita ja niillä on myös aiempaa kokemusta tällaisesta toiminnasta. Sekä KTM että Tekes ovat toteuttaneet kansallisen tason teknologiaennakoinniksi luonnehdittavia hankkeita (ks. luvut 4 ja 5). Tekesissä on viime aikoina tehty ennakointiluontoista työtä myös strategiaprosessien ja teknologiaohjelmien valmistelu- ja evaluointityön yhteydessä. VTT on puolestaan toteuttanut sektori- ja teknologiakohtaisia ennakointihankkeita, osallistunut alan kansainväliseen yhteistyöhön sekä aloittanut strategisten valintojen tukemiseen ja innovaatioprosessien parempaan hallintaan tähtäävän 'Technology Road Mapping' -työn (ks. luku 6). Jatkuvaluontoiseksi ajatellun TRM-toiminnan pilotointeja on käynnistynyt sekä VTT:n omiin strategisiin teknologiateemoihin liittyen että yhteistyössä yritysten ja elinkeinoelämän organisaatioiden kanssa.

Verrattaessa suomalaista teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa muualla Euroopassa tehtävään teknologian ennakointityöhön, voidaan todeta, että Suomessa ei ole panostettu laajamittaisiin kansallisen tason teknologian ennakointihankkeisiin niin kuin monessa muussa Euroopan maassa. Toisaalta suomalaisen ennakointi- ja arviointitoiminnan vahvuutena on pidetty sen moni-ilmeisyyttä: fokusoidumpaa teknologiaennakointia ja 'technology road mapping' -työtä tehdään ja seurataan eri tahoilla mm. tutkimuslaitosten, yritysten, teollisuusliittojen ja erilaisten työryhmien toimesta. Teknologian ennakointi- ja arviointiluontoista työtä tehdään Suomessa myös strategiatyöhön, suunnitteluun ja päätöksentekoon integroituneena.

Eri toimijoita kiinnostavan relevantin tiedon tuottamis- ja hyödyntämisedellytyksiä voitaisiin kuitenkin selvästi parantaa. Uusiin teknologioihin liittyvät uhkat ja riskit tulisi suomalaisessa teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnassa niin ikään huomioida entistä huolellisemmin. Nykyään tällaisia tarkasteluja ei systemaattisesti sisällytetä teknologian tulevaisuustarkasteluihin eikä niistä ole näin useinkaan saatavissa riittävästi

perusteltua tietoa. Tämä ei ole Euroopassa poikkeuksellista, mutta heijastanee osaltaan myös perinteistä suomalaista teknologiaoptimismia ja toiminnan niukkaa resursointia. Teknologian arvioinnin saralla eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan puitteissa tehtävä työ on kyllä vakiinnuttanut asemansa ja sen institutionaalinen asema on herättänyt kiinnostusta myös muualla Euroopassa. Se on kuitenkin varsin vaatimattomasti resursoitua verrattuna vahvojen eurooppalaisten TA-yksiköiden tekemään työhön.

Tutkimuksen kuluessa on hahmotettu kuvaa suomalaisen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämisen keskeisimmistä haasteista. Kun asiaa tarkastellaan KTM:n, Tekesin ja VTT:n näkökulmasta, yksi tärkeimmistä haasteista on moni-ilmeisen toiminnan organisointi niin, että avaintoimijoiden tieto ja osaaminen kumuloituisivat. Erityisiä odotuksia kohdistuu myös teknologian ennakoinnin ja arvioinnin hyödyntämisen alueelle: toimintaa ei pidetä onnistuneena, mikäli sillä ei ole havaittavaa vaikutusta suunnitteluun ja päätöksentekoon. Osallistumalla alan kansainväliseen yhteistyöhön, voidaan osaltaan parantaa suomalaisen toiminnan edellytyksiä ja vaikuttavuutta. Seuraavassa tarkastellaan kutakin näistä kehittämiskohteista lähemmin.

## 7.1 Tiedon ja osaamisen kumuloitumisen edistäminen

Suomalaista teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa on harjoitettu toistaiseksi verrattain vaatimattomilla panostuksilla ja koordinoimattomasti. Useat tahot ovat kuitenkin pyrkineet tarkastelemaan teknologian tulevaa kehitystä, samoin kuin myös teollisuuden ja yhteiskunnan tulevia tarpeita. Monia teknologian ennakointi- ja arviointihankkeita on niin ikään toteutettu. Toimintaa leimaa kuitenkin epäjatkuvuus, hajanaisuus ja jossain määrin myös 'harrastelijamaisuus'.

Yksi tärkeimmistä suomalaisen toiminnan kehittämisen haasteista onkin teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan organisointi niin, että suomalaisten avaintoimijoiden tieto ja osaaminen pääsisivät kumuloitumaan parhaalla mahdollisella tavalla. Toiminnan jatkuvuudella on tässä tärkeä merkitys: aiemmat ennakoinnit ja arvioinnit tarjoavat tärkeitä aineksia ja valmiuksia myöhemmin toteutettavia hankkeita silmällä pitäen. Aiemmissa hankkeissa syntynyt oleellinen tieto ja osaaminen eivät kuitenkaan välttämättä siirry uusiin prosesseihin ellei niissä syntynyttä *hiljaista tietoa* pystytä välittämään hyödynnettäväksi uusissa hankkeissa. Yksittäisten ennakointi- ja arviointihankkeiden kertaluontoinen kilpailuttaminen ja toteutus ei välttämättä takaa ennakointi- ja arviointitoiminnan laadun ja tehokkuuden parantumista pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna.

Kun teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa kehitetään, tulisi tukea erityisesti pitkäjänteistä toimintaa. Näin voidaan edesauttaa hallittujen ja laadukkaitten ennakointi- ja arviointihankkeiden toteuttamista niin, että samalla myös valmiudet kasvavat. Teknolo-

gian ennakointi- ja arviointitoiminnan koordinoinnissa ja resursoinnissa tulisikin asettaa tavoitteeksi jatkuvaluontoisen ennakointi- ja arviointityön tukeminen: kun samantyyppisiä hankkeita toteutetaan toistuvasti niin, että käytössä on aiemmissa hankkeissa hankittu tieto- ja kokemuspohja, on mahdollista hioa käytäntöjä ja apuvälineitä tarkoitukseen mahdollisimman hyvin sopiviksi. Oppimisprosessia voidaan osaltaan tukea myös prosessien läpinäkyvyyden ja dokumentoinnin avulla.

Suomessa toteutettujen ennakointi- ja arviointihankkeiden yhtenä perusmateriaalina on hyödynnetty aiempia ja muualla toteutettuja ennakointi- ja arviointihankkeita. Relevanttien tietolähteiden identifiointi on tapahtunut osallistujien aiemman tietämyksen pohjalta, henkilökohtaisia asiantuntijaverkostoja hyödyntäen. Joissain tapauksissa on laadittu myös yhteenvetoja muualla toteutetuista ennakoinneista ja niiden tuloksista. Jatkuvaluontoisen, useita toimijatahoja palvelevan ennakointi- ja arviointitiedon seurantajärjestelmän tarpeellisuudesta on aika ajoin käyty keskustelua, mutta toistaiseksi tällaista ei ole kehitetty.

Vaikka kaikki saatavilla oleva tieto ei ole sellaisenaan sovellettavissa Suomen olosuhteisiin, Euroopan eri maissa toteutetut teknologian ennakointi- ja arviointihankkeet voivat tarjota arvokasta lähtömateriaalia relevantin tulevaisuussuuntautuneen teknologia-tiedon tuottamiseksi. Tutustuminen muualla tuotettuun tietoon on tärkeää jotta tiedettäisiin, mitä muualla ajatellaan ja keskustellaan teknologian kehityksestä ja millaisia painotuksia eurooppalaisilla toimijoilla on t&k-painotusten osalta. Seuranta tuo vertailupohjaa Suomessa tuotetulle teknologian ennakointi- ja arviointitiedolle. Samalla vältytään päällekkäiseltä työltä niiltä osin kuin muualla tuotettua materiaalia voidaan hyödyntää ja kyetään identifioimaan niitä osa-alueita, joista teknologian ennakointi- ja arviointitietoa ei ole saatavissa. Tämä auttaa valikoimaan omille teknologiaennakoinneille ja -arvioinneille hyödyllisimmät fokusalueet ja tarkastelutasot. Seuraamalla muualla toteutettuja ennakointi- ja arviointihankkeita sekä niistä laadittuja arviointiraportteja on lisäksi helpompi arvioida erilaisten prosessien kustannus-hyötysuhteita ja osallistujatahojen potentiaalista kontribuutiota. Suomalaiset voivat oppia myös niistä virheistä ja vähemmän onnistuneista ratkaisuksista, joita muualla on tehty.

Jotta muualla Euroopassa tuotettu teknologian ennakointi- ja arviointitieto palvelisi suomalaisia avaintoimijoita, sen tulee olla saatavilla tarvittaessa ja sitä tulee voida hyödyntää kohtuullisella työllä. Tämä edellyttää hyvin koordinoitua tiedonseurantajärjestelmää sekä tarkoituksenmukaista verkostoitumista mm. muiden eurooppalaisten asiantuntijoiden kanssa. Kerättyä tietoa tulisi myös esikäsitellä ja jatkojalostaa suomalaisia toimijoita palvelemaan muotoon.

Jatkuvaluontoisen tulevaisuussuuntautuneen teknologiatiedon seurantajärjestelmän rakentaminen parantaisi oleellisesti suomalaisen teknologian ennakoinnin ja arvioinnin

toimintaedellytyksiä. Samalla olisi huomioitava kansainväliset yhteistyömahdollisuudet tällaisessa toiminnassa. Kansallisia ennakoiteja koskevaa tietoa voitaisiin hyvin kerätä systemaattisesti ja jatkuvaluonteisesti esimerkiksi pohjoismaisena tai EU-yhteistyönä. Hyödyntämällä kansainvälisiä asiantuntijaverkostoja on mahdollista seurata entistä systemaattisemmin myös Euroopassa eri teknologia-aloilla tuotettua kapea-alaisempaa teknologian ennakointi- ja arviointitietoa, 'technology roamapping' -työ mukaan lukien. Parlamentaarisen teknologian arvioinnin seuranta voitaisiin puolestaan tehostaa olemassa olevan EPTA-verkoston puitteissa. Suomalaisia toimijoita tulisi samalla kuitenkin aktiivisesti informoida saatavilla olevasta ennakointi- ja arviointitiedosta. Materiaalin pohjalta käytävää keskustelua voisi edistää luomalla kiinnostavia fokualuekohtaisia keskustelufoorumeita.

Tiedon kumuloitumiseen liittyy oleellisena osana myös osaavien henkilöressurssien haakeutuminen alalle ja heidän pysymisensä mukana toiminnassa. Ongelmaksi saattaa kuitenkin muodostua ammatillisen arvostuksen ja kehitysmahdollisuuksien puute: teknologian ennakointi- ja arviointityön tehtävänä on päätöksentekoa tuottavan asiantuntijätiedon tuottaminen ja se sijoittuu luonteensa mukaisesti perinteisen tutkimuksen, strategiatyön ja teknologiapolitiikan välimaastoon. Eri tutkimusalojen ja organisaatioiden päättäjien sekä teknologiapolitiikan avaintoimijoiden tärkeänä ja haasteellisena tehtävänä on tällaisen työn aseman vahvistaminen ja otollisten puitteiden rakentaminen laadukkaana työn edellytyksenä olevalle monitieteiselle ja -ulotteiselle lähestymistavalle. Huomiota tulisi kiinnittää mm. ammatillisen identiteetin kehittymiseen sekä haasteellisten, asiansymmärtävien työympäristöjen luomiseen.

Ammatillisen koulutuksen tukeminen ja kannustaminen – korkeakouluopetus ja kansainväliset oppimisfooromit mukaan lukien – olisi ensiarvoisen tärkeää suomalaisen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämisen kannalta. Menetelmäosajien rekrytointi teknologian ennakointi- ja arviointityötä tekeviin organisaatioihin auttaisi asiaa niin ikään. Samalla on kuitenkin huomioitava käytännön valmiuksia koskevat tarpeet. Hyvään lopputulokseen päästään varmimmin tukemalla menetelmä- ja substanssiosaajien yhteistyötä organisaatioiden sisällä ja niiden välillä. Myös muita teknologian ennakointi- ja arviointityön kannustimia tulisi kehittää: kiireiset päättäjät ja asiantuntijat panostavat tämäntyyppiseen työhön vain, mikäli kokevat saavansa siitä selvää hyötyä ja vastinetta.

Keskeisenä asiana voidaan pitää myös riittävää ja tarkoituksenmukaista resurssointia. Yksi eurooppalaisista kokemuksista seuraava johtopäätös on, että alan hankkeiden toteuttaminen edellyttää riittäviä ja tarkoituksenmukaisia resursoiteja. Tässä suhteessa Suomella on selvästikin opittavaa eurooppalaisista ennakointi- ja arviointikäytännöistä. Esimerkiksi eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan hankkeille, joissa on tartuttu ajankohdaisiin aiheisiin ja integroitu parhaita asiantuntijoita ja kansanedustajia, tulisi jatkossa

varata paremmat taloudelliset voimavarat. Sama koskee KTM:n, Tekesin ja VTT:n teknologian ennakoitihankkeita: toteuttamalla ennakointi- ja arviointihankkeita 'talkootyönä', satunnaisin panostuksin ja oman toimen ohella ei voida enää vastata tulevaisuuden haasteisiin.

## 7.2 Hyödyntämisen ja vaikuttavuuden kehittäminen

Viime aikoina Suomessa on käyty runsaasti keskustelua teknologian ennakointi- ja arviointitiedon hyödyntämismahdollisuuksista erityisesti tutkimuksen kohdentamisen ja voimavarojen suuntaamisen apuvälineenä. Toisaalta innovaatiojärjestelmän toimijoiden verkottamista nimen omaan ennakointiprosessien avulla ei ole Suomessa nähty yhtä tärkeäksi kuin monissa muissa Euroopan maissa: suomalaiset toimijat ovat varsin pitkälle verkottuneet muutenkin mm. Tekesin teknologiaohjelmien kautta ja ennakointiprosessien avulla saavutettavan lisähyödyn on katsottu tästä syystä jäävän marginaaliseksi.

Suomalaisen teknologiaennakoinnin ja -arvioinnin arvo määräytyy sen mukaisesti, miten sitä pystytään hyödyntämään strategiatyössä, suunnittelussa ja päätöksenteossa. Siksi hyödyntämisen tehostaminen ja vaikuttavuuden parantaminen ovat kehitystyön avainkysymyksiä. Näitä tulisi tarkastella kuitenkin riittävän laaja-alaisesti, kiinnittämällä huomiota myös epäsuoriin vaikutuskanaviin sekä ennakointi- ja arviointitiedon moninaisiin rooleihin päätöksenteossa.

Teknologian ennakointi- ja arviointitietoa voidaan hyödyntää mm. suunnittelun ja päätöksenteon lähtötietona, tulevaisuussuuntautuneen ajattelun stimuloijana sekä argumentoinnin ja legitimoinnin apuvälineenä. Teknologian ennakointi- ja arviointitiedon kytkennät päätöksentekoon voivat lisäksi olla epäsuoria ja ne voivat olla osittain myös tiedostamattomia: ennakointi- tai arviointiprosessiin osallistuminen ja niiden tuloksiin tutustuminen muokkaavat asiantuntijoiden ja kansalaisten näkemyksiä ja nämä näkemykset puolestaan vaikuttavat heidän kannanottoihinsa ja toimintaansa myöhemmin eteen tulevissa tilanteissa. Hankkeiden tulokset eivät aina ole kytkettävissä akuutteihin päätöksentekotilanteisiin (esimerkiksi strategiaan linjauksiin, prioriteettien ja painotusten määrittelyyn, tutkimusvoimavarojen kohdentamiseen) ja kovin välittömät hyötyodotukset saattavat joissain tilanteissa johtaa jopa tarkoitushakuisiin ennakointi- ja arviointiprosesseihin. Toivottua lisäarvoa ei myöskään saada, jos hyödynnettävät teknologiaennakoinnit ja arvioinnit eivät tuota riittävän laadukasta tietoa.

Suomalaisten kansallisen tason teknologiaennakointien kytkennät päätöksentekoprosesseihin ovat olleet lähinnä välillisiä. Niiden tavoitteena on ollut mm. yhteisen teknologiavision tuottaminen tai teknologiatoimijoiden tulevaisuussuuntautuneen ajattelun sti-



mulointi. Sektori- ja teknologiakohtaisissa tarkasteluissa kytkennät päätöksentekoon ovat olleet ajoittain selkeämpiä: niissä on pyritty mm. tuottamaan hyvin perusteltua asiantuntijainformaatiota päätöksentekoon liittyviin keskusteluihin. Kehitystyötä kannattaa jatkaa tältä pohjalta ottaen huomioon t&k-toimintaa koskevan päätöksenteon tarpeet. Laadukkaat ja läpinäkyvät teknologian ennakointi- ja arviointiprosessit palvelevat parhaiten edellä esitettyjä tarkoituksia. Kun etsitään kansallisen tason prioriteetteja ja painopistealueita t&k-toiminnalle, on huolehdittava lisäksi siitä, että kaikki potentiaaliset t&k-toiminnan alueet tulevat prosesseissa tasapuolisesti ja riittävän monipuolisesti huomioituiksi.

Teknologisen kehityksen parempi hallinta edellyttää myös yritysten ja tutkimuslaitosten strategiatyöhön joustavasti integroituvien käytäntöjen kehittämistä. Systemaattisella teknologian ennakointi- ja arviointityöllä voidaan luoda pohjaa yritysstrategioille, joissa huomioidaan teknologisen kehityksen mukanaan tuomat mahdollisuudet ja riskit niin, etteivät esimerkiksi lyhyen aikavälin intressit liiaksi dominoi päätöksentekoa. Tällaiset käytännöt kasvattavat pitkällä aikavälillä myös suomalaisten yritysten kilpailukykyä. Teknologian kehittämiseen ja arviointiin tulisi saada jo uuden teknologian muotoutumisvaiheessa mukaan teknologian hyödyntäjät, tuottajat ja muut relevantit sidosryhmät. Hyvin organisoidulla konstruktiivisella teknologian arvioinnilla voidaan osaltaan tukea hallittua teknologiakehitystä.

Suomalaisen teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan yhtenä vahvuutena voidaan pitää sen moninaisuutta sekä sen integroitumista osaksi muuta tulevaisuussuuntautunutta toimintaa: suunnittelua ja päätöksentekoa, tutkimusohjelmien rakentamista sekä t&k-toimintaa. Ennakointi- ja arviointityön integroituminen osaksi muuta tulevaisuussuuntautunutta toimintaa johtaa kuitenkin helposti siihen, että prosessit eivät ole sillä tavoin läpinäkyviä, että ulkopuolinen ymmärtäisi, miten syntyneisiin näkemyksiin on päädytty. Tämä rajoittaa tiedon hyödyntämistä huomattavissa määrin. Puutteellinen kuva ennakointiprosessista voi nakertaa toiminnan uskottavuutta ja johtaa väärinkäsityksiin. Näin tuotettu tieto ei tarjoa myöskään riittävää tukea t&k-toiminnan priorisointeja ja voimavarojen kohdentamista koskevalle päätöksenteolle. Kiinnostavankin tiedon painoarvo saattaa näin jäädä varsin vaatimattomaksi tärkeillä kansallisilla ja EU-tason keskustelufoorumeilla.

Suomalaista teknologiakeskustelua on viime vuosikymmenen ajan ohjannut vahva ja laajalle levinnyt visio Suomesta tietoyhteiskunnan edelläkävijämaana, jossa yhdistyvät modernin tieto- ja viestintätekniiikan mukanaan tuomat mahdollisuudet, hyvinvointivaltion arvot ja kestävä kehitys. Tällaisen tulevaisuusvision toteutumismahdollisuuksia tulisi kuitenkin tutkailla huolellisesti perusteltua tietoa tuottavan ennakointi- ja arviointitoiminnan avulla. Jotta asioista välittyisi päättäjille riittävän monipuolinen kuva, tulisi edistää myös toteutettujen ennakointi- ja arviointihankkeiden pohjalta käytävää

kriittistä teknologiakeskustelua. Tämä edellyttää laadukkaan ennakointi- ja arviointitiedon jakamista kaikille relevanteille sidosryhmille.

Teknologiaennakointien hyödyntämisen osalta suomalaiset kehittämistarpeet liittyvät näin osaltaan myös moniarvoisen kansalaiskeskustelun virittämiseen ja tukemiseen: avoin julkinen keskustelu, kauttaaltaan läpinäkyvä argumentointi sekä entistä laajempi osallistujapohja ovat ajankohtaisia asioita myös suomalaisessa teknologian ennakoinnin ja arvioinnin kehittämistyössä. Toteuttamalla säännöllisesti laadukkaita teknologian ennakointi- ja arviointihankkeita voitaisiin tukea entistä monipuolisempaa teknologiakehitykseen liittyvää keskustelua. Toistaiseksi pääpaino on kuitenkin ollut eri tieteenalojen asiantuntijoiden sekä yritysten ja julkisen sektorin avaintoimijoiden välisen vuorovaikutuksen edistämisessä.

Ennakointi- ja arviointitietoa tarvitaan kasvavassa määrin poliittisen päätöksenteon, teollisuuden ja yritysten strategiatyön sekä tutkimuksen suuntaamisen tueksi. Myös kansalaiset ja heitä edustavat etu- ja kansalaisjärjestöt tarvitsevat tietoa teknologian tulevasta kehityksestä ja vaikutuksesta voidakseen osallistua teknologiakehityksestä käytävään keskusteluun. Teknologian tulevan kehityksen ja sen vaikutusten systemaattinen ja riittävän monipuolinen tarkastelu luo valmiuksia pitkäjänteiseen toimintaan ja mahdollistaa tietoiset valinnat kaikilla näillä tahoilla. Teknologian ennakointien ja arviointien hyödyntämisen kannalta on tärkeää, että prosessit ovat läpinäkyviä ja riittävän hyvin dokumentoituja.

Kun tunnistetaan oikein vaikutuskanavat ja tiedon roolit, voidaan kansallisen ja alueellisen tason ennakoinneilla tukea mm. tutkimusprioriteettien ja t&k-painopistealueiden määrittelyä. Kilpailukyvyyn ja teknologisen kehityksen hallittavuuden kannalta ovat avainasemassa yritysten ja tutkimuslaitosten strategiatyöhön ja t&k-toimintaan joustavasti integroituvat teknologian ennakointi- ja arviointikäytännöt. Teknologian kehitystä koskevalla moniarvoisella keskustelulla voidaan tukea molempia edellä mainittuja kehitystyön osa-alueita. On kuitenkin muistettava, että hyödyntämisprosessien on jatkosakin nivellyttävä suomalaiseen johtamiskulttuuriin ja hallintotapaan.

### **7.3 Erialaisten lähestymistapojen rinnakkainen kehittäminen**

Suomi on todettu useilla mittareilla mitattuna teknologiakehityksen kärkimaaksi ja siihen viitataan usein länsimaisen yhteiskunnan 'tietoyhteiskuntalaboratoriona'. Siltä odotetaan siksi myös vakavaa ja vastuullista suhtautumista teknologiaa koskeviin valintoihin. Nämä valinnat edellyttävät pohjakseen korkeatasoista tulevaisuussuuntautunutta teknologiatietoa, jota voidaan tuottaa hyvin organisoidun teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan puitteissa.

Suomessa ei ole toteutettu kansallisen tason teknologian ennakoitihankkeita siinä laajuudessa kuin useissa muissa Euroopan maissa. Toisaalta suomalaisen teknologian ennakoititoiminnan vahvuutena voidaan pitää sen moninaisuutta sekä sen integroitumista osaksi muuta tulevaisuussuuntautunutta toimintaa (suunnittelu, päätöksenteko, tutkimusohjelmien rakentaminen). Eri aihepiireihin fokusoituvaa ennakoitiluentoista työtä tehdään useista eri näkökulmista kansallisella, alueellisella ja instituutiotasolla. Sekä teollisuuden että muiden eturyhmien näkökulmia on pyritty huomiomaan.

Näyttää siltä, että on eduksi säilyttää suomalaisen teknologian ennakointi- ja arviointityön moni-ilmeisyys ja kehittää erilaisia lähestymistapoja rinnakkain. Kehitystyöhön voidaan hakea aineksia niin asiantuntijatyöryhmien toteuttamista kuin laajapohjaisemmista, eri intressiryhmien sitouttamista painottavien teknologiaennakointien kokemuksesta. Tässä mielessä valaisevia ovat mm. tämän raportin luvuissa 4–5 esitetyt esimerkkitarcastelut. Instituutiotasolla kehitystyö voidaan kytkeä integroiduksi osaksi strategiatyötä ja innovaatioprosessien hallintaa. Aineksia kehitystyöhön voi hakea mm. luvun 6 esimerkkitarcastelujen pohjalta. Julkishallintovetoisten ennakointien lisäksi tulisi edistää myös järjestö- ja teollisuusvetoista ennakoititoimintaa.

Kansallisen tason teknologiaennakoinnit voidaan jakaa karkeasti ottaen kolmenlaiseen traditioon: nk. 'avainteknologia'-ennakointeihin, Delphi-pohjaisiin ennakointeihin sekä paneelityöskentelyyn pohjaavaa lähestymistapaan. Lähestymistavat ovat kuitenkin vuosien kuluessa saaneet vaikutteita toisiltaan eikä selkeää jakoa ole enää havaittavissa. Voidaankin todeta, että kaikki nämä lähestymistavat ovat relevantteja suomalaisen kehitystyön kannalta.

Yleisen tason luonnehdinta ei kuitenkaan kerro vielä paljoakaan teknologian ennakointiin ja arviointiin liittyvästä tietämyksen prosessoinnista. Jotta voitaisiin kehittää suomalaisia toimijoita parhaalla mahdollisella tavalla palvelevia omintakeisia toimintamalleja, on ymmärrettävä myös, mitkä menetelmät ja käytännöt ovat hyödynnettävissä kullakin tietämyksen hallinnan lohkokolla (kanssakäyminen, hiljaisen tiedon julkilausuminen, tietojen yhdistäminen, tilannekohtainen tulkinta). Tätä on pyritty valaisemaan mm. tässä raportissa käytetyn teoreettisen viitekehikon ja esimerkkitarcastelujen avulla.

Eri toimijoiden kanssakäymiseen perustuvaan tiedon prosessointiin on kehitetty erilaisia varsin vakiintuneita käytäntöjä. Työryhmät, paneelit, projektiryhmät sekä johto- ja tukiryhmät ovat näistä esimerkkejä. Uudenlaisia kokeiluja on tehty viime aikoina erityisesti tutkijaverkostojen ja kansalaisryhmien mukaan saamiseksi erilaisten konferenssitapahtumien ja Internet-foorumien välityksellä. Hiljaisen tiedon julkilausumisessa on puolestaan hyödynnetty tavanomaisten asiantuntijahaastattelujen lisäksi erilaisia aivoriihi- ja työpajaistuntoja, 'mind mapping' -tekniikoita ja Delphi-kyselyitä. Huomiota on eurooppalaisessa kehitystyössä kiinnitetty mm. sähköiseen tiedonvälityksen mahdolli-

suuksiin tälläkin lohkolla (esim. Internet-pohjaiset Delphi-kyselyt). Tietojen yhdistelemistä merkityksellisiksi sanomiksi voidaan puolestaan tukea paitsi laatimalla sanallisia raportteja myös erilaisten formaalien apuvälineiden avulla. Mm. avainteknologialistat, päätöspuut, skenaariot, SWOT-analyysit, riski- ja elinkaarianalyysit ovat tähän tarkoitukseen käytettyjä tekniikoita. Ennakointi- ja arviointitiedon tilannekohtaista tulkintaa tapahtuu taas t&k-toiminnan ja siihen liittyvän pilotoinnin sekä t&k-toimintaa harjoittavien, tukevien ja hyödyntävien organisaatioiden strategiатыön yhteydessä. T&k-voimavarojen kohdennus, tutkimuksen painopistealueiden hakeminen ja priorisointi ovat saaneet viime vuosina suurimman huomion eurooppalaisessa keskustelussa. Tämä on heijastunut myös suomalaista kehitystyötä koskeviin odotuksiin.

Tutkimuksen pohjalta näyttää siltä, että suomalaisissa teknologian ennakointi- ja arviointihankkeissa voitaisiin hyödyntää menetelmällisiä apuvälineitä ja formaaleja proseduureja entistä tehokkaammin ja tarkoituksenmukaisemmin. Ammattitaitoisesti toteutetulla prosessien jäsentelyllä ja menetelmällisten apuvälineiden käytöllä voidaan luoda paremmat edellytykset asioiden joustavalle mutta samalla systemaattiselle ja monipuoliselle käsittelylle, vaikka formalisointi sinänsä ei välttämättä johda tuotetun tiedon laadun paranemiseen. Eksplisiittisesti määritellyt proseduurit edesauttavat myös asioiden tasapuolista käsittelyä, jolloin lopputulokset ovat yhteismitallisempia ja hyödynnettävissä paremmin mm. t&k-voimavarojen kohdentamista ja priorisointia koskevissa päätöstilanteissa. Hyvin jäsenneilty prosessi ja eksplisiittisesti dokumentoitu menetelmällisten apuvälineiden käyttö lisäävät myös prosessien läpinäkyvyyttä ja esitettyjen näkemysten uskottavuutta.

Yksi suurimmista eurooppalaisen teknologian ennakointi- ja arviointityön haasteista on informatiivisten tarvelähtöisten ennakointi- ja arviointiprosessien kehittäminen. Tämä on myös suomalaisen teknologiaennakoinnin ja -arviointin keskeinen kysymys. Formaaleja käytäntöjä ja menetelmällisiä apuvälineitä on kehitetty ja kokeiltu muualla Euroopassa myös tässä tarkoituksessa. Esimerkkejä tällaisesta kehitystyöstä ovat mm. Itävallan kaksiosainen Delphi-tutkimus ja Ranskan viimeisin avainteknologiahanke (ks. luku 5). Kyseiset käytännöt tarjoavat aineksia myös suomalaiselle kehitystyölle.

Merkittäviin ennakointihankkeisiin tulisi säännönmukaisesti sisällyttää myös systemaattista teknologian vaikutusten arviointia. Huomiota tulisi kiinnittää paitsi uusien ratkaisujen tekniseen toteutettavuuteen ja taloudelliseen potentiaaliin myös niiden hyväksyttävyyteen yhteiskunnan, kansalaisen, käyttäjän, kuluttajan ja muiden relevanttien tahojen näkökulmasta. Sekä teknologisen kehityksen mukanaan tuomat mahdollisuudet että kehitykseen liittyvät uhkat ja riskit tulisi kartoittaa.

## 7.4 Eurooppalaisen ja pohjoismaisen yhteistyön merkitys

Suomalaista kehitystyötä on tarkasteltu raportissa eurooppalaisesta näkökulmasta. Tähän valintaan on vaikuttanut ennakointi- ja arviointitiedon kasvava kysyntä Euroopan Unionin päätöksentekoprosesseissa ja tämän EU-jäsenmaille aiheuttamat kehityspaineet. Erityisesti julkisen sektorin avaintoimijoilta edellytetään tämän vuoksi panostusta teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kehittämiseen. Laadukkaan ja yhteensopivan tiedon tuottaminen on hyödyllistä myös Suomen kannalta: perusteltuun tietoon pohjaavat kansalliset teknologianäkemyksemme tulevat paremmin kuulluksi EU-prosesseissa ja auttavat kehittämään myös suomalaista yhteiskuntaa toivottuun suuntaan.

Suomessa toteutettujen ennakointi- ja arviointihankkeiden tuloksia ei ole sanottavasti hyödynnetty kansainvälisillä foorumeilla. Kansainväliseen vaikuttamiseen ei ole tietoisesti edes pyritty, vaan vuorovaikutus on nähty lähinnä yksisuuntaisena: tavoitteena on ollut muualla tuotetun ennakointi- ja arviointitiedon tehokas hyödyntäminen ja soveltaminen suomalaisissa prosesseissa. Kansainvälistä ennakointiyhteistyötä tulisi kuitenkin lisätä ja nähdä se kaksisuuntaisena vuorovaikutusprosessina. Erityisesti tulisi kiinnittää huomiota EU:n kehityssuunnitelmiin teknologian ennakoinnin alueella: suomalainen ennakointityö palvelee osaltaan myös EU-päätöksentekoa ja EU:n puitteissa tehtävällä ennakointiyhteistyöllä on vaikutuksia myös kansallisella tasolla

Euroopan Unionin puitteissa ollaan kehittämässä uusia teknologiapolitiikan instrumentteja, joiden avulla voitaisiin tukea Euroopan kansainvälisen kilpailukyvyn suotuisaa kehitystä. Yksi keskeisesti esillä olleista instrumenteista on ollut eurooppalaisena yhteistyönä toteutettava teknologian ennakointitoiminta. Sen valmisteleminen ja organisointi on alkanut jo viime vuosikymmenen lopulla (mm. kohdassa 3.3 kuvattu ESTO-verkoston teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kartoitustyö liittyy tähän eurooppalaiseen kehitystyöhön).

Euroopan Unionin jäsenmaana Suomi on sitoutunut tavoittelemaan EU:n yhteisiä päämääriä. Tällaisia päämääriä ovat mm. turvallinen ympäristö ja kestävä kehitys laajasti ymmärrettyinä (kattaen taloudellisen, ekologisen ja yhteiskunnallisen näkökulman). Yhteisesti sovittujen päämäärien saavuttamista pyritään edistämään kehittämällä käytäntöjä, jotka tuottavat päätöksentekijöille perusteltua tietoa mm. teknologian tulevasta kehityksestä ja vaikutuksista. Teknologian ennakoinnin ja arvioinnin EU-tasolla saama painoarvo onkin ymmärrettävissä tästä näkökulmasta. Suomeen kohdistuu tässä mielessä erityisiä odotuksia: maa on todettu useilla mittareilla teknologiakehityksen kärkimaaksi ja siihen viitataan usein länsimaisen yhteiskunnan 'tietoyhteiskuntalaboratoriona'. Siltä odotetaan siksi myös vakavaa ja vastuullista suhtautumista teknologiaa koskeviin valintoihin.

Euroopan komission tutkimuspääosaston yhteyteen on hiljattain perustettu erityinen ennakointiyksikkö (Foresight Unit of DG Research), jonka tehtävänä on eurooppalaista tutkimusta – ja sitä kautta myös eurooppalaista kilpailukykyä – palvelevan tulevaisuussuuntautuneen tiedon tuottaminen. Tämän yksikön lisäksi Euroopan Unionin tutkimuslaitokset (Joint Research Centres) ovat tärkeä osa sitä infrastruktuuria, jonka puitteissa EU-päättäjille tuotetaan heidän tarvitsemaansa teknologiatietoa. Yksi Euroopan Unionin tutkimuslaitoksista, Institute for Prospective Technology Studies (IPTS), nimen omaan päätöksentekijöille suunnattua tulevaisuussuuntautunutta teknologiatietoa. Työ on luonteeltaan poikkitieteellistä. Vuodesta 1997 lähtien IPTS:n tukena on tässä työssä toiminut Euroopan eri maiden tutkimusorganisaatioiden muodostama verkosto 'European Science and Technology Observatory' (ESTO). Myös Suomi on ollut aktiivisesti mukana tässä toiminnassa sen alkumetreiltä lähtien, jäsenorganisaationa VTT. Raportissa on hyödynnetty kertynyttä kokemusta ko. toiminnan kehityspotentiaalın arvioimiseksi EU-tasolla ja Suomen näkökulmasta.

Yleisvaikutelmana on, että Suomella on sekä saatavaa että annettavaa ESTO-verkoston toiminnassa. ESTO:lla on myös potentiaalia korkealaatuisen asiantuntijatiedon tuottamiseen. Tämä edellyttää kuitenkin toimintaedellytysten parantamista niin kansallisella kuin EU-tasollakin. Aktiivinen osallistuminen ESTO-verkoston puitteissa toteutettavaan eurooppalaisten ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kartoitustyöhön on perusteltua. Tätä kautta syntyvää tietoutta tulisi myös levittää entistä tehokkaammin suomalaisille toimijoille.

Myös kansallisen tason teknologiaennakointeja ja -arviointeja voidaan toteuttaa EU-tarpeet huomioon ottaen. Hankkeista tulisi silloin tiedottaa säännönmukaisesti myös englannin kielellä. Monipuolisella, kriittisellä tarkastelulla ja prosessien läpinäkyvyyden parantamisella voidaan lisätä myös kansallisen tason hankkeiden kansainvälistä vaikuttavuutta. Samalla kohotetaan alan kotimaisen työn laatua ja uskottavuutta. Eurooppalaisella ja pohjoismaisella yhteistyöllä voidaan rakentaa myös entistä tehokkaampia ja kannustavampia oppimisfoorumeita teknologian ennakoinnin ja arvioinnin alueella.

EU:n tulevien puiteohjelmien sisältöön voidaan osaltaan vaikuttaa osallistumalla IPTS:n koordinoimien teknologiaennakointien ja -arviointien toteutukseen. Suomalaisten asiantuntijoiden osallistumista näihin hankkeisiin mm. ESTO-verkoston puitteissa tulisi siksi tukea. Esimerkiksi hiljattain käynnistetyn 'Science and Technology Road Mapping' -aktiviteetin kehittämistyöhön, samoin kuin aihepiirikohtaisiin teknologian ennakointi- ja arviointihankkeisiin, tulisi saada mukaan päteviä suomalaisia asiantuntijoita. Alan tutkijoita ja asiantuntijoita tulisi kannustaa osallistumaan myös EU-tutkimusohjelmien puitteissa ja toteutettavaan teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaan. Tämä onnistuu parhaiten, mikäli heillä on kokemusta korkealuokkaisista kansallisen tason ennakoinneista ja mahdollisuus hyödyntää näin syntyviä synergioita kan-

sainvälisellä kentällä. Yhteistyö pohjoismaiden kanssa on perusteltua kriittisen massan kehittämiseksi tärkeäksi koettujen fokusalueiden tarkastelussa sekä tarkasteltavien asioiden merkityksen arvioimiseksi erityisesti pohjoismaisissa puitteissa. Pohjoismaat saavat todennäköisesti yhteisen äänensä näin paremmin kuuluville myös EU-prosesseissa. Kansainvälisellä yhteistyöllä voidaan parantaa suomalaisen ennakointi- ja arviointitiedon kansainvälistä vaikuttavuutta ja kohottaa samalla myös kotimaisilla foorumeilla tuotettavan tiedon laatua.

Kilpailukykyensä varmistamiseksi Suomen teknologiapolitiikka ja koko innovaatiojärjestelmä tarvitsee korkealaatuista ja puolueetonta tietoa teknologia tulevasta kehityksestä, sen vaikutuksista ja kehitysedellytyksistä. Osa tästä tiedosta voidaan hyödyntää suoraan päätöksenteon tukena. Tärkeä rooli on myös yhteisten tulevaisuus-suuntautuneen viitekehysten luomisella: yhteisen vision avulla voidaan voimavarat suunnata tarkoituksenmukaisesti, vaikka näkemykset joistain yksityiskohdista poikkeaisivat. Jotta korkealaatuista teknologiatietoa pystyttäisiin näihin tarkoituksiin tuottamaan, on kehitettävä teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnalle vaatimaan työhön kannustavat puitteet. Riittävä infrastruktuuri on edellytyksenä relevantin tiedon tuottamiselle akuutteihin tarpeisiin. Erityistä huomiota on kiinnitettävä osaamispuhjan laajentamiseen, toiminnan tarkoituksenmukaiseen organisointiin ja resursointiin, tiedon ja osaamisen kumuloitumiseen sekä tuotetun ennakointi- ja arviointitiedon monipuolisiin hyödyntämismahdollisuuksiin. Kehittämällä rinnakkaisia lähestymistapoja ja kansainvälistä yhteistyötä teknologian ennakoinnin ja arvioinnin alueella voidaan parhaiten vastata tulevaisuuden haasteisiin.

## Lähdeluettelo

Aichholzer, G. (2001). European Foresight Activities – Deepening Report of Delphi Austria. In: Barré, R. & Greaves, C. (ed.). "Monitoring Foresight Activities – Part 1". S. 12–35. (ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence)

ASTPP (1999). Improving Distributed Intelligence in Complex Innovation Systems, Final Report of the Advanced Science and Technology Policy Planning Network. Karlsruhe: Fraunhofer Institute, Systems and Innovation Research.

Barré, R. & Greaves, C. (2001). Monitoring Foresight Activities. ESTO Report, presented at ESTO-IPTS Seminar "Technology Assessment, Foresight and Forecasting: The State of the Art in the EU" in Brussels, May 15, 2001. 292 s.  
(ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence)

Blind, K., Cuhls, K. & Grupp, H. (1999). Current Foresight Activities in Central Europe. Technological Forecasting and Social Change, Vol. 60, s. 15–35.

Dannemand Andersen, P. (2000). Risoe's Strategy Process. Presentation at seminar "Goal Setting and Prioritising Processes in Research", Risoe National Laboratory, Nov. 28, 2000.

Dannemand Andersen, P. (2002). Forskning og strategi. Erfaringer med strategiformulering på Risoe. In: Hansson, F. & Holst Jorgensen, B. (eds.) "Forskningsdilemmar. Debatbog om ledelse og evaluering af forskning". Copenhagen: Samfundslitteratur. S. 117–132.

Dannemand Andersen, P., Borch, K., Morthost, P. E & Rasmussen, B. (2001). Expert advisory panels as support for prioritising research in a national laboratory (article draft).

de Jong, M. & Mentzel, M. (2001). Policy and Science – Options for Democratisation in Europe. Science and Public Policy, Vol. 28, No. 6, s. 403–412.

de Wilt, J. & Rutten, H. (2001). European Foresight Activities – Deepening Report of the 1995–1999 Foresight Programme of the Dutch National Council for Agricultural Research (NRLO). In: Barré, R. & Greaves, C. (ed.). "Monitoring European Foresight Activities – Part 1". S. 88–107. (ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence)



Durand, T. (2001). 12 Lessons drawn from “Key Technologies 2005”, the French Technology Foresight Exercise. A paper submitted for the Journal of Forecasting, Special Issue on Technology Foresight.

Eerola, A. (1996). Creating and communicating technology foresight. In: "Innovation Systems and Competitiveness" Kuusi, O. (ed.). ETLA Series B 125 & VATT Series A 22. Helsinki: Taloustieto Ltd.

Eerola, A. (1997). Managing Meaning. The Use of Expert Forecasts in Forest Industry Companies. Economics and Society, N:o 67, Helsinki: Swedish School of Economics and Business Administration.

Eerola, A. (2001). European Foresight Activities – Deepening Report Finland & An Overview of Nordic Foresight Activities. In: Barré, R. & Greaves, C. (eds.). "Monitoring Foresight Activities", Part 1, s. 36–54 & Part 3, s. 160–179 ja 276–285 (ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence)

Eerola, A. & Holst-Jorgensen, B. (2002). Technology Foresight in the Nordic Countries. A report to the Nordic Industrial Fund, Center for Innovation and Commercial Development. Risoe-R-1362(EN). ISBN: 87-550-3110-2.

Eerola, A. & Kivisaari, S. (2001). Challenges of Parliamentary Technology Assessment – The Case of Internet-based Disease Management Systems. Presented at the Congress "Innovation for an e-Society. Challenges for Technology Assessment", Berlin, October 17–19, 2001. Congress Pre-prints. ISBN: 3-89750-097-3.

El Sawy, O. A. & Pauchant, T. C. (1988). Triggers, Templates and Twitches in the Tracking of Emerging Strategic Issues. Strategic Management Journal, Vol. 9, No. 5, s. 455–473.

Eriksson, E. A. & Stenström, M. (1999). Scenarier för Teknisk Framsyn – Huvudrapport. FOA Försvarsanalys.

Etzkowitz, H. & Leydersdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. Research policy, Vol. 29, s. 109–123.

Etzkowitz, H. (2002). Incubation of Incubators: Innovation as a Triple Helix of University-Industry-Government Networks. Science and Public Policy, Vol. 29, No. 2, s. 115–128.

Feldman, M. (1989). *Order Without Design – Information Production and Policy Making*. Stanford: Stanford University Press.

Feldman, M. & March, J. G. (1981). Information in Organisations as Signal and Symbol. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 26, s. 171–186.

FOREN (2001). *A Practical Guide to regional Foresight*. FOREN network, European Commission Research Directorate General, STRATA programme.

Glynn, S., Flanagan, K. & Keenan, M. (2001). Science and governance: Describing and typifying scientific advice structure in the policy making process – A multinational study. An ESTO Report, February 2001.

Granberg, A. & Lewerentz, B. (2000). *Teknisk Framsyn: En processbedömning*. PM från Utvärderingsgruppen.

Groenveld, P. (1997). Roadmapping Integrates Business and Technology (based on experiences at Philips Electronics). *Research & Technology Management*, Vol. 40, No. 5, s. 48–55.

Grupp, H. & Linstone, H. A. (1999). National Technology Activities around the Globe. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 60, s. 85–94.

Heraurd, J. & Cuhls, K. (1999). Current Foresight Activities in France, Spain and Italy. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 60, s. 55–70.

Hienonen, R. & Lehtinen, A. (1995). *Elektroniikka- ja sähköalan kehitysnäkymät 1995–2000*. Espoo: VTT Automaatio.

Hienonen, R. (1997). *Elektroniikka- ja sähköalan kehitysnäkymät 1997–2002*. Espoo: VTT Automaatio.

Hienonen, R. (2000). *Elektroniikka- ja sähköalan kehitysnäkymät 2000–2005*. Espoo: VTT Automaatio.

Hjelt, M., Luoma, P., van de Linde, E., Ligtoet, A., Vader, J. & Kahan, J. (2001). *Kokemuksia kansallisista ennakkoinneista*. Sitran raportteja 4/2001.

Hjelt, M., Könnölä, T. & Luoma, P. (2002). *Elintarviketeollisuuden teknologiaennakointi ja tutkimuksen arviointi*. Tekes, Teknologia katsaus 131/2002. ISBN 952-457-086-6.

Hofstede (1980). Culture's Consequences – International Differences in work-Related Values. Beverly Hill: Sage Publications.

Holtmannspötter, D. & Zweck, A. with contributions from F. Charbit, A. Eerola & Y. Sharan (2001). Monitoring of Technology Forecasting Activities. ESTO Report, presented at ESTO-IPTS Seminar "Technology Assessment, Foresight and Forecasting: The State of the Art in the EU", Brussels, 15 May 2001. VDI, Future Technologies, Vol. 37, April 2002, 96 s. ISSN 1436-5928. (ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence).

IPTS (1999). The Futures Project – Technology Map. Compiled by E. Cahill & F. Scapolo, with contribution from K. Ducatel, T. Münker, M. Aguado, P. Eder, F. Leone & H. Hernandez. Futures Report Series 11, EUR 19031 EN.

IPTS (2002, ed.). The Role of Foresight in the Selection of Research Policy Priorities. Conference in Sevilla, May 13–14, 2002. Conference Proceedings, July 2002, EUR 20406 EN.

Irvine, J. & Martin, B. R. (1984). Foresight in Science: Picking the Winners. London: Frances Pinter Publishers.

IVA & NUTEK (1997). Om Teknisk Framsyn. Förstudie. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien & Närings- och teknikutvecklingsverket.

IVA, NUTEK, SSF & SI (2000a). Det framsynta samhället; en syntesrapport från Teknisk Framsyn. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, Närings- och teknikutvecklingsverket, Stiftelsen för Strategisk Forskning, Sveriges Industriförbund.

IVA, NUTEK, SSF & SI. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, Närings- och teknikutvecklingsverket, Stiftelsen för Strategisk Forskning & Sveriges Industriförbund:

- Hälsa, medicin och vård; Rapport från Teknisk Framsyn – Panel 1 (1999a).
- Biologiska naturresurser; rapport från Teknisk Framsyn – Panel 2 (2000b).
- Samhällets infrastruktur; rapport från Teknisk Framsyn – Panel 3 (1999b).
- Produktionssystem; rapport från Teknisk Framsyn – Panel 4 (1999c).
- Informations- och kommunikationssystem; Teknisk Framsyn – Panel 5 (2000c).
- Material och materialflöden i samhället; Teknisk Framsyn – Panel 6 (2000d).
- Tjänster; rapport från Teknisk Framsyn – Panel 7 (1999d).
- Utbildning och lärande; rapport från Teknisk Framsyn – Panel 8 (2000e).

IVA, NUTEK, SSF & SI (2001a). Teknisk Framsyn – Styrgruppens testamente. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, Närings- och teknikutvecklingsverket, Stiftelsen för Strategisk Forskning & Sveriges Industriförbund.

IVA, NUTEK, SSF & SI (2001b). Verksamhetsberättelse Teknisk Framsyn. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, Närings- och teknikutvecklingsverket, Stiftelsen för Strategisk Forskning & Sveriges Industriförbund.

Kangaspunta, S. (2002). Kysely teknologian ennakoinnista – Kooste vastauksista. Kauppa- ja teollisuusministeriö (luonnos 30.8.2002).

Kostoff, R. N. & Schaller, R. R. (2001). Science and Technology Road Maps. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 48, No. 2, May 2001, s. 132–143.

KTM (1997). Tiellä teknologiavisioon – Suomen teknologiapolitiikan tarpeita ja mahdollisuuksia. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 12/1997.

KTM & TEK (1999): Foresight at Crossroads – Technology Foresight Linking Innovation to Informed Action. Conference in Helsinki, November 29-30, 1999, Conference Report.

Kulkki, S. (1996). Knowledge Creation of Multinational Corporations – Knowledge Creation through Action. Helsinki School of Economics and Business Administration, A-115.

Kuusi, O. (1999). Expertise in the Future Use of Generic Technologies – Epistemic and Methodological Considerations Concerning Delphi Studies. Helsinki: VATT Tutkimuksia 59 & HKKK A-159.

Langley, A. (1995). Between 'Paralysis by Analysis' and 'Extinction by Instinct'. Sloan Management Review, Vol. 36, No. 3, s. 63–76.

Lievonen, J. (1996). Kansainvälisiä tekniikan kehitysarvioita. Espoo: VTT Teknologian tutkimuksen ryhmä, Working Papers 26/96.

Loikkanen, T., Kuusi, O. & Turkulainen, T. (2001). Energia 2010 – Teknologian arviointi. Delphi-paneelitutkimus tulevaisuuden energiavalinnoista. Tulevaisuusvaliokunta, Teknologian arviointeja 10. Eduskunnan kanslian julkaisu 8/2001.

Martin, B. R. (1995). Foresight in Science and Technology. Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 7, No. 2, s. 139–168.

Martin, B. R. & Johnston, R. (1999). Technology Foresight for Wiring up the National Innovation System. Technological Forecasting and Social Change, Vol. 60, s. 37–54.

- Meristö, T. & Karjalainen, J. (2001). Kone 2015 – Visiot ja skenaariot teknologiaohjelman valmistelun tueksi. Loppuraportti. Åbo Akademi, Institute for Advanced Management Systems Research, CoFi Report No. 3/2001.
- Miles, I. & Keenan, M. (2000). FOREN Workpackage 2 – Final Report. PREST, University of Manchester, August 2000.
- Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie (2000). Technologies clés 2005. DiGITIP, Service de l'innovation et de la Qualité, OTS.
- Ministère de l'industrie (1995). Les 100 technologies clés pour l'industrie française à l'horizon 2000. Direction générale des stratégies industrielles, DGSI.
- Morgan, G. (1986). Images of Organisation. London: Sage Publications.
- Naumanen, M. (2001). Road Map – Kartta menestykseen. MET-julkaisuja nro 23/2001.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, Vol. 5, No. 1, s. 14–37.
- Nonaka, I., Byosiere, P., Borucki, C. & Konno, N. (1994). Organizational Knowledge Creation Theory – A First Comprehensive Test. *International Business Review*, Vol. 3, No. 4, s. 337–351.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. New York: Oxford University Press.
- Nonaka, I., Toyama, R. & Konno, N. (2000). SECI, Ba and Leadership – A Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning* Vol. 33, s. 5-34.
- Olsson, L. (1999). *Teknisk Baksyn – Om svårigheter att förutse framtiden*.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Reprinted in 'Knowledge and Organisation', Prusak, L. (ed.). Boston: Butterworth–Heinemann, 1997.
- Probert, D. & Shehabuddeen N. (1999). Technology road mapping: the issues of managing technology change. *International Journal of Technology Management*, Vol. 17, No. 6, s. 646–661.
- Prusak, L. (1997). *Knowledge in Organisations*. Boston: Butterworth–Heinemann.

Rader, M. (2001). Monitoring Technology Assessment Activities. ESTO Report, presented at ESTO–IPTS Seminar "Technology Assessment, Foresight and Forecasting: The State of the Art in the EU" in Brussels, May 15, 2001. 56 s. (ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence)

Renn, O. (1995). Style of Using Scientific Expertise: A Comparative Framework. *Science and Public Policy*, Vol. 22, No. 3, s. 147–156.

Renn, O. (2001). The Role of Social Science in Environmental Policy Making – Experiences and Outlook. *Science and Public Policy*, Vol. 28, No. 6, s. 427–437.

Salo, A. (1998). Kokemuksia teknologian arvioinnista: Kasviteknologia ravinnon-tuotannossa. Espoo: VTT teknologian tutkimuksen ryhmä, Working Paper 37/98.

Salo, A. (1999). Embedding Foresight into RTD Programmes. *Foresight at Crossroads – Technology foresight linking innovation to informed action*. Helsinki, November 29–30, 1999. Ministry of Trade and Industry & The Finnish Association of Graduate Engineers. Conference Report. S. 40–49.

Salo, A. (2000). Incentives in Technology Foresight. *International Journal of Technology Management*, Vol. 21, No. 6–7.

Salo, A. (2001a). Arvio teknologian ennakkoinnin kehittämistarpeista. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 2/2001.

Salo, A. (2001b). Concluding Remarks on Strategic Intelligence. In: Tübke, A., Ducatel, K., Cavigan, J. & Moncada-Paterno-Castello, P. (eds.) "Strategic Policy Intelligence: Current trends, the state of play and perspectives – S&T Intelligence in Policy-Making Processes". EUR 20137 EN (ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence).

Salo, A. & Kuusi, O. 2001. Developments in Parliamentary Technology Assessment in Finland. *Science and Public Policy*, Vol. 28, No. 6, s. 453–464.

Salo, A., Utunen, P., Lievonen, J. Gustafsson, T. & Mild, P. (2002). Wood Wisdom - Results from the Self-Evaluation Process. Tekes, July 2002. (ks. [www.woodwisdom.fi](http://www.woodwisdom.fi))

Sipilä, M. (toim.) (2002). Communications Technologies – The VTT Road Maps. VTT Tiedotteita – Research Notes 2146. Espoo: VTT. 81 s.

Smeds, R. (1997). Organizational Learning and Innovation through Tailored Simulation Games – Two Process Re-Engineering Case Studies. Knowledge and Process Management. The Journal of Corporate Transformation, Vol. 4, No. 1, s. 22–33.

STRATA HLEG (2002). Thinking, debating and shaping the future – Foresight for Europe. Final report by STRATA High Level Expert Group for the European Commission, April 2002.

Tekes (1993). Teknologiaakatsaus 1993. Teknologian kehittämiskeskus Tekes.

Tekes (1994). Teknologiaakatsaus 1994. Teknologian kehittämiskeskus Tekes.

Tekes (1996). Teknologia 2000. Osaamisella tulevaisuuteen. Teknologian kehittämiskeskus Tekes.

Tekes (1998). Teknologia ja tulevaisuus. Teknologian kehittämiskeskus Tekes.

Tuomi, I. (1999). Corporate Knowledge – Theory and Practice of Intelligent Organizations. Helsinki: Metaxis. ISBN 951-98280-0-1.

Tübke, A., Ducatel, K., Cavigan, J. & Moncada-Paterno-Castello, P. (eds.). Smits, R. Zweck, A. Rader, M. Barré, R. & Salo, A. (2001). Strategic Policy Intelligence: Current trends, the state of play and perspectives – S&T Intelligence in Policy-Making Processes. EUR 20137 EN (ks. <http://www.jrc.es/pages/f-project.html> => Strategic Prospective Intelligence).

VTT Energy (2001). Energy Visions 2030 for Finland. Helsinki: Edita. 237 s.

VTTN (2000). Review 2000 – The Challenge of Knowledge and Know-how. Science and Technology Policy Council of Finland. Helsinki: Edita.

Wahlström, M. (1998). Technology Foresight – en internationell överblick. NUTEK.

Weick, K. (1995). Sensemaking in Organizations. London: Sage Publications.

## **Internet-lähteitä:**

[esto.jrc.es](http://esto.jrc.es)

[europa.eu.int/comm/dgs/research/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/dgs/research/index_en.html)

[europa.eu.int/comm/research/fp6/networks-ip.html](http://europa.eu.int/comm/research/fp6/networks-ip.html)

[europa.eu.int/comm/research/era/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/research/era/index_en.html)

[futures.jrc.es](http://futures.jrc.es)

[prospectiva2002.jrc.es](http://prospectiva2002.jrc.es)

[trendchart.cordis.lu](http://trendchart.cordis.lu)

[www.anrt.asso.fr](http://www.anrt.asso.fr)

[www.cordis.lu/rtd2002/foresight/home.html](http://www.cordis.lu/rtd2002/foresight/home.html)

[www.eduskunta.fi/fakta/julkaisut/jkalku.htm](http://www.eduskunta.fi/fakta/julkaisut/jkalku.htm)

[www.jrc.cec.eu.int](http://www.jrc.cec.eu.int)

[www.jrc.es](http://www.jrc.es)

[www.tekniskframsyn.se](http://www.tekniskframsyn.se)

[www.vtt.fi/ttr/](http://www.vtt.fi/ttr/)



## Liite A: Tutkimuksen tausta-aineisto

- ESTO-verkoston v. 2000–2001 keräämä tieto kansallisista foresight-hankkeista
  - määrämuotoiset yhteenvedot EU-maiden merkittävimmistä kansallisen tason foresight-hankkeista, yhteensä 34 hanketta 12 maassa
  - kuuden EU-maan (Itävalta, Suomi, Ranska, Saksa, Hollanti, Iso-Britannia) teknologian ennakoitikäytäntöjä kuvaavat syventävät raportit
- ESTO-verkoston v. 2000–2001 keräämä tieto eurooppalaisten organisaatioiden harjoittamasta TA-toiminnasta
  - ITAS, TA Data Base 1999, CD-ROM
  - määrämuotoiset yhteenvedot TA-organisaatioiden www-sivuilla esitellystä teknologian arviointityöstä, yhteensä 99 organisaatiota 11 maassa
  - asiantuntijoiden laatimat maakohtaiset yhteenvedot/ideapaperit
- ESTO-verkoston v. 2000–2001 keräämä tieto uusien teknologioiden ennakoitua harjoittavista organisaatioista
  - määrämuotoiset perustiedot eurooppalaisista organisaatioista, jotka katsovat harjoittavansa ko. TF-toimintaa, yhteensä 59 organisaatiota 14 maassa
  - valittujen organisaatioiden TF-aktiviteettien kuvaukset (8 organisaation workshop-esitykset + kalvomateriaali)
- ESTO-kartoituksen loppuraportit
  - Monitoring Foresight Activities (Barré & Greaves, 2001)
  - Monitoring Technology Assessment Activities (Rader, 2001)
  - Monitoring Technology Forecasting Activities (Holtmannspötter et al., 2001)
  - Loppuraportteja koskevat asiantuntijalausunnot (Salo et al., 2001)
- KTM:n ennakoitiselvitystyön yhteydessä syksyllä 2000 kerätty aineisto
  - teemahaastattelut/yhteenvedot, yhteensä 27 suomalaista ennakoitiasiantuntijaa ja teknologiaennakoinnin hyödyntäjää (haastattelijoina A. Salo & A. Eerola)
  - ennakoitiasiantuntijoiden ja -hyödyntäjien vastaukset standardimuotoiseen kyselyyn
- Suomalaiseen kehitystyöhön liittyvät tutkimus- ja selvitysraportit<sup>27</sup>
  - Arvio teknologian ennakoinnin kehittämistarpeista (Salo, 2001a)
  - Kokemuksia kansallisista teknologiaennakoinneista (Hjelt et al., 2001)

---

<sup>27</sup> Myös näissä yhteyksissä hyödynnettiin edellä kuvattua ESTO-materiaalia kansallisten Foresight-hankkeiden osalta.

- VTT:n tutkimusyksiköistä ja strategisista teknologiateemoista kerätty aineisto
  - tutkimusyksikkökohtaiset teemakeskustelut (kevät 2001)
  - keskustelut teknologiateemojen avainhenkilöiden kanssa (kesä/syyskuu 2001)
  - keskustelujen yhteydessä saadut strategiadokumentit ym. materiaali
  
- Kartoitus- ja kehitystyöhön liittyneet työpajat, projektikokoukset ja seminaarit
  - Prof. Ahti Salon ennakointiselvitystyöryhmä: 7 työpaja-istuntoa syksyllä 2000
  - KTM:n ennakointiasiantuntijaryhmä: 4 työkokousta syksyllä 2001
  - ESTO, Executive Committee: keskustelut kokouksissa + kokousmateriaali 2000–2002
  - ESTO Foresight Monitoring Workshops, Brussels 9.5.2000 & Paris 20.10.2000
  - ESTO Technology Assessment Meetings, Brussels 9.2.2000 & Paris 10.10.2000
  - ESTO Technology Forecasting Workshops, Düsseldorf, 6.–7.9.2001 & 31.1.–1.2.2002
  - ESTO-IPTS Seminar "Technology Assessment, Foresight and Forecasting: The State of the Art in the EU", Brussels, 15.5.2001
  
- Eurooppalaiseen teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaan liittyneet konferenssit
  - Foresight at Crossroads – Linking innovation to informed action, Helsinki, 29.–30.11.1999
  - IPTS – Futures Conference, Brussels, February 10–11, 2000
  - Foresight for a Competitive and Sustainable Europe, Stockholm, March 20, 2001
  - Innovations for an e-Society – Challenges for Technology Assessment, Berlin, 17.–19.10.2001
  - The Role of Foresight in the selection of Research Policy Priorities, Sevilla, May 13–14, 2002
  
- Keskustelut avainhenkilöiden kanssa
  - Markus Koskenlinna/Tekes, Pekka Pesonen/Tekes, Ahti Salo/TKK, Rémi Barré/OST, Marie Gasquet/OST, Tekes, 7.6.2000
  - Timo Kekkonen/KTM, Pentti Vuorinen/KTM, Ahti Salo/TKK, Tarmo Lemola/VTT, Rémi Barré/OST, Marie Gasquet/OST, Kauppa- ja teollisuusministeriö, 8.6.2000
  - Philippe Bourgeois/French Ministry of Economy, Finance & Industry, 1.2.2001
  - Lennart Elg, NUTEK (VINNOVA), Teknisk Framsyn -projektitoimisto, keskustelut keväällä 2001
  - Monica Carlsson-Ulin, NUTEK (VINNOVA), Teknisk Framsyn Paneeli 2:n projektipäällikkö, keskustelut keväällä 2001
  - Per Dannemand Andersen, Risoe/Technology Scenarios Group, Sept. 2000 & 2001
  - Teemahaastattelut/keskustelut VTT:n tutkimusyksiköissä ja strategisissa teknologiateemoissa 2000–2001 (Juha Ahvenainen, Markku Auer, Mikko Kara, Heikki Kleemola, Jorma Lammasniemi, Juho Saarimaa, Pekka Silvennoinen, Jouko Suokas, Jarl Forstén, Matti Hakala, Veikko Rouhiainen, Markku Sipilä, Liisa Viikari + 11 muuta avainhenkilöä)

- Syventävän tarkastelun kohteiksi valittujen organisaatioiden/ennakointihankkeiden raportit ym. dokumentit

#### Ranska:

- Les 100 technologies clés pour l'industrie française à l'horizon 2000 (Ministère de l'industrie, 1995)
- Technologies clés 2005 (Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, 2000)
- Deepening of foresight exercises having taken place in 6 countries; France (Barré, 2001)
- 12 Lessons drawn from "Key Technologies 2005" (Durand, 2001)
- Key Technologies for 2005 – French Technology Foresight Study, presentation by Philippe Bourgeois, ESTO Workshop, Düsseldorf, February 1, 2001
- 2005 Key Technologies – Summary & technology lists, ICTAF internal document
- [www.anrt.asso.fr](http://www.anrt.asso.fr) (viitattu 2.10.2001)
  - Bilan et perspectives de l'étude sur les technologies-clés. Jean Jacques Duby, UAP, Jacques Serris, DGSI, Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.1998. ([www.anrt.asso.fr/questa/serris.htm](http://www.anrt.asso.fr/questa/serris.htm))
  - Les technologies clés à l'horizon 2005: faux débats, vrais enjeux. Thomas Durand, CM International, Jean Jacquin, Auriga, Josy Mazodier, DIGITIP, 2000. ([www.anrt.asso.fr/questa/jacquin.htm](http://www.anrt.asso.fr/questa/jacquin.htm))

#### Ruotsi:

- Det framsynta samhället; en syntesrapport från Teknisk Framsyn (IVA & NUTEK & SSF & SI, 2000)
- Rapport från Teknisk Framsyn; Panel 1 – Panel 8 (IVA & NUTEK & SSF & SI, 1999)
- Om Teknisk Framsyn. Förstudie (IVA & NUTEK, 1997)
- Technology Foresight – en internationell överblick (Wahlström, 1998)
- Scenarier för Teknisk Framsyn (Eriksson & Stenström, 1999)
- Teknisk Baksyn – Om svårigheter att förutse framtiden (Olsson, 1999)
- Teknisk Framsyn: En processbedömning (Granberg & Lewerentz, 2000)
- Verksamhetsberättelse Teknisk Framsyn (IVA & NUTEK & SSF & SI, 2001)
- Teknisk Framsyn – Styrgruppens testamente (IVA & NUTEK & SSF & SI, 2001)
- Teknisk Framsyn – Projektbeskrivning. 1998.
- Teknisk Framsyn – Projektplan. 1999.
- Teknisk Framsyn – Panel Process Manual. 1999.
- Det Framsynta Västverige – en seminarierie om vår framtid. 2001.
- Teknisk Framsyn – konferenser/seminarier under implementeringsperioden. 2001.
- Teknisk Framsyn – kommentarer och förklaringar till den ekonomiska slutredovisningen. 2001.
- [www.tekniskframsyn.se](http://www.tekniskframsyn.se) (viitattu 6/2000–10/2001)

#### Suomi:

- Tiellä teknologiavisioon (KTM, 1997)
- Teknologiakatsaukset 1993 & 1994 (Tekes, 1993, 1994)
- Teknologia 2000 (Tekes, 1996)
- Teknologia ja tulevaisuus (Tekes, 1998)
- Energy Vision 2030 for Finland (VTT Energy, 2001)
- Elektroniikka- ja sähköalan kehitysnäkymät 1995-2000, 1997-2002, 2000-2005 (VTT Automaatio/Hienonen 1995, 1997, 2000)
- Communication Technologies - The VTT Roadmaps (Sipilä, 2002)

#### Tanska:

- Risoe's Strategy Process. Presentation material by Per Dannemand Andersen at seminar "Goal Setting and Prioritising Processes in Research", Risoe National Laboratory, Nov. 28, 2000.
- Strategy for the New Risoe, January 2001
- Expert advisory panels as support for prioritising research in a National Laboratory, article draft by Per Dannemand Andersen et al, 2001
- Forskning og strategi. Erfaringer med strategiformulering på Risoe. Article by Per Dannemand Andersen in "Forskningens dilemmaer. Debatbog om ledelse og evaluering af forskning" (ed. by Hansson, F. & Holst Jorgensen, B.) , Copenhagen: Samfundslitteratur, 2002.

Tekijä(t) Eerola, Annele & Väyrynen, Erja			
Nimeke <b>Teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittäminen eurooppalaisen kokemuksen pohjalta</b>			
Tiivistelmä <p>Raportissa tarkastellaan suomalaisia teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä tietämyksen hallinnan näkökulmasta sekä esitetään ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi Suomessa. Tarkastelun kohteena ovat 1) suomalainen teknologian ennakointi ja arviointi verrattuna muiden Euroopan maiden käytäntöihin, 2) eurooppalaisen toiminnan ja kokemusten hyödyntämismahdollisuudet Suomessa ja 3) suomalainen kehitystyö osana EU:n puitteissa tapahtuvaa kehitystyötä. Tutkimuskysymyksiin etsittiin vastauksia osallistumalla Suomessa ja EU:n piirissä meneillään olevaan teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kartoitus- ja selvitystyöhön sekä jäsentämällä näissä yhteyksissä kertynyttä aineistoa sopivan teoreettisen viitekehyksen avulla. Johtopäätöksissä keskeisiksi kehitystyön haasteiksi nousevat suomalaisten avaintoimijoiden tiedon ja osaamisen kumuloituminen, moni-ilmeisen ennakointi- ja arviointitoiminnan koordinointi, yritysten ja tutkimuslaitosten strategiatyöhön joustavasti integroituvat teknologian ennakointi- ja arviointikäytännöt, ennakointi- ja arviointiprosessien ja -tulosten tarkoituksenmukainen hyödyntäminen sekä osallistuminen kansainväliseen yhteistyöhön teknologian ennakoinnin ja arvioinnin alueella. Viimeksi mainitut haasteet kytkeytyvät läheisesti ennakoinnin ja arvioinnin vaikuttavuuden parantamiseen. Näkökulman valintaan ovat vaikuttaneet ennakointi- ja arviointitiedon kasvava kysyntä Euroopan Unionin päätöksentekoprosesseissa sekä huoli siitä, että nykyiset ennakointi- ja arviointikäytännöt eivät riittävän tehokkaasti palvele teknologiapoliittista päätöksentekoa ja elinkeinoelämän strategiaprosesseja.</p> <p>Teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa tarkastellaan raportissa erityisesti KTM:n, Tekesin ja VTT:n näkökulmasta. Konkreettiset toimenpide-ehdotukset on laadittu nimen omaan näitä avaintoimijoita silmällä pitäen. Raportilla voi kuitenkin olla myös laajempaa kiinnostavuutta. Kehitystyön haasteita havainnollistetaan raportissa esimerkkitapausten avulla.</p>			
Avainsanat technology foresight, technology assessment, technology roadmapping, R&D priority setting, technology policy			
Toimintayksikkö VTT Teknologian tutkimus, Tekniikantie 12, PL 10021, 02044 VTT			
ISBN 951-38-6099-X (nid.) 951-38-6100-7 (URL: <a href="http://www.inf.vtt.fi/pdf/">http://www.inf.vtt.fi/pdf/</a> )		Projektinumero O0SU00018	
Julkaisu-aika Marraskuu 2002	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 151 s. + liitt. 4 s.	Hinta D
Projektin nimi Teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjen kehittäminen eurooppalaisen kokemuksen pohjalta		Toimeksiantaja(t) Tekes, VTT (EU)	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.inf.vtt.fi/pdf/">http://www.inf.vtt.fi/pdf/</a> )		Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404 Faksi (09) 456 4374	

Published by



Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland  
Phone internat. +358 9 4561  
Fax +358 9 456 4374

Series title, number and  
report code of publication

VTT Research Notes 2174  
VTT-TIED-2174

Author(s) Eerola, Annele & Väyrynen, Erja			
Title <b>Developing technology foresight and technology assessment practices on the basis of European experience</b>			
Abstract <p>The report examines Finnish technology foresight (TF) and technology assessment (TA) practices from the perspective of knowledge management. The issues examined are 1) Finnish TF and TA practices compared with other European practices, 2) possibilities of utilising European TF and TA work and experiences in Finland, and 3) Finnish TF and TA development work in the EU context. The understanding of these issues was developed by participating in on-going Finnish and European investigation and monitoring processes and by analysing the data within a proper theoretical framework. It is concluded that one of the most important challenges facing the Finnish development work is to organise technology foresight and technology assessment activities so that the resulting knowledge and know-how accumulates. As the diversity of the Finnish TF and TA activities seems to be an advantage various approaches should be developed in parallel even in the future. The need to integrate TF and TA practices into the strategy work of individual organisations (companies and research institutes) is also underlined, as well as the challenges linked to the uses and impacts of the TF and TA exercises. Important viewpoints can be brought into the EU processes through international TF and TA co-operation. Multi-valued discussion about technological developments would provide a sound basis for developing the Finnish practices in all these sub-areas.</p> <p>In the report the TF and TA practices are examined especially from the viewpoint of the Ministry of Trade and Industry (KTM), the National Technology Agency (Tekes) and VTT. Correspondingly, the concrete recommendations are mainly directed at these organisations. The study may, however, be of broader interest too. The challenges of Finnish development work are illustrated by analysing a number of example cases.</p>			
Keywords technology foresight, technology assessment, technology roadmapping, R&D priority setting, technology policy			
Activity unit VTT Technology Studies, Tekniikantie 12, P.O.Box 1002, FIN-02044 VTT, Finland			
ISBN 951-38-6099-X (soft back ed.) 951-38-6100-7 (URL: <a href="http://www.inf.vtt.fi/pdf/">http://www.inf.vtt.fi/pdf/</a> )		Project number O0SU00018	
Date November 2002	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 151 p. + app. 4 p.	Price D
Name of project Developing TF & TA activities on the basis of European experience		Commissioned by Tekes, VTT (EU)	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.inf.vtt.fi/pdf/">http://www.inf.vtt.fi/pdf/</a> )		Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404 Fax +358 9 456 4374	

Julkaisussa tarkastellaan suomalaisia teknologian ennakointi- ja arviointikäytäntöjä tietämyksen hallinnan näkökulmasta. Tarkastelun kohteena ovat 1) suomalainen teknologian ennakointi ja arviointi verrattuna muiden Euroopan maiden käytäntöihin, 2) eurooppalaisen toiminnan ja kokemusten hyödyntämismahdollisuudet Suomessa ja 3) suomalainen kehitystyö osana EU:n puitteissa tapahtuvaa kehitystyötä.

Tutkimuskysymyksiin etsittiin vastauksia osallistumalla Suomessa ja EU:n piirissä meneillään olevaan teknologian ennakointi- ja arviointitoiminnan kartoitus- ja selvitystyöhön sekä jäsentämällä näissä yhteyksissä kertynyttä aineistoa sopivan teoreettisen viitekehyksen avulla. Tiedon ja osaamisen kumuloituminen, moni-ilmeisen toiminnan koordinointi, ennakointi- ja arviointitiedon hyödyntäminen ja vaikuttavuus, kansainvälinen yhteistyö sekä laajapohjainen teknologiakeskustelu ovat avainasemassa, kun pyritään vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin.

Teknologian ennakointi- ja arviointitoimintaa tarkastellaan erityisesti KTM:n, Tekesin ja VTT:n näkökulmasta. Konkreettiset toimenpide-ehdotukset on laadittu näitä avaintoimijoita silmällä pitäen. Kehitystyön haasteita havainnollistetaan esimerkkitapausten avulla.

---

Tätä julkaisua myy	Denna publikation säljs av	This publication is available from
VTT TIETOPALVELU	VTT INFORMATIONSTJÄNST	VTT INFORMATION SERVICE
PL 2000	PB 2000	P.O.Box 2000
02044 VTT	02044 VTT	FIN-02044 VTT, Finland
Puh. (09) 456 4404	Tel. (09) 456 4404	Phone internat. + 358 9 456 4404
Faksi (09) 456 4374	Fax (09) 456 4374	Fax + 358 9 456 4374

---