



Satu Paiho, Toni Ahlqvist, Erkki Lehtinen,
Jari Laarni, Kari Sipilä, Pekka Ala-Siuru &
Tommi Parkkila

Talotekniikan kehityslinjat

| Teknologiat ja markkinat

Talotekniikan kehityslinjat

Teknologiat ja markkinat

Satu Paiho, Toni Ahlqvist, Erkki Lehtinen, Jari Laarni,
Kari Sipilä, Pekka Ala-Siuru & Tommi Parkkila

ISBN 978-951-38-6910-6 (nid.)
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 978-951-38-6911-3 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2007

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 3, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 3, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 3, P.O.Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 4374

VTT, Lämpömiehenkuja 2, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 7054

VTT, Värmemansgränden 2, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 7054

VTT Technical Research Centre of Finland, Lämpömiehenkuja 2, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7054

Toimitus Leena Ukskoski

Kansikuva Clip Art

Edita Prima Oy, 2007

Paiho, Satu, Ahlqvist, Toni, Lehtinen, Erkki, Laarni, Jari, Sipilä, Kari, Ala-Siuru, Pekka & Parkkila, Tommi. Talotekniikan kehityslinjat. Teknologiat ja markkinat [Building services roadmap. Technologies and markets]. Espoo 2007. VTT Tiedotteita – Research Notes 2379. 55 s. + liitt. 60 s.

Avainsanat construction engineering, building services, trends, markets, roadmaps, networking, life-cycle assessment, market potential, future, globalisation, product models

Tiivistelmä

Talotekniikka tuottaa kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville toiminnoille yksilölliset, käytäjälähtöiset ja hallitut olosuhteet. Näitä ovat mm. ilman, veden, lämmön, energian, valon ja tiedon välittäminen, sähköisesti hallittavat ja ohjattavat turvallisuus- ja liikkumispalvelut sekä muut aineen, elektronien, ääniaaltojen yms. liikkumiseen perustuvat palvelut. Talotekniikka muodostuu teknisistä järjestelmistä, laitteista ja palveluista.

Tämä julkaisu esittelee näkemyksen talotekniikan kehityslinjoista ja markkinoista. Talotekniikkaklusterin markkinoita tarkastellaan suomalaisten toimijoiden näkökulmasta. Markkinoita kuvataan kotimaan rakentamisessa, niin uudis- kuin korjausrakentamisessa (jälkimarkkinat). Talotekniikka-alan kansainvälisyys osoitetaan ulkomaankaupan (vientin ja tuonnin määrän, kohdemaiden, tuoteryhmien) ja kansainvälisten tytäryritysten volyymin avulla. Arvioidaan myös rakennusmarkkinoiden kautta tarkasteltuna, missä osissa globaalia maailmaa olisivat suomalaisten talotekniikkayritysten potentiaaliset laajentumisalueet.

Näkemyksen talotekniikan kehityksestä tulevaisuudessa esitetään tiekarttojen muodossa. Talotekniikan tiekartta rakentuu kuudesta tiekartasta. Ensimmäinen näistä on tutkimusprojektin tulokset kiteyttävä metatiekartta. Metatiekartta on tutkimuksen ”sateenvarjo”, jonka alla esitetään yksityiskohtaisemmat temaattiset tiekartat.

Alatason tiekarttojen teemoja on neljä, itse tiekarttoja on viisi. Ensimmäinen näistä on talotekniikan järjestelmien ja laitteiden tiekartta. Toinen teema on ICT ja ohjelmistot, joka koostuu verkottuneiden talotekniikkajärjestelmien ja talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessin tiekarttoista. Kolmas alatason tiekartta käsittelee talotekniikan liityntöjä sekä rakennuksiin että infrastruktuuriin. Neljäs alatason tiekartta tarkastelee talotekniikan liiketoimintamallien ja palvelukonseptien kehitystä tulevaisuudessa.

Tällä hetkellä talotekniikka perustuu pääosin eri toimittajien tuottamiin teknologiavetoisiin erillisratkaisuihin, joista eri suunnittelijat kokoavat talokohtaiset järjestelmät. Laitteet eivät juuri kommunikoi keskenään eivätkä ole keskenään yhteensopivia. Talotekniikan markkinat ovat pirstoutuneet hyvinkin erikoistuneisiin aloihin. Markkinoiden

toimintaperiaate perustuu pääosin osaoptimointiin. Palveluliiketoimintamallit eivät ole kovinkaan kehittyneitä.

Lyhyellä aikavälillä (1–5 vuodessa) talotekniikan teknologiassa korostuvat erityisesti modulaarinen talotekniikka, matalaeksergiatekniikka, matalaenergiarakentaminen, tuotemallintaminen ja muu ICT sekä mittaus- ja anturitekniologia. Tuotteissa ja ratkaisuissa korostuvat eri tavoin paketoitujen ja konseptoidun käyttäjälähtöiset palvelut, häiriöttömän korjauksen ratkaisut sekä integroidut käyttöliittymät ja muut integroidut toteutukset. Talotekniikan markkinatoiminnassa korostuvat erilaisten palvelukonseptien kehittäminen ja tarjonta.

Pitkän aikavälin (5–15 vuotta) teknologioissa korostuvat tuotemallitekniikan soveltaminen, matalaeksergiatekniikka, integroitu infrastruktuuri sekä anturiverkkojen ja uusien materiaalien hyödyntäminen. Tuoteratkaisut korostavat integroitua ja käyttäjälähtöisiä palveluja, jotka kootaan keräämällä tarvittava tieto langattomista laitteista ja joita tuetaan huomaamattomilla ja mukautuvilla käyttöliittymillä. Kokonaistoimitukset ja palvelukokonaisuudet ovat markkinoiden keskeiset toimintaideat. Kilpailuetua luova liiketoimintamalli perustuu kiinteistön palvelukykyyn ja tuottavuuden hallintaan.

Paiho, Satu, Ahlqvist, Toni, Lehtinen, Erkki, Laarni, Jari, Sipilä, Kari, Ala-Siuru, Pekka & Parkkila, Tommi. Talotekniikan kehityslinjat. Teknologiat ja markkinat [Building services roadmap. Technologies and markets]. Espoo 2007. VTT Tiedotteita – Research Notes 2379. 55 p. + app. 60 p.

Keywords construction engineering, building services, trends, markets, roadmaps, networking, life-cycle assessment, market potential, future, globalisation, product models

Abstract

Building services create customised, user-oriented and controlled conditions for the various activities taking place on real estates and related premises. These include, for example, the supply of air, water, heat, energy, lighting and information, electrically controlled security and access services, as well as other services that are based on the movement of matter, electrons, sound waves etc. Building services consist of technical systems and equipment, as well as services relating to them.

This report presents an outlook of building services trends and markets. The markets for the building services cluster are examined from the Finnish point of view. Both the Finnish new construction market and renovation construction market (the after-market) are described. The global nature of the building services business is demonstrated on the basis of the volumes of foreign trade (export and import volumes, target countries, product groups) and international subsidiaries. The discussion of the general construction market is also used as a basis for assessing the potential areas of global expansion for Finnish building services companies.

The outlook of the future development of building services is presented in the form of roadmaps. Overall, the building services roadmap consists of six separate roadmaps. The first of them is a ‘meta-roadmap’ summarising the results of the research project. The meta-roadmap thus serves as a research umbrella under which the more detailed thematic roadmaps are presented.

There are four sub-level roadmap themes and five actual roadmaps. The first roadmap is for building services systems and equipment. The second theme is ICT and software, consisting of roadmaps for networked building services and building services life-cycle design processes. The third sub-level roadmap analyses the interfaces from building services to both buildings and their infrastructure. The fourth sub-level roadmap examines the future development trends for the business models and service concepts of building services.

Currently, the building services are mainly based on individual technology-driven solutions from different suppliers, from which different designers then compile the

building-specific systems. Inter-equipment communication is nearly nonexistent, and the equipments are not compatible with each other. The building services market is fragmented into highly specialised fields, and its basic mechanism is driven by sub-optimisation. The development of service business models is not very advanced.

In the short-term (1–5 years), the role of low-exergy technology, low-energy buildings, product modelling and other ICT, as well as measurement and sensor technology, will be emphasised in modular building services in particular. In products and services, different ways of packaging and branding user-oriented services, solutions for non-disruptive repairs and maintenance, as well as integrated user interfaces and other integrated solutions, will be of greater significance. In market activities, the emphasis will be in the development and supply of different service concepts.

In the long-term (5–15 years), the focus will be on product model technology applications, low-exergy technology, integrated infrastructure and the utilisation of sensor networks and new materials. Product solutions underline integrated and user-oriented services, which are assembled by collecting the required information from wireless equipment and supported by inconspicuous and adjustable user interfaces. The main business ideas in the market focus on comprehensive deliveries and packaged services. A competitive business plan will be based on managing the service performance and productivity of a real estate.

Alkusanat

Kauppa- ja teollisuusministeriön syksyllä 2006 vahvistamien vuosia 2007–2011 koskevien teknologiapolitiikan linjausten mukaan VTT:lle suunnattavasta budjettirahoituksen kasvusta osa ohjataan markkinoiden, nousevien teknologioiden sekä yritysten kilpailukyvyen ennakkointiin. Tämä linjaus on otettu huomioon myös KTM:n ja VTT:n välisessä tulossopimuksessa ja VTT:n omassa strategiassa.

VTT painottaa strategiassaan ennakkointitoiminnan kehittämisen merkitystä. Tarkoituksemukainen ennakkointitoiminta tukee osaamisen kehittämistä, tutkimuksen suuntaamista ja tutkimuslaitoksen oman kansainvälisen kilpailukyvyen vahvistamista. VTT:n tutkijat seuraavat tutkimustyöhönsä liittyvää toimintaympäristön muutosta ja teknologian kehittymistä, jo luonnostaan. Siksi tutkijat ovat poikkeuksellinen resurssi ennakkointitiedon tuottajina. Vaihtoehtoisten kehityspolkujen tunnistaminen on tärkeätä tutkimushankkeita suunniteltaessa.

VTT on ollut talotekniikan keskeinen toimija vuosikymmenien ajan. Yhdessä yritysten kanssa olemme kehittäneet teknisiä laitteita, järjestelmiä ja palveluita, joiden avulla tiloihin voidaan tuottaa halutut olosuhteet tai toiminnot. VTT:llä on ollut merkittävä osa kansallisissa teknologiaohjelmissa. Taloteknisten järjestelmien osuus rakennuskustannuksista on kasvanut vähitellen 40 viime vuoden aikana. Kun tieto- ja viestintätekniikan kehittyminen luo uusia mahdollisuuksia ja kun tilojen olosuhteisiin kohdistuu yhä enemmän vaatimuksia, talotekniikan merkityksen voidaan olettaa pysyvän jatkossakin vähintään nykytasolla.

Talotekniikka-alalla ei Suomessa ole tehty tiekarttaa, vaikka tiekarttojen käyttö strategian ja pitkäjänteisen suunnittelun tukena onkin yleistynyt teollisuudessa. Tekesin viisivuotisen talotekniikan teknologiaohjelman CUBEn päättymisen lähestyessä VTT:ssä päätettiin luoda katsaus tulevaan systemaattisen tiekarttatyöskentelyn avulla. Tämä julkaisu kuvaa tulokset, jotka on saavutettu systemaattisen tiedonkeruun, teknologianäkymien ja -mahdollisuuksien tunnistamisen sekä varsinaisen tiekartan laatimisen avulla. Julkaisua voidaan pitää VTT:n tämän hetken näkemyksenä talotekniikan markkinoiden ja teknologioiden lähitulevaisuuden kehitysnäkymistä.

Tiekarttahankkeen toteutuksen projektipäällikkönä toimi erikoistutkija Satu Paiho tukeaan tiekarttatyöskentelyn asiantuntija Toni Ahlqvist sekä eri osaamisalueiden asiantuntijoista koottu ydintiimi, johon kuuluivat Erkki Lehtinen, Jani Laarni, Kari Sipilä, Pekka Ala-Siuru ja Tommi Parkkila. Työpajatyöskentelyyn osallistuivat ydintiimin lisäksi VTT:n tutkijat Miimu Airaksinen, Mia Ala-Juusela, Tuula Hakkarainen, Sirkka Heinonen, Ismo Heimonen, Pekka Huovila, Markku Leivo, Jyri Nieminen, Veijo Nykänen, Mikko Nyman, Pekka Pajakkala, Marja-Leena Pykälä, Jari SHEMEIKKA, Teemu Tommila,

Kauko Tulla ja Pekka Tuomaala. Työn viimeistelyvaiheessa järjestettiin kutsuttujen ulkopuolisten asiantuntijoiden palautetilaisuus, johon osallistuivat Erkki Aalto, Ilari Aho, Jukka Forsman, Reijo Kohonen, Aulis Kohvakka, Veijo Matilainen, Heikki Mäki ja VTT:ltä Markku J. Virtanen, Toni Ahlqvist, Erkki Lehtinen ja allekirjoittaneet. Lisäksi Reijo Kohonen analysoi raportin ja esitti siihen muutos- ja täydennysehdotuksia. Työn valvojana toimi tutkimusjohtaja Matti Kokkala.

Haluamme kiittää kaikkia työhön osallistuneita merkittävästä panoksesta ja lopputuloksesta, jota toivomme hyödynnettävän myös VTT:n ulkopuolella.

Espoossa, 12.3.2007

Matti Kokkala
Tutkimusjohtaja

Satu Paiho
Erikoistutkija, projektipäällikkö

Sisällysluettelo

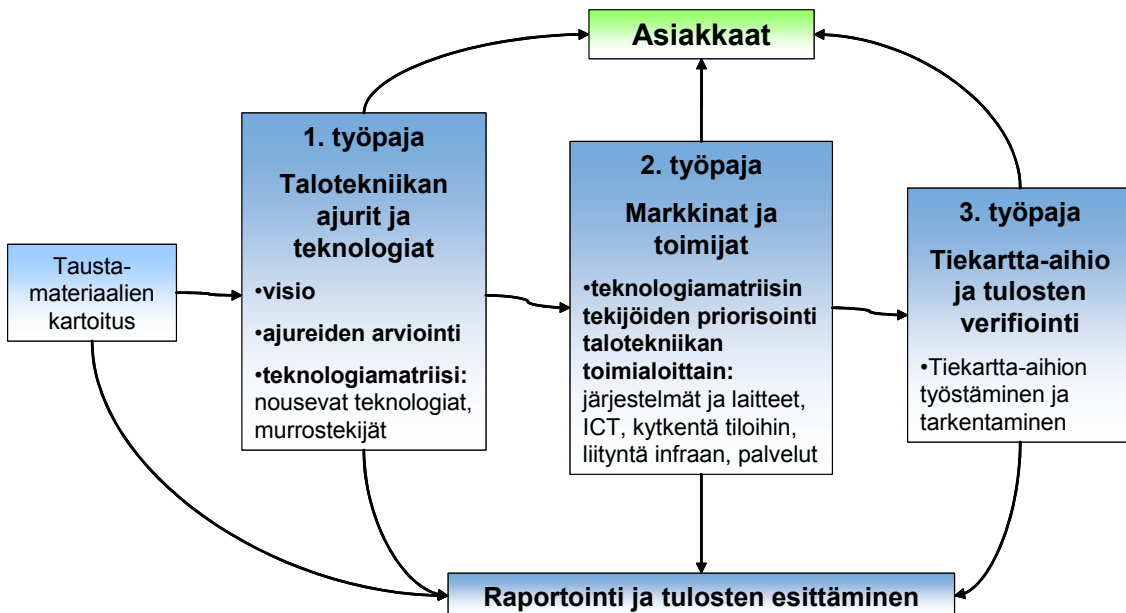
Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	5
Alkusanat.....	7
1. Johdanto.....	10
2. Yleistä talotekniikasta.....	12
2.1 Talotekniikan sisältö.....	12
2.2 Toimintaympäristön muutostekijät.....	13
2.3 Talotekniikkamarkkinat – nykytila ja näkymät.....	16
2.3.1 Suomen talotekniikkaklusterin laajuus.....	17
2.3.2 Kotimaan markkinat.....	17
2.3.3 Talotekniikkatuotteiden ulkomaankauppa.....	18
2.3.4 Kansainväliset tytäryhtiöt.....	20
2.3.5 Globaalit talotekniikkamarkkinat.....	22
3. Tiekartat.....	23
3.1 Tiekartan rakenne.....	23
3.2 Metatiekartta ja hankkeen visio.....	23
3.3 Temaattiset tiekartat: talotekniikan järjestelmät ja laitteet.....	29
3.4 Temaattiset tiekartat: ICT ja ohjelmistot.....	33
3.4.1 Tiekartta: verkottuneet talotekniikkajärjestelmät.....	33
3.4.2 Tiekartta: talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessi.....	38
3.5 Temaattiset tiekartat: liittynät rakennuksiin ja infrastruktuuriin.....	42
3.6 Temaattiset tiekartat: palvelut ja liiketoimintamallit.....	46
4. Johtopäätökset.....	51
4.1 Yhteenveto tiekartoista.....	51
4.2 Tulevaisuuden haasteita.....	52
4.3 Talotekniikan kehityslinjat.....	53
Lähdeluettelo.....	55
Liitteet	
Liite A: Referointi taustamateriaalista	
Liite B: Työskentelyprosessi ja välitulosteet	

1. Johdanto

Teknologiatiekartat tunnistavat, arvioivat ja edistävät yhteistyöprojektien kehittämistä toimialojen sisällä ja välillä teknologia-aukkojen täyttämistä ja/tai teknologiaan liittyvien mahdollisuuksien haltuunottoa varten (Emerging Industries 2001). Teknologiatiekarttojen tekeminen on joustava menettelytapa, jota käytetään teollisuudessa laajasti tukemaan strategista ja pitkän tähtäyksen suunnittelua (Phaal et al. 2004). Lähestymistapa tarjoaa aikaan sidotun strukturoidun ja usein graafisen keinon tutkia ja viestiä yhteyksiä kasvavien ja kehittyvien markkinoiden, tuotteiden ja teknologioiden välillä.

Talotekniikasta tällaista kotimaista tiekarttaa ei ole ollut olemassa. Tämä raportti kuvaa näkemyksen talotekniikan kehityssuunnasta. Tiekartta on laadittu systemaattisella prosessilla, joka on sisältänyt tiedonkeruuvaiheen, teknologianäkymien ja –mahdollisuuksien tunnistamisen sekä varsinaisen tiekartan muodostamisen.

Kuva 1 esittää hankkeen rakenteen. Tiekartat on tuotettu vaiheistetulla työpajatyöskentelyllä. Ensimmäinen työpaja käsitteli talotekniikan ajureita ja teknologioita, toinen markkinoita ja toimijoita sekä kolmas tiekartta-aiheita. Työskentelyprosessi ja välitulosteet on kuvattu liitteessä B. Lisäksi käytössä oli runsaasti tausta-aineistoa, jonka yhteenvedot on koottu liitteeseen A. Työpajojen ja tausta-aineiston perusteella tehtyyn raporttiluonnokseen pyydettiin kommentteja asiakastilaisuudessa, minkä jälkeen toimitettiin lopullinen raportti.



Kuva 1. Talotekniikan tiekarttahankkeen rakenne.

Tämän julkaisun rakenne on seuraava: Luku 2 esittelee käytetyn talotekniikan sisällön, keskeisimmät toimintaympäristön muutostekijät sekä talotekniikkamarkkinoita nyt ja tulevaisuudessa. Luku 3 esittelee tiekartat. Luku 4 kuvaa johtopäätökset.

2. Yleistä talotekniikasta

Tässä luvussa kuvataan talotekniikan sisältö, talotekniikkaan vaikuttavia muutostekijöitä ja talotekniikkamarkkinoita.

2.1 Talotekniikan sisältö

Tässä hankkeessa talotekniikan sisältö on seuraava:

- Talotekniikka tuottaa kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville toiminnoille yksilölliset, käyttäjälähtöiset ja hallitut olosuhteet.
- Näitä ovat mm. ilman, veden, lämmön, energian, valon ja tiedon välittäminen, sähköisesti hallittavat ja ohjattavat turvallisuus- ja liikkumispalvelut sekä muut aineen, elektronien, ääniaaltojen yms. liikkumiseen perustuvat palvelut.
- Talotekniikka muodostuu teknisistä järjestelmistä, laitteista ja palveluista.

Tässä hankkeessa talotekniikka kattaa seuraavat toiminnot, jotka ovat Taken (http://www.take.fi/tiedostot/maaritelma_lausunolle_1.pdf) määritelmän kanssa yhteneväiset:

- suunnittelu
- valmistus
- urakointi (mukaan lukien käyttöönotto, vastaanotto, säätö ja valvonta)
- käyttö, kunnossapito, huolto (ml. rakennuttaminen, määräaikaistarkastukset, kuntotutkimukset, kuntoarviot)
- ajanmukaistaminen
- laitoksen purkaminen
- tukitoiminnat
 - tutkimus & kehitys
 - testaus ja tuotehyväksyntä
 - auditointi
 - koulutus
 - kauppa (kauppa, tuonti, vienti)
- muut toiminnat
 - lainsäädäntö (laki, asetus, direktiivi)
 - standardointi ja muu ohjeistus.

2.2 Toimintaympäristön muutostekijät

”Talotekniikan tiekartta” -hankkeessa arvioitiin työpajatyöskentelyssä suomalaisen talotekniikan kehitykseen vaikuttavia mahdollisia muutostekijöitä. Lähtökohtana työskentelylle olivat muissa hankkeissa esitetyt talotekniikkaa sivuavat muutostekijät (liite A). Talotekniikan kannalta keskeisimmiksi muutostekijöiksi arvioitiin:

- ICT¹-teknologian merkityksen kasvu
- Energiankäytön tehostaminen
- Ympäristölliset haasteet
- Segmentoituminen, asiakaslähtöisyys ja innovaatiotoiminta
- Globaalit markkinat
- Turvallisuuden tarve.

Taulukkoon 1 on listattu keskeisimmiksi havaitut muutostekijät sekä niihin jokaiseen liittyviä tekijöitä – joko keskeisiä vaikutuksia talotekniikan kehitykselle tai tekijöitä, jotka pitää ottaa huomioon talotekniikkaa kehitettäessä.

Taulukko 1. Talotekniikan keskeisimmät muutostekijät ja niiden vaikutuksia.

Muutostekijä	Keskeiset vaikutukset talotekniikan kehitykselle
ICT-teknologian merkityksen kasvu	<ul style="list-style-type: none">• talotekniikan hallinta• ICT-teknologian sulautuminen, integroituminen osaksi talotekniikkaa• mahdollistaa erilaisia palveluja• sulautettu äly ja sen integrointi, ”älykodit”, uudet teknologiset ratkaisut (kotiautomaatio, uudet viihdesovellukset), kodin älykkäät laitteet, niiden verkottuminen, sensoriverkot, paikannus → käytettävyyden merkitys kasvaa• mahdollisuus kompensoida huonoa suunnittelua elektronikalla• tiedon linkaari (suunnittelu, rakentaminen, käyttö, huolto, korjaus...)• tietoliikenneyhteydet, laajakaistat• tietoturva, luotettavuus, helppokäyttöisyys, asennettavuus, tuotteiden yhteensopivuus

¹ ICT (Information and Communications Technology): tieto- ja viestintäteknologia

Energiankäytön tehostaminen	<ul style="list-style-type: none"> • energian riittävyys → hinta nousee → uudet energiamuodot → uusien järjestelmien ja palveluiden kehittämistarpeet • yhdistelmäenergiat, monien energianlähteiden hyödyntäminen • asiakas haluaa tietää, mihin energiaa kuluu → voisiko tulevaisuudessa asettaa kiinteistökohtaisesti kulusrajat • korjausrakentamisessa suuri potentiaali
Ympäristölliset haasteet	<ul style="list-style-type: none"> • kv. sopimukset, Kioto • kansalaismielipiteet (ei myrkyllisiä aineita) • pitkäaikaiskestävyys, kierrätettävyys • tuotteiden ja järjestelmien energiatehokkuutta on parannettava • materiaalien ja valmistusprosessien ympäristö-vaikutukset on otettava huomioon • säätelyn määrän lisääntyminen mahdollisten ympäristökatastrofien seurauksena • ilmastonmuutos
Segmentoituminen, asiakaslähtöisyys ja innovaatiotoiminta	<ul style="list-style-type: none"> • massaräätälöinti: yksilöllisiä tuotteita tuotettava tehokkaasti • moduulirakentaminen lisääntyy entisestään, teollinen rakentaminen ratkaisu, koska verraten alhainen tuottavuus ja rakennusaikoja tarve lyhentää • henkilökohtaiset tarpeet, asiakkaat haluavat enemmän yksilöllisiä ratkaisuja, eri käyttötarkoitukset, kasvavat vaatimukset olosuhteille • ICT-friikki vs. täysin passiivitalo, avuton omakotitaloasuja • palveluiden tarve kasvaa → palvelumalleja elin-kaaren aikaisen toiminnan varmistamiseksi, palvelukomponentteja myös toimituksiin tuotteiden hyödykkeistymisen takia • brändäys puuttuu toistaiseksi • ylläpitovalmiuden integrointi rakenteisiin • ohjaussysteemejä • uusien teknologiamahdollisuuksien jalkauttaminen tuotteisiin
Globaalit markkinat	<ul style="list-style-type: none"> • kansainväliset markkinat <ul style="list-style-type: none"> ○ tuovat uusia tuotteita ○ tarjoavat markkinapotentiaalia ○ tuovat kotimaisille markkinoille kilpailijoita ○ olemassa olevien tuotteiden jatkokehittäminen vastaamaan paikallisia tarpeita ja vaatimuksia

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aasiassa lyhyellä tähtämellä isot vientimahdollisuudet ○ pitkällä tähtämellä ”rauta” (tai valmistus) menetetään Aasian (Kiina, Intia jne.) ○ nousevat taloudet saattavat jättää kehitysvaiheita väliin ○ erilaiset asiakastarpeet ● koti- ja lähialuemarkkinat <ul style="list-style-type: none"> ○ volyymietu ○ tuotesopeutus ○ ehkä pidempään myös rautavientiä ○ lähes kotimarkkina
Turvallisuuden tarve	<ul style="list-style-type: none"> ● liittyy kaikkiin isoihin muutostekijöihin, varsinkin globalisoitumiseen ● turvapalvelut: etämonitorointi, -hallinta ● lukitus-, palo- ja muut turvatuotteet kehitettävä luotettaviksi ● ICT-järjestelmien luotettavuus ja turvallisuus, tietoturva

Muita työpajassa esille tulleita, talotekniikkaan vaikuttavia muutostekijöitä olivat

- väestörakenteen muutos
- työn muutokset sekä uudet asumis- ja työskentelymallit
- verkostoituminen, ulkoistaminen ja kasvavat aikapaineet
- korjausrakentaminen
- urbanisaatio.

Taulukossa 2 avataan muita talotekniikkaan vaikuttavia muutostekijöitä ja niiden vaikutuksia. Nämä tekijät ovat sellaisia, jotka työpajassa nousivat esiin, mutta niitä ei luokiteltu yhtä merkittäviksi kuin taulukossa 1 esitetyt.

Taulukko 2. Muita talotekniikan muutostekijöitä ja niiden vaikutuksia.

Muutostekijä	Keskeiset vaikutukset talotekniikan kehitykselle
Väestörakenteen muutos	<ul style="list-style-type: none"> • sinkkuuntuminen, ydinperheiden väheneminen, väestön ikääntyminen, monikulttuurisuuden lisääntyminen jne. luo tarvetta uusille asumis- yms. ratkaisuille ja palveluille • terveyden ja hyvinvoinnin merkitys kasvaa • työvoimakysymykset
Työn muutokset sekä uudet asumis- ja työskentely-mallit	<ul style="list-style-type: none"> • etätyön olosuhteiden luominen • tuotteiden ja järjestelmien asennettavuuden ja huollettavuuden varmistaminen, laatu • helppoa talotekniikkaa vapaa-ajanasuntoihin • sähköinen talotekniikka (valvontajärjestelmä, etäkäyttö)
Verkostoituminen, ulkoistaminen ja kasvavat aikapaineet	<ul style="list-style-type: none"> • järjestelmien integrointi ja yhteensopivuus, etähallittavat tuotteet • tuoteinformaation on tuettava rakennuksen tuotetiedon hallintaa • tuotteiden ja järjestelmien on oltava nopeasti ja helposti suunniteltavia, asennettavia, huollettavia ja korjattavia
Korjausrakentaminen	<ul style="list-style-type: none"> • tarvitaan vanhoihin rakennuksiin sopivia tuotteita (ehkä myös vanhoihin järjestelmiin sopivia) • tarvitaan toteuttamisen osaamista (äänetön, pölytön, nopea) • ehkä liiketoimintaa tarjoavia lisää, liiketoiminto-malleja
Urbanisaatio	<ul style="list-style-type: none"> • Lisää alueita, joihin kohdistuu samanaikaisesti kahdentyyppisiä paineita (FinnSight 2015). Alueen edellytetään tuottavan luotettavia teknisiä palveluja (vesihuolto, liikennepalvelut, jätehuolto) ja samalla tarjoavan korkealuokkaisia ekosysteemipalveluja (esim. virkistys, luonnontilainen ekosysteemi).

2.3 Talotekniikkamarkkinat – nykytila ja näkymät

Kohdassa 2.1 kuvatun rajauksen mukaan tässä hankkeessa talotekniikkaan kuuluvat perinteisten lämpö-, vesi-, ilma- ja sähkötekniisten (vahva- ja heikkovirta) ratkaisujen (LVIS) lisäksi erilaiset kiinteistön liikkumis-, turvallisuus-, jätehuolto-, ym. palveluja aikaansaavat tekniset järjestelmät.

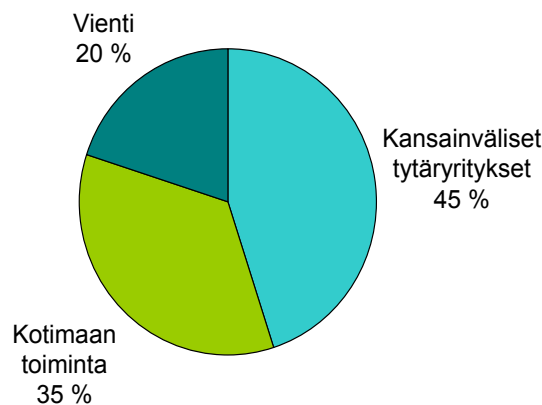
Tavallisesti talotekniikan markkinoista puhuttaessa tarkoitetaan juuri em. kiinteistön LVIS-tekniisten järjestelmien markkinoita. Näin tehdään myös tässä hankkeessa johtuen mm. siitä, mitä markkinatietoja on ollut käytettävissä.

Luvussa tarkastellaan talotekniikkaklusterin markkinoita suomalaisten toimijoiden näkökulmasta. Markkinoita kuvataan kotimaan rakentamisessa, niin uudis- kuin korjausrakentamisessa (jälkimarkkinat). Talotekniikka-alan kansainvälisyys osoitetaan ulkomaankaupan (viennin ja tuonnin määrä, kohdemaat, tuoteryhmät) ja kansainvälisten tytäryritysten volyymin avulla. Arvioidaan myös, missä osissa globaalia maailmaa olisivat suomalaisten talotekniikkayritysten potentiaaliset laajentumisalueet.

2.3.1 Suomen talotekniikkaklusterin laajuus

Talotekniikkaklusterin kokonaisvolyyymi oli n. 10 mrd. € vuonna 2005 (Kuva 2) perinteisen määrittelyn mukaisena. Siitä kotimaan toimintojen osuus oli kolmannes, viennin viidennes ja kansainvälisten tytäryritysten vajaa puolet. Tämän hankkeen määritelmän mukainen klusteri on arviolta 3–4 mrd. € suurempi ja lisästä suuri osa kohdistuu kansainvälisiin toimiin.

Talotekniikkaklusteri 2005 Yhteensä n. 10 mrd. €



Kuva 2. Suomen talotekniikkaklusterin volyyymi v. 2005.

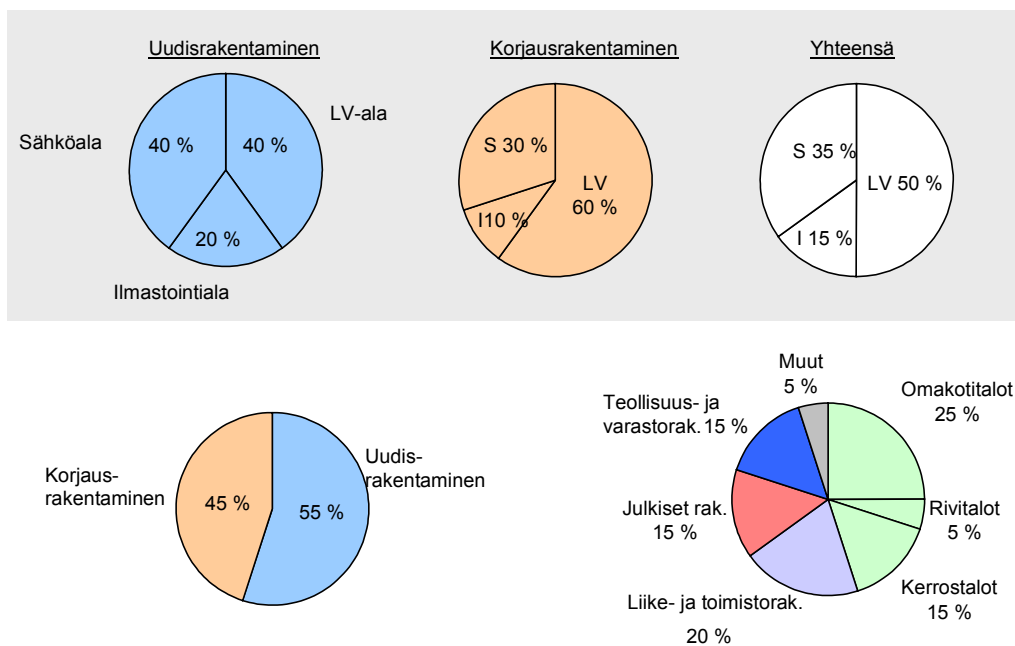
2.3.2 Kotimaan markkinat

Talotekniikan kotimaan markkinoiden volyyymi oli noin 3,6 mrd. € vuonna 2005 (Kuva 3) perinteisen määrittelyn mukaisena (tämän hankkeen sisällön mukaisesti volyyymi olisi arviolta 0,5–1 mrd. € suurempi). Talotekniikan osuus maamme rakentamisen kokonaisarvosta on suuruusluokkaa 20 %, vaihtelu eri rakennustyypeissä on varsin suuri (5–35 %).

Volyyymi oli uudisrakentamisessa hieman suurempi kuin korjausrakentamisessa (kunnossapito laskettu mukaan korjausrakentamiseen). Talotyypeittäin asuinrakennukset kattavat lähes puolet markkinoista, siitä edelleen omakotitalot puolikkaan.

Kolmesta osaklusterista lämpö- ja vesialan (LV) sekä sähköalan (S) markkinat ovat yhtä suuret, ilmastointialan (I) on niistä noin puolet pienempi. Korjausrakentamisessa LV-sektorin osuus on uudisrakentamista suurempi, I-sektorin vastaavasti pienempi.

Talotekniikan kotimaan markkinat 2005 Yhteensä n. 3,6 mrd. €



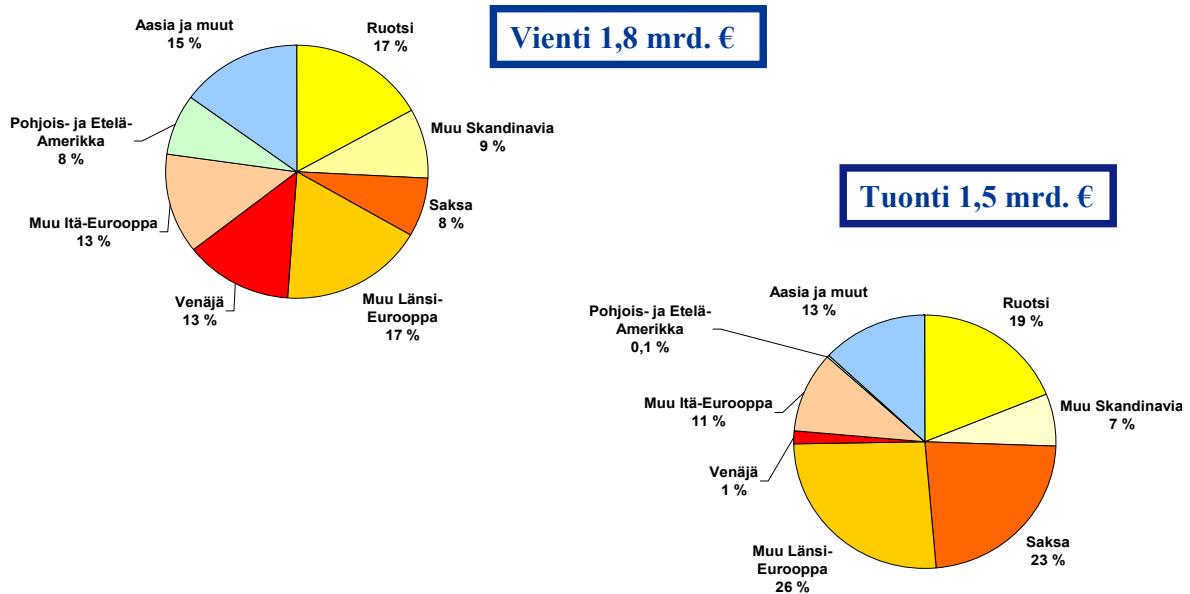
Kuva 3. Talotekniikan kotimaan markkinat v. 2005.

2.3.3 Talotekniikkatuotteiden ulkomaankauppa

Talotekniikkaklusteri on voimakkaasti kansainvälistynyt. Vuonna 2005 talo- ja kunnallistekniikkatuotteiden viennin arvo oli 1,8 mrd. € (talo- ja kunnallisteknisiä tuotteita ei ole eroteltu niiden samankaltaisuuksien vuoksi). Viennin arvo on samaa suuruusluokkaa kotimaassa käytettävien tarvikkeiden arvon kanssa. Tuonnin arvo oli puolestaan noin 1,5 mrd. € (Kuva 4).

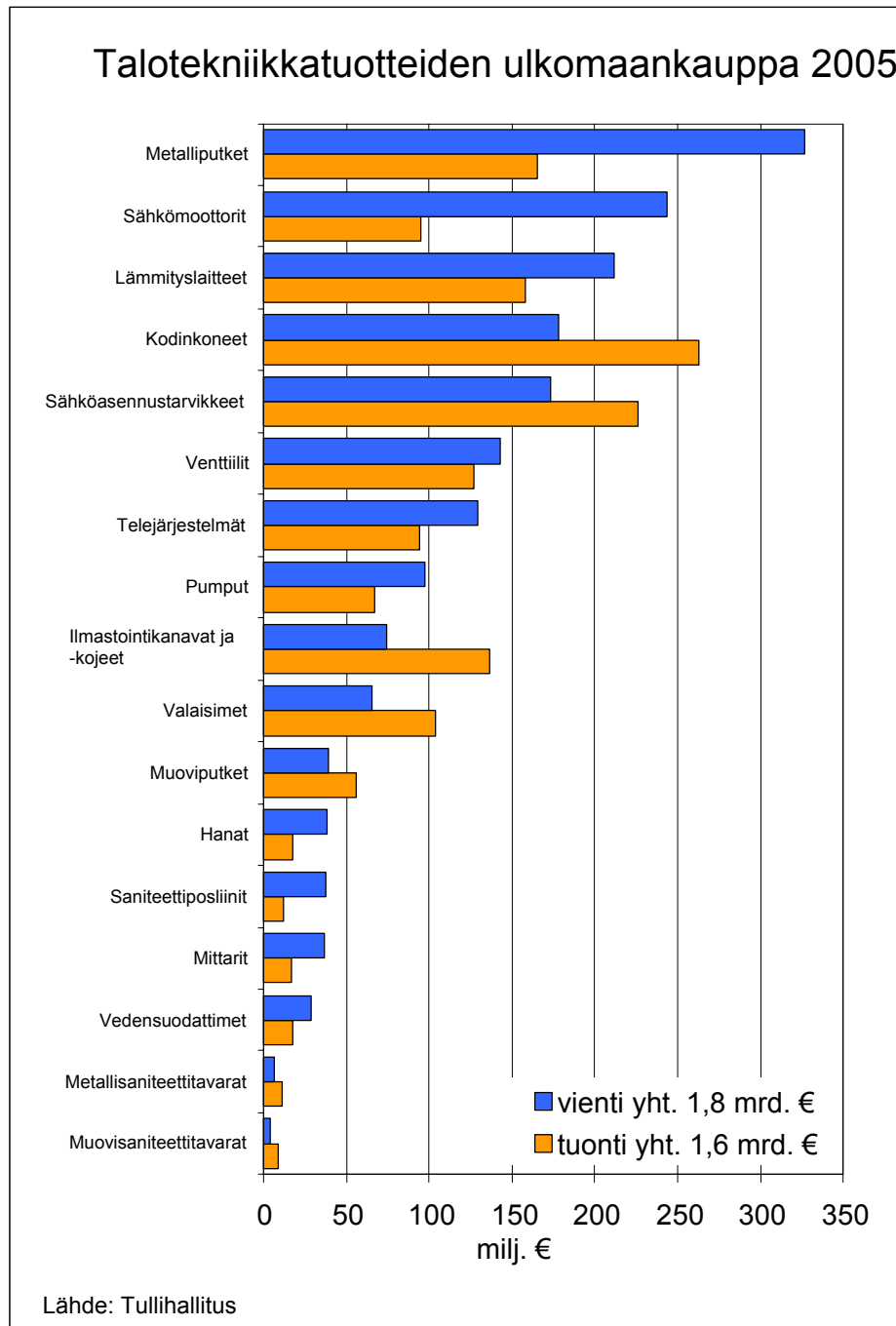
Viennin kohdemaat ja tuonnin lähtömaat poikkeavat toisistaan. Skandinaviaan viedään ja sieltä tuodaan suhteellisesti samansuuruinen osuus. Kauppa muun Länsi-Euroopan kanssa on tuontivoittoista, erityisesti tuonti Saksasta on laajaa. Venäjän kauppamme on vientivoittoista. Muun Itä-Euroopan, Aasian ja Amerikan mantereiden kauppa on vientivoittoista.

Talo- ja kunnallisteknisten tuotteiden vienti ja tuonti vuonna 2005



Kuva 4. Taloteknisten tuotteiden ulkomaankauppa.

Tuoteryhmittäin ulkomaankauppaa käydään samankaltaisilla tuoteryhmillä (Kuva 5). Painotuksissa tosin löytyy selviä eroja. Suomesta viedään eniten metalliputkia, lämmityslaitteita, sähkö- ja teleasennustarvikkeita, venttiileitä ja hieman yllättäen myös sähkömoottoreita ja kodinkoneita. Tuonnissa näiden lisäksi lista kärkipäässä ovat ilmastointikanavat ja -kojeet sekä valaisimet. Sähkömoottoreiden, metalliputkien, lämmityslaitteiden ja telejärjestelmien kauppa on selvästi vientivoittoista. Kodinkoneita, ilmastointitarvikkeita, sähköasennustarvikkeita ja valaisimia taas tuodaan vientiä selvästi enemmän.

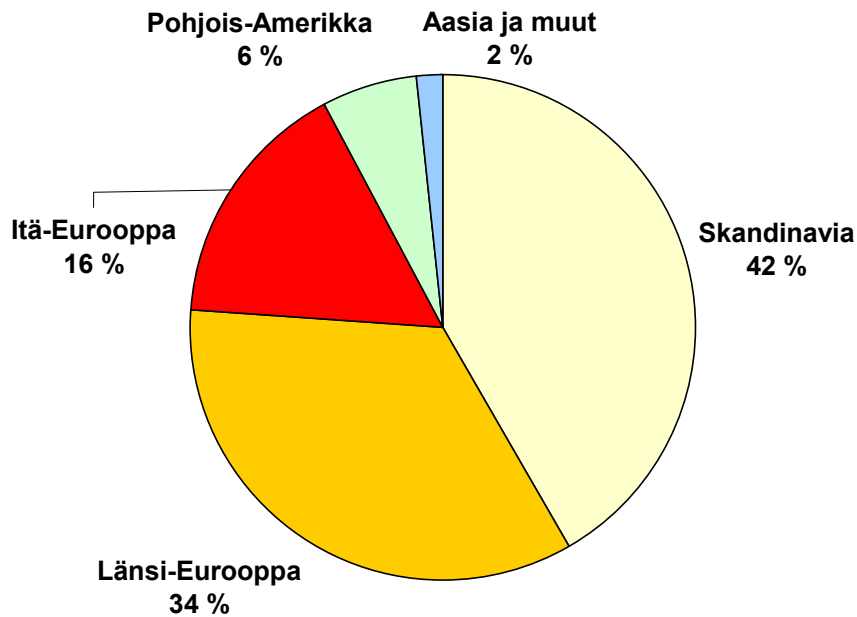


Kuva 5. Ulkomaankauppa tuoteryhmittäin, suuruusjärjestys viennin mukaan.

2.3.4 Kansainväliset tytäryhtiöt

Talotekniikkaklusterin kansainvälinen etabloituminen on hyvin laajaa. Suomalaisten yritysten kansainväliset tytäryhtiöt tekivät liikevaihtoa vuonna 2005 lähes 5 mrd. €:n arvosta (Kuva 6). Valtaosa, kolme neljännestä markkinoista oli Euroopassa ja siitä karkeasti puolet Skandinaviassa.

Talotekniikka-alan ulkomaisten tytäryhtiöiden liikevaihto alueittain vuonna 2005 yhteensä 4,7 mrd. €



Kuva 6. Ulkomaisten tytäryhtiöiden liikevaihto maa-alueittain talotekniikka-alalla.

Suomalaisia merkittäviä yrityksiä, joilla tytäryhtiöitä ulkomailla:

- Are Oy
- Ensto oy
- Halton Oy
- Metra/Sanitec Oy
- Onninen Oy
- Oras Oy
- Oy KWH Pipe Ab
- Rettig Heating Group
- Saunatec Oy
- Uponor Oyj
- YIT Oyj Talotekniset palvelut.

Ulkomaisia yrityksiä, joilla toimintaa Suomessa:

- Fläkt Woods Oy
- ISS-konserni (ISS-Palvelut)
- Siemens Building Technologies Oy
- Oy Lindab Ab
- Saint Gobain Pipe Systems Oy.

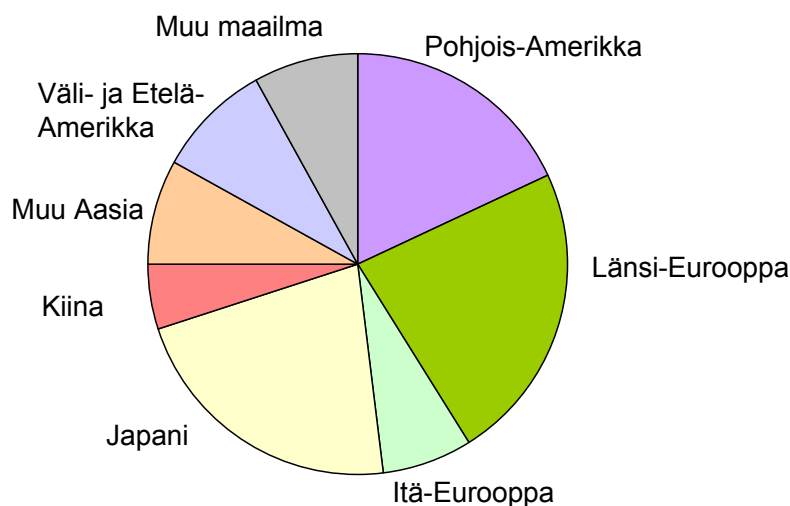
2.3.5 Globaalit talotekniikkamarkkinat

Maailman rakennusmarkkinoiden koko on noin 4 000–4 500 mrd. € (Kuva 7), noin 200-kertaiset Suomen markkinoihin verrattuna. Suomessa talotekniikan osuus rakennusmarkkinoista on vajaat 20 %. Todennäköisesti maailman mittakaavassa talotekniikan osuus on esimerkiksi pohjolan kylmästä ilmastosta johtuen hieman edellistä pienempi, 600–700 mrd. €.

Rakentamisen ja samalla talotekniikan päämarkkina-alueet ovat Länsi-Eurooppa, Pohjois-Amerikka ja Japani; kukin niistä muodostaa noin viidenneksen volyymista. Näillä alueilla markkinat ovat kypsässä vaiheessa, rakentamisen kasvu ei ole erityisen voimakasta ja talotekniikka on ainakin perusteiltaan jo rakennettu. Kasvua voisi syntyä lähinnä talotekniikan laatutasoa parantamalla. Lähinnä Länsi-Eurooppa muodostaa näistä Suomen kannalta talotekniikan perusmarkkina-alueen ja panostukset aseman säilyttämiseksi ja vahvistamiseksi ovat paikallaan.

Rakentamisen kasvun arvioidaan jatkossa olevan suurinta Kiinassa ja muualla Aasiassa, Itä-Euroopassa ja Venäjällä, sekä mahdollisesti myös Latalaisessa Amerikassa. Suomen talotekniikkaklusterin kannalta lähialueet Itä-Eurooppa ja Venäjä muodostavat luonnollisen panostussuunnan. Panostaminen myös Aasiaan tuntuu hyödylliseltä markkinoiden koon ja kasvun ja toisaalta kohdealueen tarpeiden näkökulmasta. Latalainen Amerikka on kaukana ja Eurooppalaisille vieras alue, Lähi-idässä riskit ovat suuret ja Afrikan kasvunäkymät ovat sumeat, näille alueille panostaminen vaatii kriittistä harkintaa.

Maailman rakennusmarkkinat v. 2005 4,0–4,5 bilj. €



VTT 2006

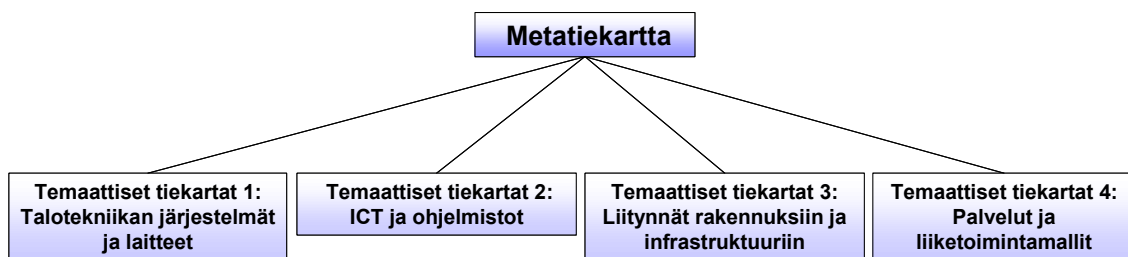
Kuva 7. Maailman rakennusmarkkinat.

3. Tiekartat

3.1 Tiekartan rakenne

Talotekniikan tiekartta rakentuu kuudesta tiekartasta. Ensimmäinen näistä on tutkimusprojektin tulokset kiteyttävä metatiekartta. Metatiekartta on tutkimuksen ”sateenvarjo”, jonka alla esitetään yksityiskohtaisemmat temaattiset tiekartat. Metatiekartta kiteyttää hankkeen oleelliset ideat sekä avaa ”lukuohjeen” alatason yksityiskohtaisempien tiekarttojen tarkasteluun.

Alatason tiekarttojen teemoja on neljä, itse tiekarttoja on viisi. Ensimmäinen näistä on talotekniikan järjestelmien ja laitteiden tiekartta. Toinen on ICT ja ohjelmistot, jossa tarkastelun kohteena ovat talotekniikan ohjauksessa ja hallinnassa sovellettavat ICT- ja käyttöliittymäratkaisut. ICT ja ohjelmistot -teema koostuu kahdesta osatiekartasta, joista ensimmäinen tarkastelee verkottuneiden talojärjestelmien kehitystä ja toinen talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessia ja siinä hyödynnettäviä ICT-ratkaisuja. Kolmas alatason tiekartta käsittelee talotekniikan liityntöjä sekä rakennuksiin että infrastruktuuriin. Neljäs alatason tiekartta tarkastelee talotekniikan liiketoimintamallien ja palvelukonseptien kehitystä tulevaisuudessa. Talotekniikan tiekarttojen rakenne esitetään kuvassa 8.



Kuva 8. Talotekniikan tiekarttojen rakenne.

3.2 Metatiekartta ja hankkeen visio

Talotekniikan metatiekartan visio ja samalla koko tutkimushankkeen kantava visio vuoteen 2020 on seuraava:

Talotekniikan tiekartan visio

Talotekniikan hankinta tapahtuu pääosin sovitut olosuhteet takaavina palvelusopimuksina. Käytössä on tuotemalliteknoologiaan perustuva talotekniikan elinkaaren hallinta. Virtuaalirakentaminen mahdollistaa suunnitellun lopputuloksen samoin kuin sen toteuttamisen tehokkaan havainnollistamisen. Talotekniikka on luonnonvaroja tehokkaasti käyttävää, matalaenergiaratkaisut ovat käytössä ja järjestelmät kykenevät hyödyntämään

myös ns. vähälaatuiset (matalaekserginen) energialähteet. Suurelta osin langattomasti toimivat moduloidut plug-and-play-periaatteella asennettavat ja itsensä muihin järjestelmiin mukauttavat järjestelmät ja laitteet sijaitsevat reititys- ja installaatiostandardien mukaisesti, kommunikoivat keskenään, säätyvät ja säätävät olosuhteet käytön mukaan, korjaantuvat automaattisesti tai ilmoittavat palveluntarjoajalle ylläpidon tarpeen. Rakennuksen hallintajärjestelmä kerää, käsittelee, säilyttää ja jakaa tarpeellisen talotekniikkatiedon toimien langattomana ja informaatio kulkee kaksisuuntaisesti. Tieto käytetään talotekniikan elinkaaren hallintaan ja talotekniikkaan perustuvien palveluiden tuottamiseen.

Metatietokartta esitetään kuvassa 9. Seuraavassa kuvaa käsitellään vaiheittain.

Nykytila

Teknologia. Tämän hetken keskeiset keihäänkärkiteknologiat perustavat erilliskäyttöön, mutta vakioitunut liitäntä sisältävä modulaarinen talotekniikka on nousemassa vaihtoehdoksi. Järjestelmät eivät juuri kommunikoi keskenään, ts. ne eivät ole keskenään yhteensopivia. Esimerkkinä tämän hetken keihäänkärjestä on matalaenergiarakentaminen, jossa eri alojen osaamista yhdistämällä pyritään mahdollisimman alhaiseen rakennuksen energiankulutukseen. Matalaeksergiatekniikan² merkitys ollaan tiedostamassa. Tuotemalliteknoologiaan perustuvia suunnittelutyökaluja on olemassa.

Tuotteet ja ratkaisut. Tilanne taloteknisissä tuotteissa ja ratkaisussa on teknologiaveellinen ja perustuu erillisiin teknologiaratkaisuihin (esim. LED³-valaisimet). Talotekniset laitteet ja ratkaisut ovat pitkälti eri toimittajien tuottamia ja eri suunnittelijoiden suunnittelemissa. Sama tilanne koskee myös tuotteiden ja ratkaisujen ylläpito- ja huoltopalveluja, joista esimerkiksi voidaan mainita öljylämmityslaitteiston huoltopalvelukonsepti pienkuluttajille (CUBE 2006). Tuotteiden ja ratkaisujen state-of-the-art-konsepteina voi pitää matalaenergiarakentamiseen liittyviä ratkaisuja sekä talotekniikan yhdistämistä terveyteen (esim. allergiatalot).

Markkinat. Talotekniikkaliiketoiminta on tällä hetkellä pirstoutunut eli on paljon paikallisia toimijoita, mutta asiakaskunta on segmentoitunut. Markkinoiden toimintaperiaate perustuu pääosin osioimintoihin, jossa jokainen erikoistunut talotekniikan ratkai-

² Eksergia (eli entropian muutos) perustuu materiaalin sisältämään kemialliseen energiaan tai sijainnista riippuvaan potentiaalienergiaan. Se tarkoittaa laatueroa tai käyttökelpoisen työn määrää, jonka systeemi pystyy käyttämään, siirryttäessä alkutilasta lopputilaan. Eksergiaa voidaan käyttää yleisluontoisena ihmisen toiminnan aiheuttaman ympäristökuormituksen mittarina (Ayres 1998, s. 199–200). Talotekniikassa matalaeksergiajärjestelmiä ovat sellaiset lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät, jotka kykenevät hyödyntämään vähälaatuisen (eli matalaekserginen) energialähteen (Ala-Juusela 2004). Tällaisia ovat matalalämpötila lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät ja korkealämpötila jäähdytysjärjestelmät.

³ LED (Light-Emitting Diode) eli hohtodiodi eli ledi on puolijohdekomponentti, joka synnyttää lähes monokromaattista valoa, kun siihen johdetaan sähkövirta (<http://fi.wikipedia.org/wiki/LED> viitattu 20.12.2006).

sua myyvä toimija pyrkii terävöittämään tuotteen hinnan mahdollisimman alhaiseksi. Tuotteet ostetaan ilman ylläpitopalveluja ja osittain myös ilman perusteellista suunnittelua. Palveluliiketoimintamallit eivät ole siksi kovinkaan kehittyneitä.

Ajurit. Talotekniikan keskeiset yhteiskunnalliset ajurit liittyvät nykyisiin ja lähitulevaisuuden ympäristöhaasteisiin sekä energiatehokkuuteen. Keskeisiä kysymyksiä tällä hetkellä ovat muun muassa seuraavat: Miten saada rakennuksista mahdollisimman vähän energiaa kuluttavia? Kuinka pienentää rakennuksilla tuotettuja jätemääriä esimerkiksi rakennuskohtaisia ja paikallisia käsittelyjärjestelmiä tekemällä? Miten hyödyntää ICT-tekniologiaa järkevästi? Talotekniikan kehityksen sisäinen ajuri on tuotantolähtöisyys, jossa korostuvat laitteiden tuottaminen osaoptimoimalla, niiden myynti hintakilpailussa sekä asiakaskunnan segmentointi.

Lyhyt aikaväli (1–5 vuotta)

Teknologia. Lyhyellä aikavälillä keskeisinä nousevina teknologioina ovat uudenlaiset mittaus- ja anturitekniikat (esim. MEMS⁴-tekniologia, jolla lyhyen kantaman langaton kommunikointi, anturitekniikka, toimilaitetekniikka ja oheiselektroniikka voidaan integroida yhdelle hyvin matalan tehonkulutuksen mikropiirille (Wood & Alvarez 2005)) ja tuotemallitekniikan edelleen kehittäminen. Jälkimmäisessä keskeiset kysymykset liittyvät IFC⁵:n vakiinnuttamiseen. Myös matalaeksergiatekniikan kehittäminen ja soveltaminen jatkuu ja talotekniikkaan sovellettuja mobiileja ICT-ratkaisuja (esim. turvajärjestelmien ja lämmityksen kauko-ohjaus) tulee lisää markkinoille.

Tuotteet ja ratkaisut. Lyhyen aikavälin talotekniset ratkaisut liittyvät ennen muuta häiriöttömän korjauksen mahdollistamiseen lähinnä yksittäisten laitteiden ja järjestelmien kohdalla (esim. suojaputkessa oleva vesiputki), talotekniikan ja kiinteistön kytkemiseen uudella tavalla ja integroituihin käyttöliittymiin rakennuksen kaikille talotekniikan säätö- ja ohjaustarpeille (ns. ”yhden kaukosäätimen” malli). Nousevina uusina tuotteina ovat myös eri tavoin paketoituiden ja konseptoidut käyttäjälähtöiset palvelut, kuten terveellisten sisäolosuhteiden (lämmön, ilmaston, valaistuksen) tarjoaminen.

Markkinat. Lyhyellä aikavälillä talotekniikan tarjonnassa korostuu erilaisten palvelukonseptien kehittäminen. Näitä palvelukonsepteja voivat olla osa- ja kokonaispalvelut, joissa ensimmäisessä tietyn talotekniikan osan ympärille luodaan toimittamisen, asennamisen ja ylläpidon kattava palvelukokonaisuus. Kokonaispalvelukonseptissa voidaan

⁴ MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems). Mikroelektromekaaniset järjestelmät.

⁵ IFC (Industry Foundation Classes). Rakennuksen tuotemallin tietomäärittelyä koskeva standardi. IFC-standardi määrittelee rakennuksen (laajasti ymmärrettynä) tuotemallin sisältörakenteen ja keskinäisten osien riippuvuudet. IFC-standardi mahdollistaa monimutkaisen kokonaisuuden siirron eri sovellusten välillä sisällyksen muuttumatta. IFC:n voi sanoa olevan tuotemallin ”kielioppi”. (Koivu 2002)

ajatella jotain talotekniikan kokonaisuutta, jonka ympärille luodaan toimituksen, asentamisen, ylläpidon ja jatkopalvelun kattava konsepti. Palveluita voidaan kytkeä paitsi uudisrakennustuotantoon, myös olemassa olevaan rakennuskantaan. Palvelukokonaisuuksia voivat tuottaa verkottuneet palvelutoimittajat, jotka ovat eräänlaisia muutaman toimijan miniklustereita talotekniikan toimijoiden kentässä. Palvelukokonaisuuksien lisäksi toimitetaan kokonaisia taloteknisiä järjestelmiä (järjestelmätoimitukset). Lyhyellä ja pitkällä aikavälillä markkinoiden toimintalogiikassa korostuu enenevässä määrin ajatus markkinoista kiinteänä osana kiinteistön palvelukyvyyn ja tuottavuuden hallintaa.

Ajurit. Talotekniikan keskeiset yhteiskunnalliset ajurit liittyvät lyhyelläkin aikavälillä ympäristöhaasteisiin sekä energiatehokkuuteen. Jatkossa suuntaus on ennen muuta osaratkaisujen ja materiaalien ympäristö- ja energiatehokkuuteen. Pidemmällä aikavälillä korostuvat ympäristövaikutukset myös kokonaisratkaisujen ja yksilöiden kannalta. ICT-tekniikan hyödyntämisen nähtiin olevan keskeinen ajuri koko tiekartan tarkastelujakson aikana. Nykyhetkellä ja lyhyellä aikavälillä tarkastelussa korostuu ICT:n integrointi yleensä pääosin analogisiin ja mekaanisiin taloteknisiin järjestelmiin. Jatkossa korostuu ennen muuta talotekniikan kokonaisvaltainen hallinta ICT-tekniikan avulla esim. web-pohjaisiin ratkaisuihin. Sekä rakennusten että väestön ikääntymisen voidaan katsoa olevan erittäin keskeinen ajuri lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Tällöin korostuvat kasvavalle ikääntyneelle väestönosalle suunnatut talotekniset ratkaisut, esimerkiksi vaivattomat käyttöliittymät, sekä korjausrakentaminen. Yleisenä talotekniikan kysynnän ajurina voidaan pitää tuotantolähtöisyyttä ja suuntautumista kohti palveluliiketoimintaa ja käyttäjälähtöisyyttä.

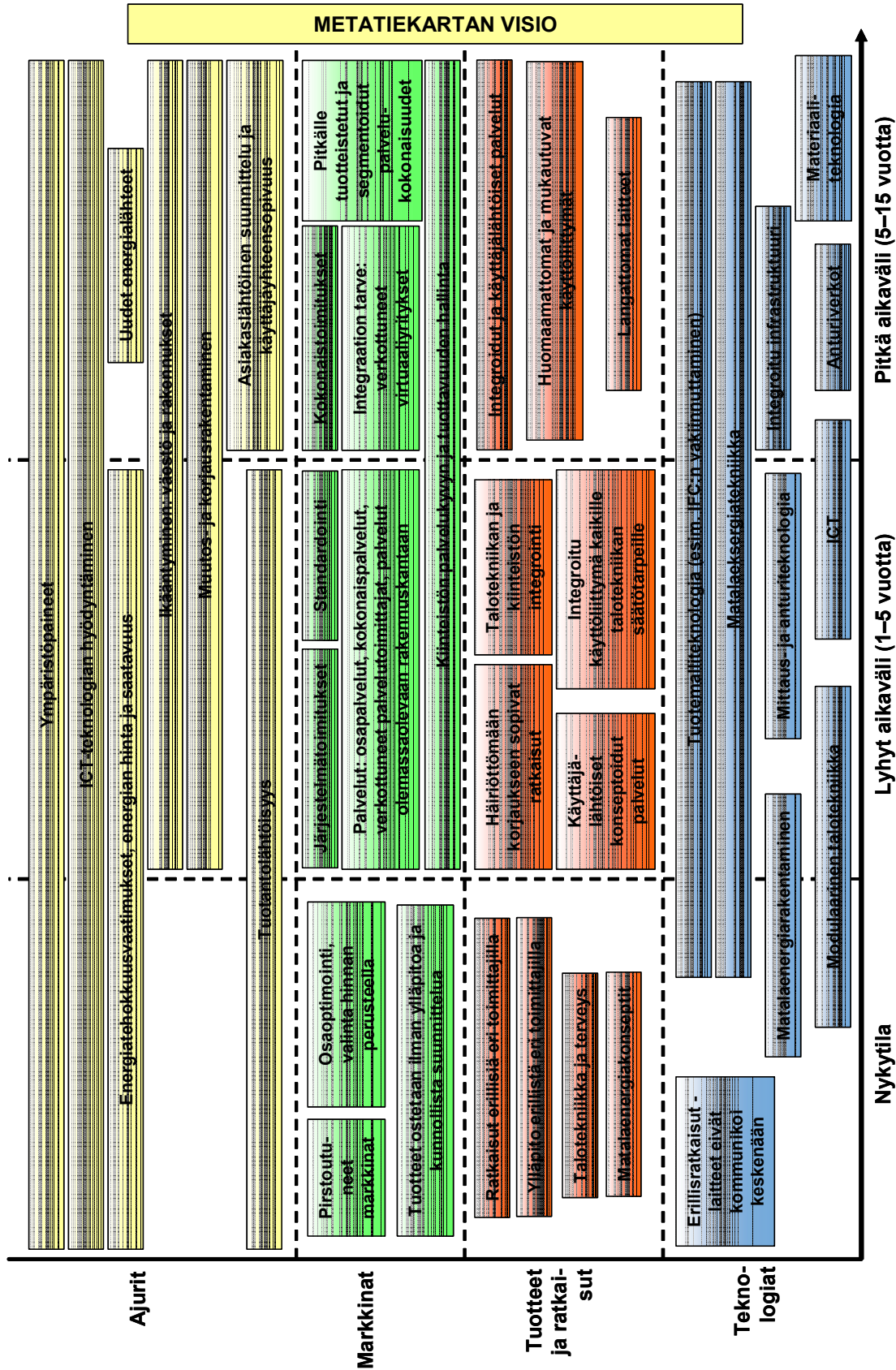
Pitkä aikaväli (5–15 vuotta)

Teknologia. Pitkän aikavälin teknologioissa esiintyy integroitu infrastruktuuri, jolloin yhdyskuntien tasolla voidaan optimoida rakennusten energia-, jäte- yms. infrastruktuuriratkaisut. Talotekniikan kommunikaatio ja reaaliaikainen tiedonkeruu toteutetaan erilaisilla anturiverkoilla, jotka voivat perustua aktiivisiin tai passiivisiin teknologisiin ratkaisuihin. Materiaalitekniikan kehittyminen tuo uusia ominaisuuksia myös talotekniikkajärjestelmiin (esim. jäätymättömät lämmönsiirtimet, epäpuhtauksia poistavat pinnat, korroosionkeston lisääminen putkissa tai tilaa tunnistavat materiaalit). Tuotemallitekniikan soveltaminen on välttämättömyys.

Tuotteet ja ratkaisut. Tuoteratkaisut korostavat integroituja ja käyttäjälähtöisiä palveluja, joissa käyttäjän tarpeen mukaan räätälöidään erilaisia palvelukokonaisuuksia. Talotekniset ratkaisut ja niiden ohjaaminen perustuvat ennen muuta langattomien laitteiden ja anturiverkkojen yhteistoimintaan. Käyttöliittymät kehittyvät huomaamattomiksi ja käyttäjien tarpeisiin mukautuviksi.

Markkinat. Kokonaistoimitukset ja integraatio (esim. elinkaaripalvelut) ovat markkinoiden keskeiset toimintaideat. Kokonaistoimituksia voivat tuottaa myös verkottuneet virtuaaliyritykset. Markkinoille suunnataan pitkälle tuotteistettuja ja segmentoituja palvelukokonaisuuksia, joita voidaan kustomoida helposti. Kilpailuetua luova liiketoimintamalli perustuu kiinteistön palvelukyvyyn ja tuottavuuden hallintaan.

Ajurit. Talotekniikan keskeiset yhteiskunnalliset ajurit liittyvät myös pitkällä aikavälillä ympäristöhaasteisiin sekä energiatehokkuuteen. Pidemmällä aikavälillä voivat nousta esiin varautuminen ilmastonmuutokseen ja vaihtoehtoisesti erilaiset uudet rakennusten energiatalouteen liittyvät kysymykset (uudet energialähteet, rakennukset osana energian tuotannon infrastruktuuria, suljetut osat avoimessa infrastruktuurissa). ICT-tekniikan hyödyntämisessä korostuvat esimerkiksi eri järjestelmien välinen kommunikaatio, talotekniikan hallinta yhdellä käyttöliittymällä, kiinteistönhallintaa tukevat palvelut ja asiakkaan osallistumisen mahdollistavat suunnittelutyökalut. Myös väestön ja rakennuskannan ikääntyminen sekä muutos- ja korjausrakentaminen ovat keskeisiä ajureita. Kokonaistoimitukset ja pitkälle tuotteistetut palvelut korostavat asiakaslähtöistä suunnittelua ja käyttäjäyhteensopivuutta yhteiskunnallisena ajurina.



Kuva 9. Talotekniikan metatietokartta.

3.3 Temaattiset tiekartat: talotekniikan järjestelmät ja laitteet

Visio:

Talotekniikan temaattinen visio – talotekniikan järjestelmät ja laitteet

Talotekniikan hankinta tapahtuu valtaosin joko määräajaksi sovitut olosuhteet tai toiminnot takaavina palvelusopimuksina tai järjestelmien aikaisempaa suurempina kokonaistoimituksina yhdeltä verkottunutta konsortiota edustavalta sopimusosapuolelta. Kehitys on johtanut rakennustyömaalla tehtävän työn vähenemiseen, järjestelmät ja laitteet ovat esivalmisteisia, modulaarisia, helposti asennettavia (plug-and-play), itsensä muihin järjestelmiin mukauttavia ja siten muutostilanteisiin joustavasti mukautuvia. Talotekniikka voi olla myös vuokrattavaa. Asiakkaalle virtuaaliset, luonnonvarojen tehokkaasti käyttävät suurelta osin langattomasti toimivat järjestelmät ja laitteet sijaitsevat reititys- ja installaatiostandardien mukaan suunnitellusti, kommunikoivat keskenään, säätävät ja säätävät olosuhteet käytön mukaan, korjaantuvat automaattisesti tai ilmoittavat palveluntarjoajalle ylläpidon tarpeen.

Talotekniikan järjestelmien ja laitteiden tiekartta esitetään kuvassa 10 ja seuraavassa sitä käsitellään vaiheittain.

Nykytila

Teknologia. Talotekniikan järjestelmissä ja laitteissa tuotemalliteknoologiaa kehitetään koko ajan mutta ei vielä laajasti sovelleta käytännössä. Modulaarista talotekniikkaa, jonka sähkö-, vesi-, ilma- yms. liitynnät toimivat plug-and-play-tyyppisesti ja jotka automaattisesti konfiguroituvat muihin järjestelmiin, kehitetään, mutta sovellukset ovat pääosin pilottitasolla. Valaistusjärjestelmissä LED-tekniikan hyödyntäminen on tullut mahdolliseksi.

Tuotteet ja ratkaisut. Tuotteissa ja ratkaisuissa tämän hetken edistyksellisenä teknologiana voi mainita esimerkiksi konehuoneettoman hissin, kiinteistöjen lämmön talteenoton järjestelmät, yksiote- ja kosketusvapaa vesihanana, matalaenergiatalon konseptin ja lämpöpumpun. Yleisesti ottaen taloteknisissä järjestelmissä ja laitteissa uudistumistointi etenee rajattuina parannuksina olemassa oleviin teknologioihin ratkaisuihin.

Markkinat. Talotekniikan järjestelmien ja laitteiden markkinat ovat pirstoutuneet. Tämä on seurausta kustannussäästöjen tavoittelusta investointi- tai käyttövaiheessa (CUBE 2006).

Ajurit. Tämän hetken ajureina korostuvat energia- ja ekotehokkuusvaatimukset, ICT-tekniikan hyödyntäminen, olemassa olevan rakennuskannan tarpeet ja järjestelmien uudistaminen sekä muutos- ja korjausrakentaminen. Jo tällä hetkellä vaikuttavana ja nousevana ajurina voi pitää asiakkaiden vaatimustason nousua, joka tarkoittaa yksilöllisyyden, helppokäyttöisyyden, terveellisuuden ja joustavan ylläpidettävyyden korostu-

mista. Samaten ammattitaitoisen työvoiman tarve korostuu lähitulevaisuudessa. Tästä seuraa joko tarve kehittää vaivattomasti asennettavia järjestelmiä ja tuotteita tai tarve saada alalle varsinkin suorittavan portaan ihmisiä (asentajia jne.).

Lyhyt aikaväli (1–5 vuotta)

Teknologia. Lyhyen aikavälin teknologisenä ratkaisuna nousee keskeiseksi tuotemallitekhnologia, jota käytetään rakennuksen elinkaaren aikaisen tiedon hallintaan. Vähälaituisen (eli matalaeksergisen) energialähteen (esim. aurinkoenergian, jätelämpöjen ja uusiutuvan energian) hyödyntämiseen kykenevät lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät yleistyvät. Uudenlaiset energian varastoinnin järjestelmät, esimerkiksi superkondenssaattorit, voivat muuttaa rakennusten energiatehokkuutta huomattavastikin. Taloteknisissä järjestelmissä ja laitteissa tapahtuu myös käyttöliittymien kehitystä. Myös erilaiset häiriöttömät korjausmenetelmät, kuten uudenlaiset vesi- ja viemäröintiratkaisut, tulevat olemaan keskeisiä. Nousevia teknologisia ratkaisuja ovat myös käyttövarmuuden huomioinnottavat järjestelmät, joita tehdään esimerkiksi sähkökatkoihin varautumiseksi.

Tuotteet ja ratkaisut. Lyhyen aikavälin taloteknisten järjestelmien ja laitteiden ratkaisuna voi pitää hajautettuja talotekniikkajärjestelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi lämpimän veden (mikro)paikallinen lämmittäminen esimerkiksi lavuaariin integroidulla veden lämmitysyksiköllä, ilmastoinnin personointi huonekohtaisesti ja hajautettuja VRF⁶-jäähdytysratkaisut. Tämän lisäksi erilaiset kulunvalvonta- ja turvajärjestelmät, kuten biotunnistus, kehittyvät ja yleistyvät. Korjattavuutta ja muunneltavuutta parantavat reititys- ja installaatiojärjestelmät yleistyvät, jolloin eri järjestelmille (vesi, lämpö, sähkö) varataan tilat ja järjestelmät tuodaan paikalle helposti asennettavina moduuleina. LED-valaistusratkaisujen käyttö yleistyy.

Markkinat. Lyhyen aikavälin keskeisenä markkinamuutoksena voi pitää sitä, että ominaisuuksien merkitys lisääntyy kilpailutekijänä. Tämä tarkoittaa yksilöllisempien ratkaisujen yleistymistä ja siirtymistä pois määräys- ja säädösveltoisesta minimimitoteutuksesta. Toisaalta säännösohjaus EU-direktiivien kautta voimistuu erityisesti energia- ja ympäristöajureiden kautta. Markkinoille ilmaantuu yhä enemmän laatutietoisia ja vaativia asiakkaita, jotka edellyttävät räätälöityjä ratkaisuja. Tekijäkentässä verkostorakenne on saatava hallintaan myös siten, että rakennuttajan tai palvelun tilaajan sopimuskumppaneiden määrä vähenee. Kansainvälistyminen ja vientitoiminta voimistuvat.

Ajurit. Lyhyen aikavälin ajureina korostuvat energia- ja ekotehokkuusvaatimukset, jo olemassa olevan rakennuskannan tarpeet ja järjestelmien uudistaminen sekä muutos- ja korjausrakentaminen. Sisäilmaston hallinnan tarve nousee edelleen tarkoittaen ennen muuta yksilöllisyyden korostumista ja helppokäyttöisyyttä (jokainen voi säädellä asun-

⁶ VRF (Variable refrigerant flow). Kylmäainetta sisältävä, muuttuvatehoinen järjestelmä.

non ilmastoa vaivattomasti) sekä sisäilman terveellisyyttä että ylläpidettävyyttä. Laajempaan ajurina on edelleen ICT-tekniikan hyödyntäminen, joka palvelee nopeaa rakentamista esimerkiksi vähentämällä työmaalla tehtävää kallista asennustyötä ja jota voidaan hyödyntää järjestelmien oikean toiminnan todentamiseen. Samaten ammattitaitoisen työvoiman tarve korostuu lähitulevaisuudessa. Myös väestön ikääntyminen sekä kodin ja työpaikan rajan hälvettäminen etätöiden vuoksi jatkuu.

Pitkä aikaväli (5–15 vuotta)

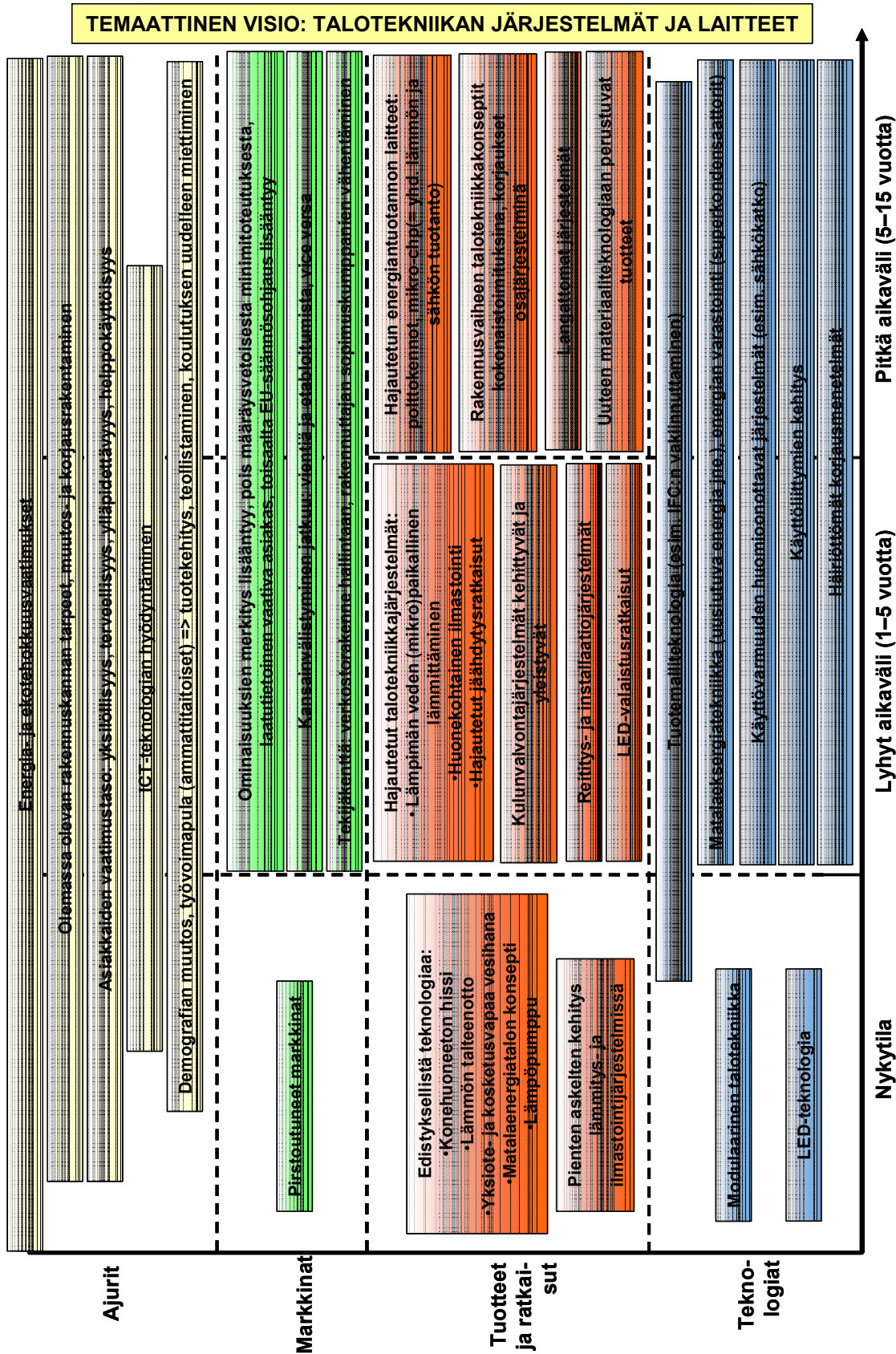
Teknologia. Pitkällä aikavälillä korostuvat samankaltaiset teknologiset kehityskulut kuin lyhyellä aikavälillä, esimerkiksi tuotemallitekniikka, matalaeksergiatekniikka, uuteen teknologiaan (esimerkiksi superkondensaattoreihin) pohjautuvat energian varastoinnin järjestelmät sekä käyttöliittymien kehitys. Nouseva teknologia liittyy erityisesti häiriöttömiin korjausmenetelmiin, koska pidemmällä aikavälillä rakennuskannan vanheneminen lisää korjausten tarvetta. Yhteiskunnan monimutkaistumisen seurauksena korostuvat käyttövarmuuden huomioonottavat järjestelmät, jotka varmistavat paitsi taloja kunnallistekniikkaverkostojen, myös ICT-järjestelmien luotettavuuden.

Tuotteet ja ratkaisut. Energian tuotannossa kehittyvät hajautetun energiantuotannon laitteet, esimerkiksi polttokenno ja mikro-chp⁷. Talotekniikan järjestelmien pitkän aikavälin ratkaisuna korostuu myös rakennusvaiheen talotekniikkakonseptien myyminen kokonaistoimituksina. Korjaukset täytyy yleensä kuitenkin toteuttaa erillisinä. Talotekniset järjestelmät kommunikoivat pääosin langattomin ratkaisuin. Uuteen materiaalitekniikkaan perustuvia tuotteita ja ratkaisuja tulee markkinoille.

Markkinat. Pitkällä aikavälillä edellä mainitut lyhyen aikavälin markkinamuutokset vahvistuvat. Ominaisuuksien merkitys lisääntyy kilpailutekijänä; markkinoilla on yhä enemmän laatutietoisia ja vaativia asiakkaita, jotka vaativat räätälöityjä ratkaisuja. Taloteknisten ratkaisujen tuottaminen tapahtuu yhteistyöyritysten välillä, jotka vastaavat osakokonaisuuksien tuottamisesta laajoihin talotekniisiin ratkaisuihin. Markkinat ovat kansainväliset.

Ajurit. Pitkällä aikavälillä korostuvat samat ajurit kuin lyhyellä aikavälillä: energia- ja ekotehokkuusvaatimukset, jo olemassa olevan rakennuskannan tarpeet ja järjestelmien uudistaminen sekä muutos- ja korjausrakentaminen. Tämän lisäksi järjestelmien tuotannossa otetaan huomioon sisäilmaston hallinnan tarve, yksilöllisyyden korostuminen ja helppokäyttöisyys. Sisäilman terveellisyys on kehittämisen lähtökohta. ICT:tä hyödynnetään elinkaaren aikaisen tiedon hallinnassa. Ikääntynyt väestö sekä alati kasvava korjausrakentamisen kysyntä ovat myös kehityksen keskeisiä ajureita.

⁷ CHP (Combined Heat and Power). Yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto.



Kuva 10. Temaattinen tiekartta 1: talotekniikan järjestelmät ja laitteet.

3.4 Temaattiset tiekartat: ICT ja ohjelmistot

”ICT ja ohjelmistot”-tiekartta jakautuu kahteen osaan: verkottuneisiin talotekniikkajärjestelmiin (kohta 3.4.1) ja talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessiin (kohta 3.4.2), joita käsitellään seuraavaksi.

3.4.1 Tiekartta: verkottuneet talotekniikkajärjestelmät

Visio:

Talotekniikan temaattinen visio – verkottuneet talotekniikkajärjestelmät

Käytössä on tuotemalliteknologiaan perustuva talotekniikan elinkaaren hallinta. Rakennuksen hallintajärjestelmä kerää, käsittelee, säilyttää ja jakaa tarpeellisen talotekniikkatiedon toimien langattomana ja informaatio kulkee kaksisuuntaisesti. Talotekniikan laitteet ja järjestelmät toimivat integroituna kokonaisratkaisuna, kommunikoivat keskenään, säätävät ja ohjautuvat ympäristön olosuhteiden mukaan toisensa huomioon ottaen. Moduloidut, plug-and-play-periaatteella asennettavat komponentit parantavat merkittävästi talotekniikan muuntojoustavuutta, jälkiasennettavuutta ja häiriöttömyyttä korjausrakentamisessa. Älytalaratkaisuja mukautuvine talotekniikkajärjestelmineen otetaan käyttöön. Osittain autonominen "talokone" on liitetty paikallisesti suljettuun infrastruktuuriin jopa tuottavana osapuolena.

Verkottuneiden talotekniikkajärjestelmien tiekartta esitetään kuvassa 11 ja seuraavassa sitä käsitellään vaiheittain.

Nykytila

Teknologia. Verkottuneiden talotekniikkajärjestelmien kannalta tämän hetken kärkeknologioina voi pitää muun muassa materiaalivirtojen hallinta-, etätunnistus- ja antureiden etäluentasovelluksissa käytettävää RFID⁸:tä, rakenteisiin upotettuja esimerkiksi rakenteen lämpötilaa, kosteutta ja/tai jännitystä mittaavia antureita, yleensä passiiviseen infrapunateknikkaan perustuvia liiketunnistimia sekä esimerkiksi ilman lämpötilaa ja kosteutta mittaavia antureita. Antureihin perustuvilla taloteknisiä järjestelmiä verkottavilla ratkaisuilla rakennuksesta pyritään saamaan aikaan kokonaisvaltaisesti ohjattavissa oleva kokonaisuus, joka integroi ja syöttää automaattisesti reaaliaikaista tilannetietoa järjestelmien säätelyn perustaksi.

⁸ RFID (Radion Frequency Identification): radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen käyttäen RFID-tunnisteita.

Tuotteet ja ratkaisut. Markkinoilla on lukuisia automaatiojärjestelmätoimittajia, ja myös eri automaatioväylästandardien kirjo on merkittävä. Standardeista mainittakoon esimerkiksi amerikkalainen BACnet⁹ sekä eurooppalaiset KNX¹⁰ ja LonWorks¹¹. Talotekniikkajärjestelmissä käytettyjen väylästandardien lisäksi osa automaatiojärjestelmätoimittajista käyttää itsekehitettyjä tai niin sanottuja ”de facto” -standardiratkaisuja. Automaatiojärjestelmämarkkinoiden heterogeenisyyden vuoksi ICT-sovellukset ovat tällä hetkellä lähinnä räätälöityjä yksittäisratkaisuja.

Markkinat. Taloteknisten järjestelmien liiketoimintamallit perustuvat, kuten edellisessä tiekartassa tarkasteltiin, pitkälle osaoptimointiin ja yksittäisten taloteknisten järjestelmien myyntiin. Integroituja kokonaisratkaisuja ei ole vielä juurikaan olemassa. Näin siksi, että ICT-sovellukset eivät ole vielä yleisessä käytössä ja siksi niillä ei ole vielä laajempaa kysyntää.

Ajurit. Keskeisinä tämän hetkisinä ajureina verkottuneiden talotekniikkajärjestelmien kehitykselle ovat lähinnä kasvava koota reaaliaikaista tietoa rakennuksista ja tuotteista sekä tarve saattaa eri järjestelmät keskenään kommunikoiviksi ja keskenään yhteensopiviksi.

Lyhyt aikaväli (1–5 vuotta)

Teknologia. Lyhyellä aikavälillä on odotettavissa kehitystä esimerkiksi langattomien sensoriverkkojen ja RFID-tekniikan aloilla. Langattomien sensoriverkkojen merkittävimpänä etuna perinteiseen ”langalliseen” anturointiin verrattuna on niiden jälkiasennettavuuden helppous ja RFID-tekniikkaan verrattuna nopeampi ja kantamaltaan laajempi langaton ohjaus- ja mittausdatan siirto-ominaisuus. Merkittävä vaikutus etenkin langattomien sensoriverkkojen kohdalla tulee olemaan MEMS-tekniikan hyödyntämisellä sensoreiden valmistusprosessissa. MEMS-tekniikalla voidaan anturi-, toimilaitte- ja kommunikointitekniikka tai -elektroniikka integroida yhdelle hyvin vähän energiaa kulluttavalle mikropiirille (Wood & Alvarez 2005). Myös erilaiset painetunnistimet, jotka voivat perustua esimerkiksi EMFi¹²-kalvotekniikkaan, löytävät sovelluskohteita talotek-

⁹ BACnet on yhdysvaltalainen ASHRAE-, ANSI- ja ISO-standardoitu tiedonsiirtoprotokolla taloautomaatioon, ja se tukee useaa eri fyysisen tason kommunikaatioväylää (muun muassa ARCNET, Ethernet, RS-232, RS-485, LonTalk).

¹⁰ KNX (Konnex) on Konnex-yhdistyksen eurooppalainen väylästandardi EN50090 ja myös maailmanlaajuinen standardi. Se on kehitetty Siemensin valmistamasta EIB (European Installation Bus) -väyläjärjestelmästä. KNX-standardiin perustuvan taloautomaatiojärjestelmän tuotemerkkinä käytetään EIB/KNX-lyhennettä.

¹¹ LonWorks on LonMarks-yhdistyksen ylläpitämä kansainvälinen ANSI/EIA709.1-, SEMI E56.6-, IEEE 1493-L- ja EN14908-standardien mukainen taloautomaatioväyläjärjestelmä.

¹² EMFi (Electro Mechanical Film). Elektromekaaninen kalvo, jonka avulla voidaan toteuttaa kalvomaisia antureita ja aktuaattoreita.

nisissä ratkaisuisa. Niitä voidaan soveltaa esimerkiksi vanhustenhoidossa. Keskeinen kysymys verkottuneiden talotekniikkajärjestelmien kohdalla liittyy oikean datan keräämiseen ja sen oikea-aikaiseen ja tarkkaan luentaan ja käsittelyyn esim. tapahtumalogien avulla. Keskeinen lähitulevaisuuden haaste liittyy kahdensuuntaiseen informaatioväilykseen, joka tarkoittaa sitä, että talotekniset komponentit ja esimerkiksi etänä toimiva valvonta voivat sekä vastaanottaa että lähettää informaatiota eri järjestelmille. Tämä mahdollistaa järjestelmän hallinnan ja jopa korjaamisenkin etäpääteeltä.

Tuotteet ja ratkaisut. Lyhyellä aikavälillä korostuu rakennuksen elinkaaren hallinta ja integroitu suunnittelu yhdistettynä räätälöityihin ratkaisuihin. Toteutus vaatii mallipohjaista suunnittelua aina yksilöllisistä vaatimuksista ylläpitoon asti. Tähän tarvitaan visualisointia kaikissa tuotannon vaiheissa. Keskeinen haaste ratkaisujen kohdalla liittyy korjausrakentamiseen: jo olemassa olevaan rakennuskantaan tulee löytää ICT-ratkaisuja, jotka voidaan asentaa vaivattomasti. Lyhyen aikavälin ratkaisuisa korostuu jatkuva huoneistoinformaation kerääminen, jota tallennetaan rakennuksen historiatietoa kokoavaan hallintajärjestelmään. Tiedonkeruun lisäksi rakennuksen hallintajärjestelmä ohjaa talotekniikkaa, analysoi kerättyä tietoa ja varmistaa järjestelmien oikean toiminnan. Se on liitetty Internetiin, jolloin sen päälle voidaan rakentaa esimerkiksi kiinteistöhuollon etäpalvelujärjestelmiä tai kiinteistömobiilipalveluita. Oleellinen lyhyellä aikavälillä nouseva ratkaisu ovat myös plug-and-play-laitteet. Standardien ICT-ratkaisujen soveltaminen on keskeistä erityisesti rakennuksen hallintajärjestelmän ja plug-and-play-laitteiden toiminnan kannalta.

Markkinat. Lyhyellä aikavälillä on odotettavissa kokonaisvaltaisempia ratkaisuja verkottuneiden talotekniikkajärjestelmien saralla. Ydinkysymys liittyy standardoitujen ICT-ratkaisujen soveltamiseen siten, että eri valmistajien tuottamat ratkaisut voidaan mahdollisimman saumattomasti saattaa keskenään yhteensopiviksi ja kommunikoiviksi. Kysyntä kohdistuu yhä enenevässä määrin olosuhdepalveluihin: asiakkaat ostavat haluttuja olosuhteita, eivät vain teknologiaa. Yhtenä keskeisenä markkinatekijänä lyhyellä aikavälillä saattavat olla ”turvattomuuden” markkinat, jossa ICT-ratkaisujen myynnin keskeiseksi markkina-argumentiksi nousevat taloteknisten järjestelmien toimintavarmuus ja järjestelmän turvallisuus. Keskeinen tulevaisuuden ongelma verkottuneissa taloteknisissä järjestelmissä on sama kuin muissakin tietoverkoissa: tietoturva ja virheiden kasautuminen monimutkaistuvissa keskenään kommunikoiivissa systeemeissä.

Ajurit. Lyhyellä aikavälillä keskeisiä ajureita ovat kilpailu olosuhdepalveluiden laadulla sekä vaativien asiakkaiden yksilölliset tarpeet.

Pitkä aikaväli (5–15 vuotta)

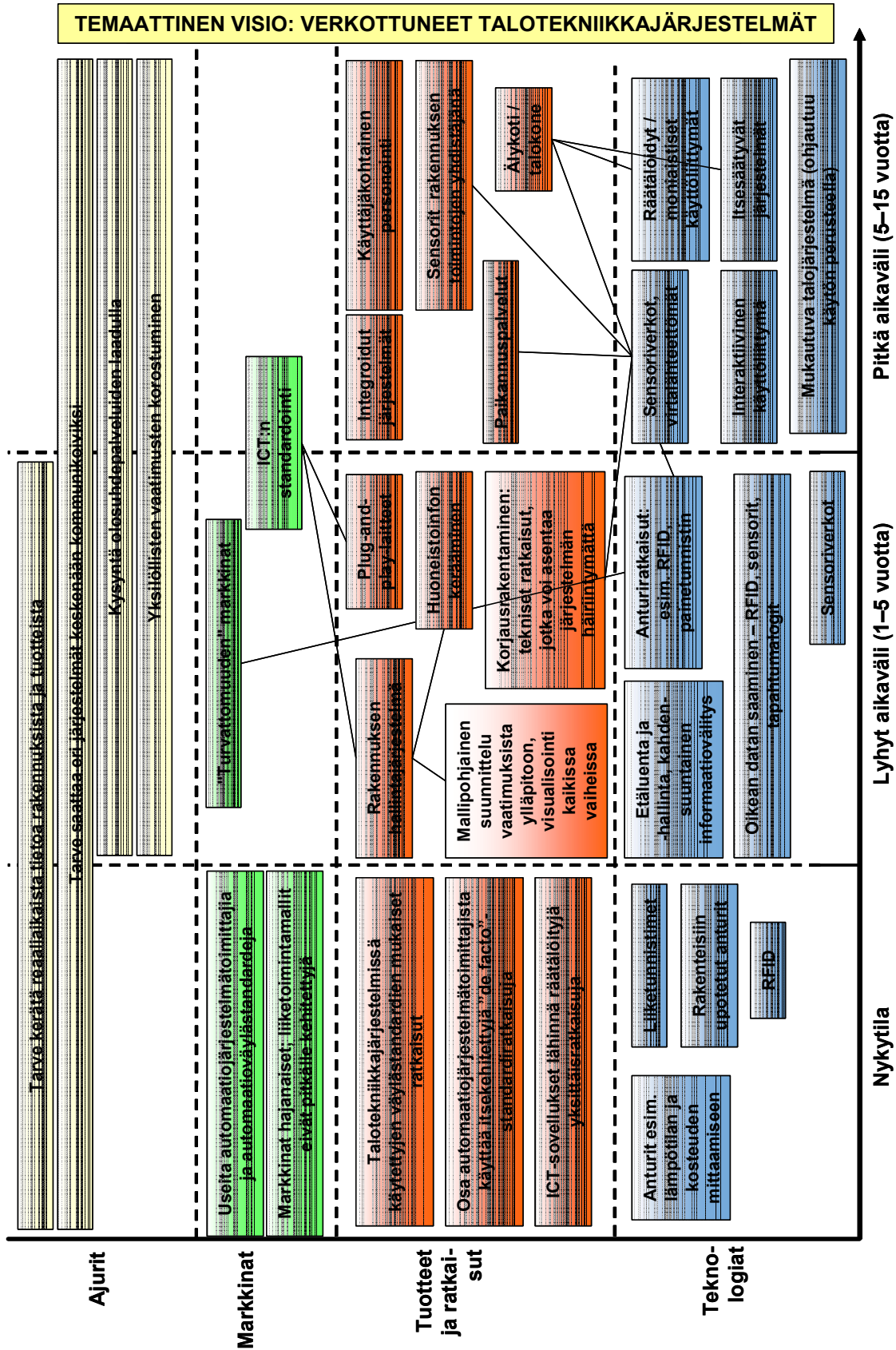
Teknologia. Pitkällä aikavälillä voidaan puhua mukautuvasta talotekniikkajärjestelmästä, joka ohjautuu käytön perusteella. Mukautuvaan talotekniikkajärjestelmään kytkeytyvät

erilaiset itsesäätyvät järjestelmät, esimerkiksi autonominen valtakunnalliseen kokonaiskulutukseen, sähköenergian hintaan ja ulkoilmaolosuhteiseen sidonnainen käyttäjäkohtaisesti personoitu kiinteistön sähköenergian kulutuksen hallinta. Mukautuvan talotekniikkajärjestelmän keskeisenä teknologisenä perustana ovat talotekniikkajärjestelmän eri osakokonaisuuksia integroivat ohjelmistolliset ja laitteistotason arkkitehtuuriratkaisut sekä virtalähteettömät langattomat sensoriverkot, jotka ”louhivat” käyttöenergiansa ympäristöstään. Mukautuvaa talotekniikkajärjestelmää ohjataan interaktiivisella käyttöliittymällä, joka sopeutuu käyttäjän tottumuksiin. Käyttöliittymät voidaan räätälöidä ja ne ovat moniaistisia eli niiden toiminta perustuu esimerkiksi paineentunnistus-, ääni-, ele-, valo- ja lämpötilatietojen käyttöön.

Tuotteet ja ratkaisut. Pitkän aikavälin ratkaisuuksina voidaan puhua älykodista tai talokoneesta, jossa sovelletaan edellä mainittua mukautuva talotekniikkajärjestelmää. Talo on kuin kone siinä mielessä, että järjestelmä on osittain autonominen ja se voi tarvittaessa myös tehdä ”tuotteita” eli esimerkiksi tuottaa energiaa vaikkapa paikallisesti suljettuun infrastruktuuriin. Mukautuva talotekniikkajärjestelmä soveltaa paikannuspalveluita eri tavoin. Älykoti on käyttäjäkohtaisesti personoitu mutta samanaikaisesti kokonaisvaltaisesti integroitu. Eritasoiset sensoriverkot yhdistävät rakennuksen toiminnot joustavaksi systeemiksi.

Markkinat. Pitkällä aikavälillä järjestelmien turvallisuus, toimivuus ja joustavuus ovat markkinoiden kynnyskysymyksiä. Integroitujen ja modulaaristen ratkaisujen toteutuksessa standardoitujen ICT-ratkaisujen hyödyntäminen nousee keskeiseksi. Haasteet lyhyellä ja pitkällä aikavälillä kiteytyvät ennen muuta standardoinnin luonteeseen. Standardit joko puuttuvat tai niiden pitäisi olla enemmän de facto -tyyppisiä.

Ajurit. Kilpailu olosuhdepalveluiden laadulla korostuu pitkällä aikavälillä samaten kuin yksilöllisiin vaatimuksiin vastaaminen.



Kuva 11. Temaattinen tiekartta 2: verkottuneet talotekniikkajärjestelmät.

3.4.2 Tiekartta: talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessi

Visio:

Talotekniikan temaattinen visio – talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessi

ICT:llä on talotekniikassa kaksinainen rooli, toisaalta talotekniikan laitteiden ja järjestelmien tekemisessä, toisaalta talotekniikan luomien olosuhteiden hallinnassa ja ohjauksessa rakennusten elinkaaren eri vaiheissa. Tulevaisuudessa talotekniikan suunnittelu ja suunnitelma- ja toteutustietojen hallinta perustuvat tuotemallitekнологiaan. Elinkaari-suunnittelu mahdollistaa tarkastelun kohteen koko eliniän tai lyhyempien jaksojen ajalla. Suunnittelu-, visualisointi- ja simulointijärjestelmät mahdollistavat lopputuloksen ja sen toteuttamisen havainnollistamisen (virtuaalitulat, virtuaalirakentaminen). Teknologia mahdollistaa talotekniikan luomien olosuhteiden joustavan muuntelun ja sopeuttamisen käyttäjän tarpeisiin.

Talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessien tiekartta esitetään kuvassa 12 ja seuraavassa sitä käsitellään vaiheittain.

Nykytila

Teknologia. Tämän hetken kärkiteknologia talotekniikan elinkaaren suunnittelussa on melko hajanainen. Elinkaaren suunnittelussa tehdään simulointia osittain käsityönä ja parhaassa tapauksessa erillisillä ohjelmajövelluksilla. Suunnittelussa käytetään parhaisissa tapauksissa tuotemalleja (esim. 3D-visualisointi).

Tuotteet ja ratkaisut. Ratkaisujen suunnittelu on tyypillisesti hankekohtaista ja räätälöityä, referenssisuunnitelmien käyttö on vähäistä. Asiakkaan osallistuminen suunnitteluprosessiin on satunnaista ja hänen tarpeidensa huomioon ottaminen puutteellista. Eri valmistajat käyttävät eri toimintoihin erillisiä ohjelmajöveja, standardeja ei ole riittävästi. Eri suunnitteluohjelmilla voidaan tehdä törmäystarkasteluja esimerkiksi siitä, ovatko LVI-suunnitelmat ristiriidassa rakenne- tai sähkösuunnitelmien kanssa, joten taloteknisten yksittäisratkaisujen välisiä rajapintoja ja kytkentöjä voidaan pienessä mittakaavassa jo hallita.

Markkinat. Tällä hetkellä tilanne markkinoilla on se, että suunnittelijat eivät osaa kommunikoida asiakkaalle eli loppukäyttäjälle vaihtoehtoisten ratkaisujen hyötyjä ja kustannuksia. Asiakkaiden erilaisia tarpeita ei oteta riittävästi huomioon suunnitteluprosessissa. Taloteknistä suunnittelua ei ole integroitu perusratkaisuihin ja siksi ratkaisut joudutaan tekemään aina jo suunniteltuihin rakenteellisiin ratkaisuihin.

Ajurit. Talotekniikan elinkaaren suunnittelussa on tällä hetkellä ajurina tuotantolähtöisyys.

Lyhyt aikaväli (1–5 vuotta)

Teknologia. Talotekniikan elinkaaren suunnittelun lyhyen aikavälin teknologioina korostuvat visualisoivat ja virtuaalitilaa hyödyntävät suunnitteluohjelmat. Simulointi integroidaan systemaattisesti taloteknisen järjestelmän suunnitteluun ja sitä toteutetaan suunnittelun eri vaiheissa. Tiedon hallinta perustuu tuotemalliteknoologiaan, jossa IFC:n vakiinnuttaminen on avainkysymys.

Tuotteet ja ratkaisut. Lyhyen aikavälin oleellisina ratkaisuina ovat erilaiset muuntojouston mahdollistavat ratkaisut ja palvelut. Oleellisia tuotteita ovat myös uudet suunnittelutuotteet ja -ratkaisut, jotka tukevat markkinamuutoksia. Tällaisia ovat esimerkiksi kollaboratiiviset (web-pohjaiset) työkalut, jotka mahdollistavat asiakkaan osallistumisen suunnitteluprosessiin, sekä systeemikonfiguraattorit, jotka mahdollistavat integroitujen talotekniikkajärjestelmien tehokkaan suunnittelun.

Markkinat. Lyhyellä aikavälillä suunnitteluun osallistuvien toimijoiden tulisi muuttaa liiketoimintamallejaan asiakaslähtoisemmiksi ja palveluvetoisemmiksi. Ominaisuuksilla kilpailu, ja laajemmin olosuhteilla kilpailu, johtaa siihen, että toimijoiden tulee panostaa suunnitteluun yhä enemmän. Samalla uusista ratkaisuista tulee tiedottaa asiakkaille tehokkaasti, jotta kehitetyille ratkaisuille löytyisi myös kysyntää.

Ajurit. Lyhyen aikavälin ajureissa tuotantolähtöisyydestä aletaan siirtyä kohti asiakaslähtöistä suunnittelua ja suunnittelun laadun parantamista ja nopeuttamista. Talotekniikan elinkaaren suunnittelun kehittymistä ajavat eteenpäin myös kestävä kehitys ja ympäristöystävällisyyttä korostavat ajurit sekä toimijoilta kasvavassa määrin vaadittava yhteiskuntavastuu, joka näkyy erityisesti energiatehokkuusvaatimuksien korostumisena.

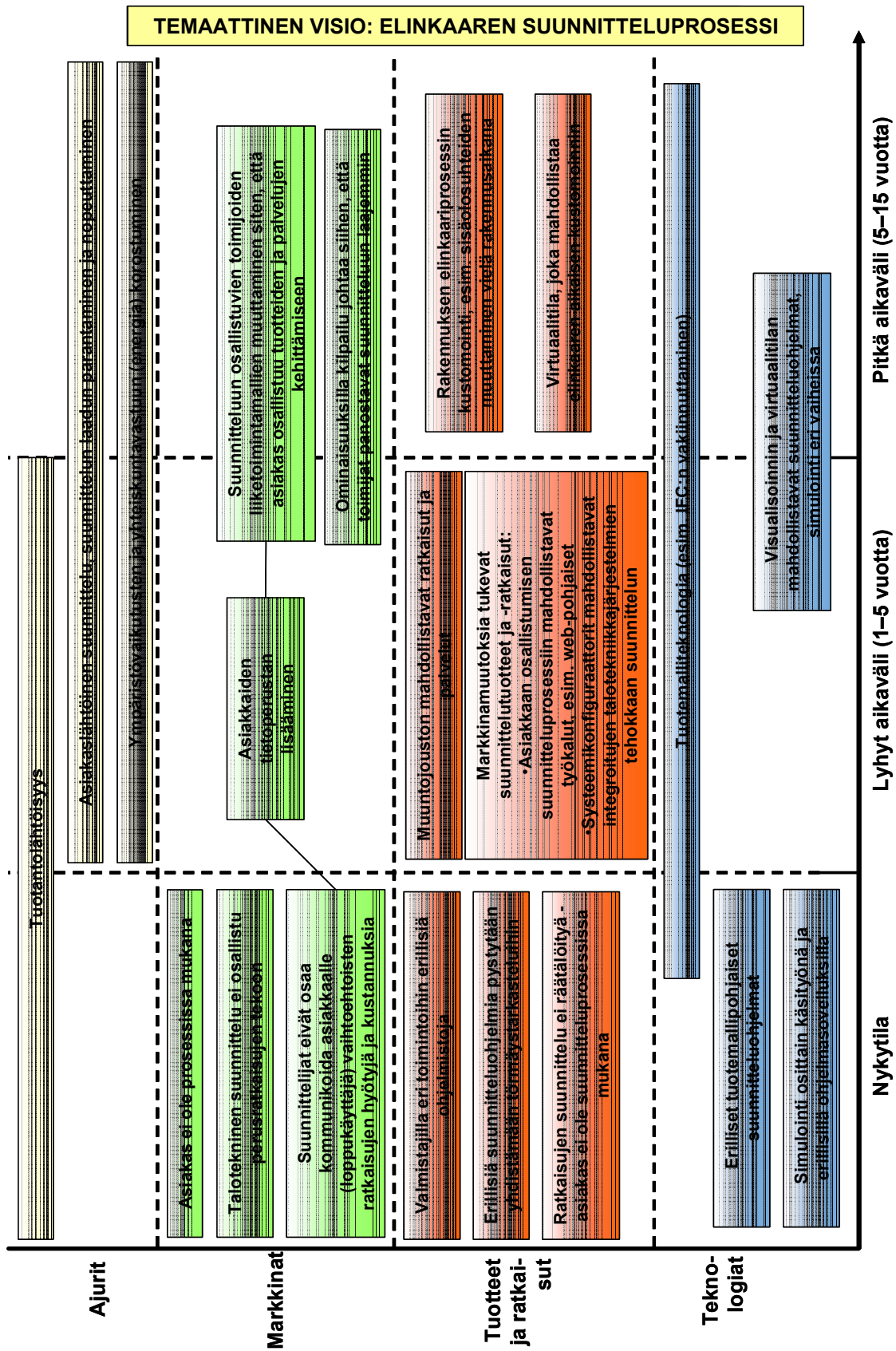
Pitkä aikaväli (5–15 vuotta)

Teknologia. Elinkaaren suunnittelussa käytetään erilaisia visualisointia ja virtuaalitilaa hyödyntäviä ohjelmia. Simulointi kattaa koko suunnitteluprosessin. Tiedon hallinta toteutetaan tuotemallipohjaisesti.

Tuotteet ja ratkaisut. Pitkällä aikavälillä nousevina ratkaisuina ovat rakennuksen elinkaari-prosessin kustomointi, joka viittaa esimerkiksi mahdollisuuteen muuttaa sisäolosuhteita vielä rakennusaikana. Rakentamisen eri vaiheissa tapahtuva kustomointi mahdollistuu virtuaalitilassa, jossa suunnitelmat voidaan visualisoida ja jossa asiakas pääsee myös osallistumaan suunnitteluprosessiin.

Markkinat. Liiketoimintamalleissa korostuvat voimakkaasti asiakaslähtöisyys ja palvelut. Suunnittelu on integroitujen palvelupakettien tuottamisessa keskeisessä roolissa.

Ajurit. Pitkällä aikavälillä ajurina toimivat pääsääntöisesti asiakaslähtöisyys sekä suunnittelun laadun parantaminen ja nopeuttaminen. Taloteknisiltä ratkaisuilta odotetaan energiatehokkuutta ja niiden tulee olla ympäristöystävällisiä.



Kuva 12. Temaattinen tietokartta 3: talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessi.

3.5 Temaattiset tiekartat: liitynnät rakennuksiin ja infrastruktuuriin

Visio:

Talotekniikan temaattinen visio – liitynnät rakennuksiin ja infrastruktuuriin

Talotekniikan liityntöjen tavoitetilana on toimiva rakennus tyytyväisine käyttäjinään, jossa järjestelmät ohjautuvat käytön mukaan, kommunikoivat keskenään ja hyödyntävät kaksisuuntaista informaatiota. Liitynnät perustuvat elinkaaripalvelulla tuotettuun henkilökohtaiseen olosuhdehallintaan. Rakennuksen tekniset järjestelmät toimivat plug-and-play-periaatteella, jolloin on olemassa vakioituja infrastruktuuripaketteja ja vakioituja talotekniikkapaketteja eri rakennustyypeille. Vakioiduista paketeista räätälöidään kullekin asiakkaalle sopiva kokonaisuus. Rakennuksissa on hallintajärjestelmä, joka jatkuvasti mittaa, ohjaa, valvoo ja hallitsee rakennuksen toimintoja. Talot ovat osa avointa infrastruktuuria, mutta ne voivat toimia myös infrastruktuurin tuottavana osana, esimerkiksi lämmöntuotannossa tai suljetuissa alueellisissa järjestelmissä, jossa jokin infrastruktuurin toiminto hoidetaan pienemmällä toimijajoukolla (kaksisuuntainen talotekniikan peruspalvelu). Energiaomavaraiset rakennukset ovat realistisia toteutusvaihtoehtoja.

Talotekniikan liitynnät rakennuksiin ja infrastruktuuriin tiekartta esitetään kuvassa 13 ja seuraavassa sitä käsitellään vaiheittain.

Nykytila

Teknologia. Tämän hetken state-of-the-art-teknologiaa liitynnöissä ovat erilaisten mittarien, kuten sähkömittarien, etäluentia ja matalaenergiarakentaminen sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Oleellinen ongelma on asennusvaiheen käsityövaltaisuus, joka sekä hidastaa asentamista että heikentää asentamisen tasalaatuisuutta.

Tuotteet ja ratkaisut. Tämän hetken state-of-the-art-tuotteita ovat ”älyikkuna”, etäluettava sähkömittari, langattoman laajakaistan asettaminen talorakenteisiin, teollisen rakentamisen ratkaisut (esim. esivalmistettu kylpyhuone) sekä energia- ja ekotehokkaat ratkaisut (esim. eristepaksuuden kasvattaminen, superikkuna).

Markkinat. Markkinat ovat tällä hetkellä melko toimimattomat talotekniikan liityntöjen kohdalla. Tämä johtuu siitä, että toistaiseksi ei ole ollut juurikaan tarvetta kehittää liityntöjä ja kilpailla ominaisuuksilla, koska liityntä on usein tullut automaattisesti tuotteen tai palvelun mukana. Työvoiman kohdalla on erityisesti tarvetta eri ammatteja yhdistäville tutkinnoille (esim. putkiasentaja ja sähköasentaja, monitoimiasentaja).

Ajurit. Tämän hetken ajureita ovat energian hinta- ja saatavuusriskit, jotka pakottavat erilaisiin energiaa säästäviin ratkaisuihin. Pidemmällä aikavälillä ympäristöpaineet saattavat korostua varsinkin, jos ilmaston lämpeneminen voimistuu. Oleellisia rakennusteknisiä ajureita ovat suurempi kysyntä sisäolosuhteiden hallinnalle ja laajemmin kiinteistön kokonaistoimivuudelle. Liityntöjen muutokset vaikuttavat myös rakennuksen käyttötarkoituksen muutokseen pidemmällä aikavälillä, jolloin talotekniikan tulisi mukautua muuttuviin käyttäjätarpeisiin.

Lyhyt aikaväli (1–5 vuotta)

Teknologia. Talotekniikan liitynnöissä lyhyellä aikavälillä nouseva keskeinen teknologia on kaksisuuntainen kommunikointi (esim. mittareiden etäluentana, jossa toiseen suuntaan annetaan viestejä kuluttajalle), jota voi hyödyntää esimerkiksi sähköjakelussa. Toinen liitynnöissä lyhyellä aikavälillä nouseva teknologia on kaukojäähdytys. Matalaekserkiateknologian hyödyntäminen myös yhdyskuntatasolla on sekin nouseva teknologia.

Tuotteet ja ratkaisut. Lyhyellä aikavälillä olisi oleellista edistää tällä hetkellä tiedossa olevien teknologioiden käyttöönottoa sekä poistaa käyttöönoton esteitä. Tätä voisi kutsua toiminnalliseksi ratkaisuksi. Lyhyellä aikavälillä nousevia uusia ratkaisuja ovat rakenteisiin upotetut anturit, joita voidaan käyttää esimerkiksi kosteuden mittaamiseen rakenteissa. Liitynnöissä tullaan myös yhä enemmän soveltamaan uusia pinnoitteita ja materiaaleja, kuten suurlujuusterästä ja muovikomposiitteja. Uusien materiaalien etuina ovat kulutuskestävyys, rakenteellinen kestävyys ja materiaalin keveys (komposiitit).

Markkinat. Lyhyen aikavälin markkinatilanne muuttuu etenkin siitä syystä, että ylläpitopalveluiden tarjoajien tiedon tarpeet kasvavat. Kasvava olosuhteilla kilpailu johtaa markkinatilanteen muutokseen myös liitynnöissä. Muutos vaatii kuitenkin mahdollisuuksien parempaa kommunikointia asiakkaille. Kommunikoinnista kumpuaa myös heikkous, joka on seurausta brandien puuttumisesta liityntöjen kohdalla. Tämän lisäksi teollisuus on lähtökohtaisesti haluton muuttamaan toimintatapojaan liityntöjen tuottamisen kohdalla, mikä myös hidastaa muutosta.

Ajurit. Lyhyellä aikavälillä liityntöjen ajureina korostuvat, kuten tälläkin hetkellä, energian hinta- ja saatavuusriskit ja ympäristöpaineet sekä liityntöjen tuotannon, asentamisen että rakennusten käytön kohdalla. Ikääntyvä väestö ikääntyvissä rakennuksissa vaatii talotekniikan sopeuttamista rakennuksen ja väestön elinkaareen. Liityntöjen tuottamisessa tapahtuu enenevää ulkoistamista, mikä lisää palveluntarjoajien tiedon tarvetta.

Pitkä aikaväli (5–15 vuotta)

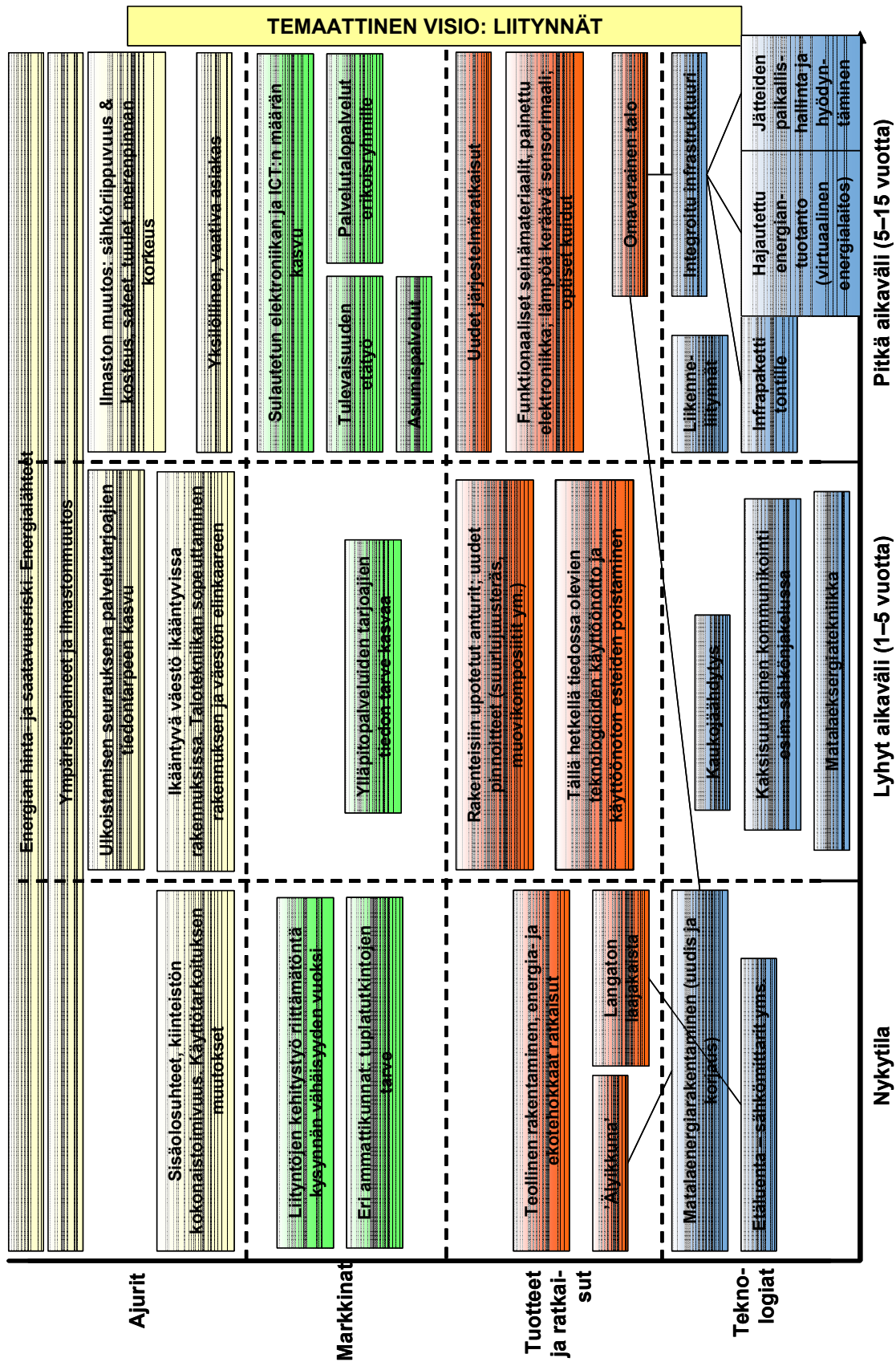
Teknologia. Pitkän aikavälin liitynnöissä voidaan puhua integroidusta infrastruktuurista. Pitkällä aikavälillä voidaan tuoda kaikki tarvittavat liitännät sisältävä infrapaketti räätä-

löidysti suoraan tontille. Pitkällä aikavälillä yleistyvät myös hajautetun energiatuotannon ratkaisut, jolloin rakennus voi olla osa energiaa tuottavaa rakennetta joko tuottamalla sitä paikalliseen käyttöön tai jopa myymällä sitä jollekin tiettyä hintaa tai palvelua vastaan (virtuaalinen energialaitos). Teknologia mahdollistaa myös jätteiden paikallishallinnan ja -hyödyntämisen uusin tavoin (esim. jätteiden automaattinen lajittelu, käsittely ja hyödyntäminen). Pitkällä aikavälillä myös liikenneliitynnät ja niiden vaikutus alueelliseen energiankäyttöön on optimoitava osana infrastruktuuria.

Tuotteet ja ratkaisut. Pitkän aikavälin tuotteina ja ratkaisuina voi pitää omavaraista rakennusta, joka täyttää itse oman energiatarpeensa ja hoitaa jätteiden käsittelyn. Tuotteina voivat olla myös funktionaaliset seinämateriaalit, jotka voivat muuttaa ulkonäköään, kuviointiaan ja energiatarpeiden mukaan lämmönläpäisykykyään tai ne voivat toimia aktiivisina mittareina yhdistettynä erilaisiin painetun elektroniikan ratkaisuihin. Talon ulko- tai sisäpinnalla voi käyttää lämpöä keräävää sensorimaalia, joka on yksi osa rakennuksen hajautettua energiatuotanto- ja talteenottojärjestelmää. Liitynnöissä sovelletaan myös optisia kuituja tiedonvälityksessä sekä uusia järjestelmäratkaisuja (esim. kuljetus- ja kulkujärjestelmät).

Markkinat. Rakenteisiin sulautetun elektroniikan määrä kasvaa johtuen ICT-ratkaisujen integroinnista keskeiseksi osaksi talotekniikan ydintä. Talotekniikan tuotanto hajautuu laajoille alihankkijaverkostoille, joka taas kasvattaa verkoston hallinnan tarpeita ja kontrollia. Vaarana on, että tuotannon laaja ketjuttaminen johtaa osittaiseen vastuun hämärtymiseen ja saavutettavan laatutason laskuun. ICT:n korostuminen johtuu osittain myös työn rakenteen muutoksesta kohti paikkariippumatonta etätyötä. Markkinoille uutena segmenttinä nousevat laajasti erilaiset uudet palvelutalo- ja asumistalopalvelut. Palveluja tuotetaan erityisryhmille (esim. vanheneva väestö) ja toteutus tapahtuu pitkälti ICT:n tukemana.

Ajurit. Pitkän aikavälin ajurina on yksilöllistä suunnittelua ja palvelua odottava vaativa asiakas. Pitkällä aikavälillä myös ilmaston muutoksen vaikutukset kasautuvat: talotekniikan liitynnöissä ja yleensä talotekniikan suunnittelussa on tarpeen ottaa huomioon kosteuden aiheuttamat haitat sähköriippuville teknisille ratkaisuille sekä lisääntyneet sateet, tuulet ja jopa pitkällä aikavälillä tapahtuvat merenpinnan korkeuden muutokset. Energialähteet ovat entistä hajautuneempia johtuen rakennuksen toiminnasta osana energiantuotannon infrastruktuuria. Sisäolosuhteita halutaan muokata räätälöidysti, joustavasti ja käyttöliittymästä riippumatta. Samaten rakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa tulee ottaa huomioon elinkaari: elinkaaren eri vaiheissa rakennuksessa saattaa olla hyvinkin erilaisia käyttäjiä ja taloteknisten ratkaisujen tulisi joustavasti pysyä vastaamaan erilaisten käyttäjätarpeiden asettamiin haasteisiin.



Kuva 13. Temaattinen tiekartta 4: Liitynnät rakennuksiin ja infrastruktuuriin.

3.6 Temaattiset tiekartat: palvelut ja liiketoimintamallit

Visio:

Talotekniikan temaattinen visio – palvelut ja liiketoimintamallit

Talotekniikan liiketoimintamalli on muuttunut siten, että sekä asiakkaat että tuottajat tiedostavat olosuhteiden tuottamisen ja ylläpidon olevan talotekniikan keskeisin tavoite. Asiakkaat ostavat olosuhteita ja toimintoja sekä niiden ylläpidossa tarvittavia palveluja, eivät vain taloteknisiä laitteita ja järjestelmiä. Olosuhteet ja toiminnot mukautuvat tilan tai rakennuksen koko elinkaaren aikaisiin tarpeisiin. Talotekniikan toteuttajat hallitsevat tarvittavien olosuhteiden tehokkaan ja taloudellisen tuottamisen ja ylläpidon prosessit ja menetelmät. Haluttujen olosuhteiden tuottamiseksi on useita erilaisia tapoja. Tyypillisesti asiakkaalla on vain yksi sopimuskumppani, mutta palvelut tuottaa eri yritysten muodostama vastuullinen integroitukonsortio. Palveluliiketoiminnan osa-alueita ovat mm. joustavat korjauspalvelut tilaajalle, käyttäjälle ja asukkaille, tuotemallipohjainen rakennusten elinkaaritiedon hallinta, sisäolosuhteiden kustomointi, rakennuksen historiatiedon hallinta, käyttöliittymien mukauttaminen, kommunikaatiopalvelut, turvapalvelut yms. Palveluja on kahdentyyppisiä: teknisiä, talotekniikkajärjestelmien tuottamia palveluja sekä muita, sopimukseen ja toimenpiteisiin perustuvia palveluja rakennuksen elinkaaren aikana tai valittuna sopimusaikana.

Talotekniikan palvelujen ja liiketoimintamallien tiekartta on esitetty kuvassa 14 ja seuraavassa sitä käsitellään vaiheittain.

Nykytila

Tuotteet ja ratkaisut. Tämän hetken state-of-the-art-ratkaisuja ovat korjaus- ja ylläpitopalvelut. Tämän lisäksi tuotetaan joustavasti erilaisia osittaisia räätälöityjä palvelukonsepteja (esim. ESCO¹³-palvelut). Kärkiteknologian tematiikaksi on kasvavassa määrin noussut talotekniikan yhdistäminen terveellisyyteen. Konseptia hyödyntäviä ratkaisuja ovat esimerkiksi erilaiset allergiatalot. Erilaiset turvapalvelut (esim. omakotitaloihin suunnatut etävalvontajärjestelmät) ovat käytössä. Myös erilaiset energianseuranta-palvelut (esim. huoneistokohtainen kylmän ja lämpimän veden mittaus) ovat tämän hetken sovelluksia. Tuoterajapintojen hallintaa sovelletaan jo tällä hetkellä. Tämän hetken state-of-the-art-ratkaisujen ongelma on kuitenkin se, että palvelujen ja liiketoimintamallien logiikka on hajautunut ja osaitimoiva.

¹³ ESCO (Energy Service Company). ESCO-palvelu on liiketoimintaa, jossa ulkopuolinen energia-asiantuntija toteuttaa asiakasyrityksessä investointeja ja toimenpiteitä energian säästämiseksi. ESCO-palvelun kustannukset, energiansäästöinvestointi mukaan luettuna, maksetaan säästöillä, jotka syntyvät alentuneista energiakustannuksista. (<http://www.motiva.fi/fi/toiminta/esco-toiminta/>)

Markkinat. Markkinat toimivat tällä hetkellä primäärisesti hintakilpailuun perustuen tavoitteena kustannussäästöjen aikaansaaminen aluksi investoinnissa ja myöhemmin käytössä. Toimijat ovat eriytyneitä ja tuottavat yksittäisiä ratkaisuja. Toimintamalli on ennen muuta perua toimialan historiasta: kyseessä on eräänlainen lock-in-tilanne, jossa toimijat tuottavat sitä, mitä on ennenkin tuotettu suunnilleen samalla tavalla kuin aina, ja asiakkaat tyytyvät ostamaan suunnilleen sitä, mitä ovat aina saaneet. Minimim tuottaminen on tällöin osittain kiinni myös alan koulutetun työvoiman pulasta. Kiinnostus rakennusalan koulutukseen on kuitenkin ollut kasvussa, joten uusiutumistakin tapahtuu jatkossa.

Ajurit. Tämän hetken palvelumallien ajureina ovat ICT:n tuomat uudet mahdollisuudet talotekniikan osien välisessä kommunikaatiossa sekä etäohjauksessa. Elinkaariajattelun kehittyessä ja palvelukulttuurin yleistyessä ajurit ovat laajenemassa kokonaistaloudellisuuden suuntaan.

Lyhyt aikaväli (1–5 vuotta)

Tuotteet ja ratkaisut. Lyhyen aikavälin tuotteita ja ratkaisuja on useita. Ensimmäisenä laajempina tuotekokonaisuutena voi mainita asiakaslähtöiset ja joustavat elinkaaren tai sopimusjakson aikaiset olosuhdepalvelut. Olosuhdepalvelujen myynti voi keskittyä osapalveluihin, esimerkiksi sisäilman laatuun, terveellisyteen tai käyttäjään sopeutuvaan valaistukseen tai olosuhteisiin kokonaisuudessaan. Taloteknisten järjestelmien tuotteistaminen keskittyy tulevaisuudessa yhä enemmän olosuhteiden myyntiin taustalla olevasta teknologiasta riippumatta. Toisena laajempina sovelluksena voi pitää rakennusten historiatiedon keräämisen, tallentamisen ja analysoinnin avaamia mahdollisuuksia sekä järjestelmien suunnittelussa rakentamisessa, ylläpidossa että korjauksissa. Rakennuksen historiatietoa voi kerätä rakennuksen hallintajärjestelmä. Kolmantena lyhyen aikavälin ratkaisuna ovat erilaisten käyttöliittymien kehittäminen. Käyttöliittymiä tulisi voida räätälöidä joustavasti siten, että mahdollisimman yksinkertaista käyttöliittymää haluava voi saada periaatteessa samat teknologiset ratkaisut kuin talotekniikasta kiinnostunut ja monimutkaisemman käyttöliittymän haluava asiantuntija. Käyttöliittymän tulisi mahdollistaa talotekniikan hallinta mutkattomasti myös ilman teknologian tuntemusta. Neljäntenä nousevana ratkaisuna lyhyellä aikavälillä ovat tuotemallipohjainen ylläpito ja kiinteistönhallinta. Viidentenä ovat joustavat asukkaille suunnatut palvelut, jotka voivat liittyä rakennuksen korjaukseen, ylläpitoon tai asumista tukeviin toimintoihin, esimerkiksi ruokapalvelu. Kuudentena lyhyen aikavälin liiketoiminnallisena ratkaisuna on myynnin tukijärjestelmien kehittäminen. Tämä tapahtuu erilaisin visualisoinnin menetelmin ja esimerkiksi jälkimarkkinoinnilla.

Markkinat. Markkinat alkavat lyhyellä aikavälillä toimimaan osittain ”open source”-mallin mukaan, jolloin tietyt geneeriset ratkaisut ovat jaettuja. Tällöin strategisena toi-

mintamalla korostuu toimijoiden verkostoituminen sekä kumppanuuksien muodostaminen. Kehityksessä olevien integroitujen palvelukokonaisuuksien vastapainoksi luodaan pienimuotoisempia ja kohtuuhintaisia palveluita (esim. öljylämmityksen huoltosopimus), joita tarvitaan erityisesti ylläpidossa ja järjestelmien korjauksissa. Uudenlaisten markkinatoimintojen esteenä saattavat kuitenkin olla alan perinteet ja vanhanaikaiset toimintatavat. Cube-teknologiaohjelman loppuraportissa (Cube 2006) todetaan: ”Siirryttäessä tuote- ja tuotanto-orientoituneesta liiketoiminnasta ominaisuusperustaiseen palveluliiketoimintaan perinteiset toimintamallit eivät toimi. Asiakkuus rakentuu yksittäisten ostopäätösten sijaan yhä enemmän tulevaisuuteen kohdistuville odotusarvoille ja luotamukselle – elinkaariominaisuuksille. Prosesseja ja verkostoja on kehitettävä siten, että käyttäjät kokevat saavansa haluamansa helpommin, nopeammin ja varmemmin. Pitkien prosessiketjujen sijaan tarvitaan yhteistyöverkostoja.”

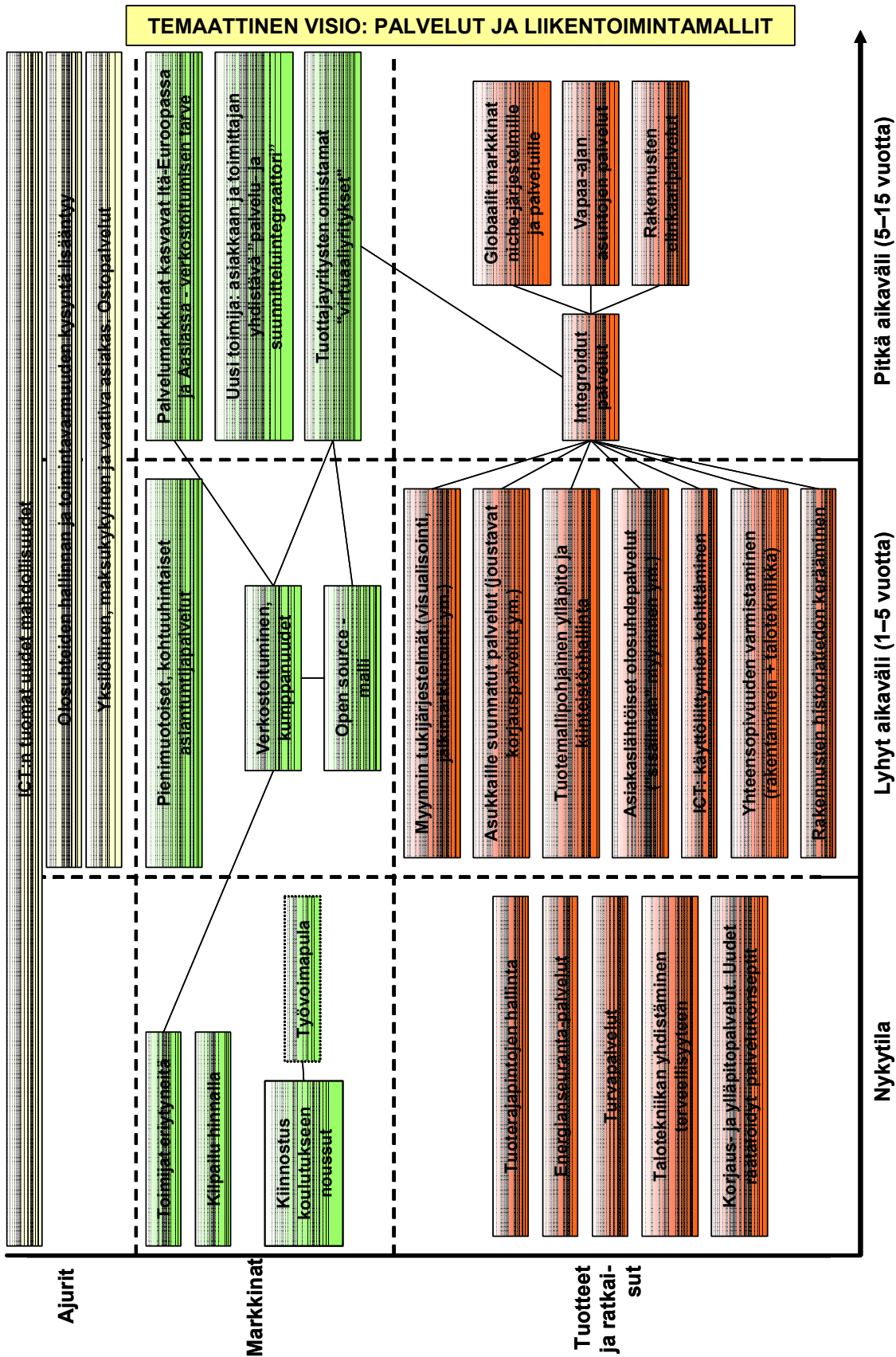
Ajurit. Talotekniikan palveluiden ja liiketoimintamallien lyhyen aikavälin ajurina ovat ICT:n tuomat uudet mahdollisuudet. ICT mahdollistaa uudenlaisia olosuhteiden hallinnan ratkaisuja ja muita palveluja, joille löytynee kysyntää. Syntyy palveluja, joiden ensisijaisena ajurina on yksilöllinen, maksukykyinen ja vaativa asiakas. Tämä johtaa myös toimintavarmuuden kysynnän kasvuun. Vaativa asiakas voi periaatteessa olla joko lopukäyttäjä tai lisäarvoketjun seuraava lenkki.

Pitkä aikaväli (5–15 vuotta)

Tuotteet ja ratkaisut. Pitkällä aikavälillä edetään kohti integroituja palveluja, räätälöityjä elinkaaren aikaisia palvelupaketteja, jotka yhdistävät eri tavoin edellisessä lyhyen aikavälin tarkastelussa kuvattuja tuotteita ja ratkaisuja. Lähtökohtana on se, että integroidut palvelut ovat personoituja ja suunnattu eri asiakassegmenteille vaativasta olosuhteiden palveluiden ostajasta perinteisempään hartiapankkirakentajaan ja siitä aina asumisen vaivattomuutta ja helppoutta haluavaan asiakkaaseen. Hyvin paketoituilla tuotekonsepteilla ja niche-järjestelmillä tulee olemaan globaalit markkinat. Pitkällä aikavälillä rakennusten elinkaari palvelut tulevat olemaan keskeinen palveluiden organisoinnin muoto. Yhä useammalla suomalaisella on tulevaisuudessa kakkosasuntona perinteisestä kesämökistä parannettu versio, joka vastaa omakotiasumista. Tämä luo kysyntää vapaa-ajan asuntojen palveluille. Yleisenä pitkän aikavälin integroitujen ratkaisujen pullonkaulana ovat laaja-alaisen standardoinnin vaikeudet. Yksi keskeinen tuotteita ja palveluja koskeva pitkän aikavälin mahdollisuus ovat uudet rahoitusratkaisut, joissa rakennusoikeutta käytetään maksun perusteena, eli mitä energiatehokkaammin rakentaa, sitä enemmän saa rakennusoikeutta. Tätä varten pitäisi kehittää indikaattorit. Toinen rahoitusratkaisu on sitoa energiankulutus lainan korkoon, jolloin vähemmän energiaa kuluttavien rakennusten rakennuttajat saavat halvempaa lainaa.

Markkinat. Pitkällä aikavälillä markkinoilla toimii tuottajayritysten omistamia ja muodostamia virtuaaliyrityksiä, eräänlaisia pieniä klustereita, jotka tuottavat erilaisia joustavasti räätälöityjä integroituja palveluja. Verkostoitumisen tarvetta kasvattaa palvelumarkkinoiden kasvu Itä-Euroopassa ja Aasiassa. Markkinoille saattaa syntyä myös uusia toimijoita, esimerkiksi palvelu- ja suunnitteluintegraattoreita, jotka yhdistävät asiakkaan ja palvelun toimittajan.

Ajurit. Pitkän aikavälin keskeiset ajurit talotekniikan palveluille ja liiketoimintakonsepteille ovat melko lailla samat kuin lyhyelläkin aikavälillä: ICT:n luomat mahdollisuudet, olosuhteiden hallinnan ja toimintavarmuuden kysynnän kasvu, yksilöllisten ja vaativien asiakkaiden luoma tarve elinkaaren aikaisille palvelukonsepteille sekä erilaisten ostopalvelujen yleistyminen. Verrattuna lyhyen aikavälin orastaviin kehityskulkuihin edellä mainituista ajureista tulee keskeisiä talotekniikan palveluiden kehitykseen vaikuttavia murrostekijöitä.



Kuva 14. Temaattinen tiekartta 5: palvelut ja liiketoimintamallit.

4. Johtopäätökset

”Talotekniikan tiekartta” -projektissa tuotettiin näkemys talotekniikan keskeisiin muutoksiin ja haasteisiin tulevaisuudessa. Tässä luvussa esitetään metatietokartan pohjalta tehty yhteenveto tiekartoista, tulevaisuuden haasteiden muodossa kuvattu kooste kolmannen työpajan yhteydessä käydystä johtopäätös- ja toimenpidekeskustelusta sekä talotekniikan kehityslinjat.

4.1 Yhteenveto tiekartoista

Tällä hetkellä talotekniikan state-of-the-art-ratkaisut perustuvat erillISRatkaisuihin. Järjestelmät eivät juuri kommunikoi keskenään, koska ne eivät ole keskenään yhteensopivia. Talotekniset tuotteet ja ratkaisut ovat pääosin teknologiavetoisia, eri toimittajien tuottamia erillISRatkaisuja. Talotekniikan markkinat ovat tällä hetkellä pirstoutuneet hyvinkin erikoistuneisiin aloihin. Markkinoiden toimintaperiaate perustuu pääosin osaoptimointiin, jossa jokainen erikoistunutta talotekniikan ratkaisua myyvä toimija pyrkii terävöittämään tuotteen hinnan mahdollisimman alhaiseksi. Palveluliiketoimintamallit eivät ole kovinkaan kehittyneitä.

Lyhyellä aikavälillä (1–5 vuotta) talotekniikan teknologioissa korostuvat erityisesti modulaarinen talotekniikka, matalaeksergiatekniikka, matalaenergiarakentaminen, tuotemallitekniologia ja muu ICT sekä mittaus- ja anturitekniologia. Lyhyellä aikavälillä korostuvat eri tavoin paketoitujen ja konseptoidujen käyttäjälähtöiset palvelut, kuten se, että myydään terveellisiä sisäolosuhteita (lämpöä, ilmastointia, valaistusta), sekä uusiin nouseviin teknologioihin liittyvät huomaamattomat ratkaisut. Myös häiriöttömän korjauksen ratkaisut ja integroidut käyttöliittymät ovat keskeisiä. Lyhyellä aikavälillä talotekniikan markkinatoiminnassa korostuvat erilaisten palvelukonseptien tuottaminen. Näitä palvelukonsepteja voivat olla osa- ja kokonaispalvelut, joissa ensimmäisessä tietyn talotekniikan osan ympärille luodaan toimittamisen, asentamisen ja ylläpidon kattava palvelukokonaisuus.

Pitkän aikavälin (5–15 vuotta) teknologioissa korostuvat tuotemallitekniologian soveltaminen, matalaeksergiatekniikka, integroitu infrastruktuuri, anturiverkot ja materiaali-tekniologia. Tuoteratkaisut korostavat integroitujen ja käyttäjälähtöisiä palveluja, joissa käyttäjän tarpeen mukaan räätälöidään erilaisia palvelukokonaisuuksia. Käyttöliittymät kehittyvät huomaamattomiksi ja käyttäjien tarpeisiin mukautuviksi. Kokonaistoimitukset ja integraatio (esim. elinkaari- ja palvelut) ovat markkinoiden keskeisiä toimintaideoita. Kokonaistoimituksia voivat tuottaa myös verkottuneet virtuaaliyhteydet. Markkinoille suunnataan tuotteistettuja, segmentoituja ja helposti kustomoitavia palvelukokonaisuuksia. Kilpailuetua luova liiketoimintamalli perustuu kiinteistön palvelukykyyn ja tuottavuuden hallintaan.

4.2 Tulevaisuuden haasteita

Talotekniikan liiketoimintamallien ja palvelukonseptien kehitystarpeiden keskeisenä kehityssuuntana on toisaalta palvelujen integroituminen suuremmiksi kokonaispalvelupaketeiksi (”avaimet käteen ja automaattinen huolto”), toisaalta segmentoituneiden palvelujen suuntautuminen rakennuksen elinkaaren eri vaiheisiin sekä pientalojen asukkaille suunnatut räätälöidyt palveluratkaisut. Palvelut tulisi määritellä eri käyttäjäprofiileille ja käyttäjäryhmille. Palvelun maksaja tulisi integroida palvelun määrittelyyn ja suunnitteluun alusta alkaen. Rakennusprosessin alkuvaiheessa palvelujen vaatimustaso on korkea, mutta hinnoista ei välttämättä ole oikeaa tietoa. Tästä syystä tarvittaisiin tarkempia palvelutasojen sisältöjen ja hintojen määrittelyä. Esimerkiksi vuokrasopimuksissa ei vielä ole lainkaan kuvattu palvelutasoa, jonka vuokraaja sopimuksen allekirjoittamalla saa. Myös asiakkaan tarpeiden määrittelyä, esittämistä ja systematisointia tulisi pyrkiä kehittämään. Tästä syystä palvelutason ja palvelukonseptien määrittelyjen kannalta keskeinen haaste on palveluketjun hallinta ja rajaaminen siten, etteivät kulut nouse liian suuriksi. Tarvetta olisi erityiselle palvelukonsulttitoiminnalle, joka pyrkisi laaja-alaisesti yhdistämään ja integroimaan palvelupaketteja, joiden laatu pysyy riittävänä ja hinnat kohtuullisina.

Yksi talotekniikan tulevaisuuden haaste on elinkaaren ja erilaisten käyttäjien tarpeiden hallinta. Loppukäyttäjistä saattaa rakennuksen suunnitteluvaiheessa olla varsin kapea näkemys. Jos rakennuksen loppukäyttäjää ei tiedetä ennalta, tulisi rakennukset suunnitella joustaviksi ja modulaarisiksi siten, että ne voivat vastata monenlaisiin ja muuttuviin käyttäjätarpeisiin. Sama rakennus voi elinkaaren eri vaiheissa toimia esimerkiksi asuntolina, tuotantotiloina ja toimistotiloina. Tällä hetkellä elinkaarirakentamisen esteenä on se, että rakennuksen hinnan muodostus ei tue elinkaaren huomioivaa rakentamista, joka on tällä hetkellä yhden käyttäjän tarpeisiin rakennettua kalliimpaa. Tulevaisuudessa pitäisi pystyä paremmin ennakoimaan rakennuksen loppukäyttäjien tarpeiden muutosta. Joustava ja erilaisiin asiakassegmentteihin ja -profiileihin vastaava toiminta vaatii siksi talotekniikan tuottajilta uusia liiketoimintamalleja. Liiketoimintamallien perustana tulisi olla esimerkiksi kysymys: kuinka usein rakennuksen käyttäjät ja käyttötarpeet muuttuvat? Voidaanko näitä muuntuvia tarpeita ennakoita? Samanaikaisesti haasteena on kuitenkin se, että talotekniikassa ei ole selvää, mihin asteeseen muunneltavuus voi toimia. Mikä on se raja, mihin muunneltavuuden tulisi joutaa?

Paitsi palvelujen määrittely ja paketointi, myös talotekniikan integrointi on oleellinen tulevaisuuden haaste. Lähtökohta on se, että tekniset valmiudet erilaisten järjestelmien integroimiseksi ovat laajemmat, kuin mitä nykyisin toteutetaan. Tämä johtuu pääosin siitä, etteivät tuottajat osaa muodostaa ja markkinoida integroituja ratkaisuja, ja siksi asiakkaatkaan eivät koe tarvitsevansa pitkälle vietyä integraatiota eivätkä ole siitä valmiita maksamaan. Osaltaan syynä on se, ettei ole integroitujen taloteknisten järjestelmien tuotantokonsepteja ja toisaalta ei ole tarpeeksi tietoa järjestelmäintegroinnin eduista.

Järjestelmäintegroinnin ja yhteensopivien rajapintojen kehittämistä ja käyttöönottoa edistäisi parhaiten se, että loppukäyttäjät vaatisivat niitä. Tämä vaatisi kuitenkin selkeää integroinnin hyötyjen osoittamista. Taloteknisten järjestelmien integrointi mahdollistaa useiden järjestelmien ja laitteiden ohjaamisen ja käytön yhden käyttöliittymän kautta. Integrointi helpottaisi talotekniikan käyttöä, mikäli käyttöliittymiä kehitetään. Käyttöliittymät tulisi voida tarvekohtaisesti räätälöidä. Lisäksi käyttöliittymän tulisi mahdollistaa käyttötarvekohtaisten näkymien tarkastelun, jotta tietylle toiminnolle ”ylimääräinen” tieto ei häiritse käyttäjäkokemusta ja järjestelmän hallintaa. Esimerkkinä voisi käyttää LVI-järjestelmää ja paloilmoitinjärjestelmää: LVI-järjestelmässä on tapahtumia koko ajan mutta paloilmoitinjärjestelmässä varsin harvoin.

Talotekniikan ekotehokkuuteen ja energiavaatimuksiin liittyen keskeistä olisi ottaa huomioon energiatehokkuus paitsi uudisrakentamisessa myös olemassa olevassa rakennuskannassa. Samalla myös kansainväliset ekotehokkuus- ja ympäristövaatimukset saattavat muuttaa talotekniikan tarpeita ja valvontaa. Nykyinen valvonta ja lainsäädäntö ovat talotekniikan kannalta lähinnä sitä, että määritellään minimitasot, joka täytyy talotekniikassa ylittää. Lainsäädäntö ei siten aseta suuriakaan kehityspaineita talotekniikalle.

Keskeinen tulevaisuuden haaste saattaa liittyä myös itse talotekniikan määrittelyyn. Talotekniikan suunnittelun periaatteet saattavat tulevaisuudessa muuttua rajustikin. Kolmannessa työpajassa käydyssä toimenpidekeskustelussa puntaroitiin, voisiko talotekniikka tulevaisuudessa olla jotain ihan muuta kuin nykyisin. Tilanne voi esimerkiksi olla sellainen, että talotekniikan suunnitellaan jo lähtökohtaisesti kestävästi tietyn ajan, esimerkiksi kymmenen vuotta, jonka jälkeen talotekniset järjestelmät vaihdetaan uusiin. Taloteknisen järjestelmän ei välttämättä myöskään tarvitse olla kiinteästi rakenteisiin kytketty. Voisiko talotekninen järjestelmä olla kenties mukana kulkeva? Tällöin se voisi olla jonkinlainen siirrettävä kontti. Joustavuus voi tulevaisuudessa olla talotekniikan suunnittelun kantava periaate. Tällöin talotekniikan putket ja liittynät voisivat kaikinensa kulkea talon ulkopuolella, ja ne voisi vaihtaa helposti repimättä rakennuksen rakenteita auki. Myös uudenlaiset installaatio- ja reititysratkaisut voivat johtaa talotekniikan joustavuuden uudelleenmäärittelyyn.

4.3 Talotekniikan kehityslinjat

Julkaisun lopuksi esitetään kuusi tiekarttoja yhdistävää asiakokonaisuutta, joita voi tiekarttaprosessin perusteella pitää talotekniikan tulevaisuuden suurina kehityslinjoina.

1. *Markkinat segmentoituvat* nykyistä selvemmin toisaalta säännösten mukaisen minimitason täyttävään ”low-end”-markkinasegmenttiin ja asiakaslähtöiseen ”high-end”-markkinasegmenttiin. ”High-end”-markkinasegmentissä visiona voi pitää ”elinkaari-kustomoitavia” käyttöön mukautuvia rakennuksia, tiloja ja talotekniikkajärjestelmiä.

2. Rakentamisessa siirrytään *urakointi- ja hinnalla kilpailusta ominaisuuksilla ja palveluilla kilpailuun*. Tähän vaativaan haasteeseen vastaaminen edellyttää ominaisuuksien ja palvelujen laatumäärittelyjen samoin kuin kilpailuttamismenetelmien kehittämistä. Visiona ovat pitkälle *tuotteistetut kokonaispalvelut*, jotka on räätälöity eri elinkaarivaiheiden ja asiakassegmenttien tarpeisiin.
3. *Tieto- ja viestintäteknologia (ICT) integroituu* kiinteästi talotekniikan laitteiden ja järjestelmien toimintaan ja ohjaukseen sekä elinkaaren hallintaan suunnittelusta ylläpitoon. Visiona voidaan pitää tuotemalliteknoologiaan perustuvia *suunnitteluja ja visualisointimenetelmiä* sekä *virtuaalitalomalleja ja dynaamiseen tietoon perustuvia käyttöjärjestelmiä* (building operating system).
4. Asiakkaiden tarpeiden lisääntyminen ja toisaalta varallisuuden kasvamisen antamat mahdollisuudet *lisäävät* jatkossakin *talotekniikkaa ja siihen liittyviä palveluja* rakennuksissa, esimerkkeinä kehittyneemmät ohjausjärjestelmät, tilojen jäähdytys, kommunikointipalvelut, elämyspalvelut, turvapalvelut, ylläpitopalvelut jne.
5. Käyttäjien tarpeet otetaan huomioon nykyistä paremmin suunnittelussa ja erityisesti talotekniikkajärjestelmien ja -laitteiden käyttöliittymien kehittämisessä. Visiona voidaan pitää *käyttöjärjestelmiä, jotka mahdollistavat eri talotekniikkajärjestelmien tuottamien olosuhdepalveluiden säädön ja ohjauksen integroidusti, huomaamattomasti ja moniaistisesti*.
6. Ikääntyvä väestö ikääntyvissä rakennuksissa on suuri haaste, johon voidaan vastata *häiriöttömällä korjausrakentamisratkaisuilla* (esimerkiksi teollisesti esivalmistetuilla reititys- ja installaatiojärjestelmillä) ja uusilla *tuote- ja palveluratkaisuilla*, jotka hyödyntävät uutta anturi-, materiaali- ja ICT-teknologiaa.
7. *Kiristyvät eko- ja energiatehokkuusvaatimukset* edellyttävät raaka-aineiden tehokasta ja säästäväistä käyttöä, kierrätystä, rakennusten ja talotekniikkajärjestelmien eko- ja energiatehokkuuden kehittämistä sekä vähälaatuisten (matalaeksergisten) energialähteiden hyödyntämistä ja liittymistä alueellisiin ja paikallisiin hajautettuihin energiantuotantojärjestelmiin.

Lähdeluettelo

Ala-Juusela, M. (toim.) 2004. Heating and Cooling with Focus on Increased Energy Efficiency and Improved Comfort. Guidebook to IEA ECBCS Annex 37. Low Exergy Systems for Heating and Cooling of Buildings. Summary Report. Espoo: VTT. 44 s. + liitt. 6 s. (VTT Research Notes 2256). ISBN 951-38-6488-X.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2256.pdf>.

Ayres, R. U. 1998. Eco-thermodynamics: economics and the second law. *Ecological Economics* 26, s. 189–209.

CUBE – Talotekniikan teknologiaohjelma 2002–2006. 2006. Loppuraportti. Helsinki: Tekes. 81 s. (Teknologiaohjelmaraportti 19/2006). ISBN 952-457-258-3

Emerging Industries. 2001. Technology Planning for Business Competitiveness. A Guide to Developing Technology Roadmaps. 19 s. ISBN 0 642 72151 3

FinnSight 2015: Tieteen, teknologian ja yhteiskunnan näkymät. Paneelien raportit. 2006. Helsinki: Suomen Akatemia & Tekes. 292 s. (www.finnsight2015.fi). ISBN 951-715-610-3

Koivu, T. 2002. Kiinteistö- ja rakennusalan tuotemallien ja yhteensopivuuden tulevaisuus. Vaihtoehtoisia skenaarioita ja teknologiapolkuja. Espoo: VTT. 53 s. + liitt. 11 s. (VTT Tiedotteita 2161). ISBN 951-38-6080-9. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2161.pdf>.

Phaal, R., Farrukh, Cl. J. P. & Probert, D. R. 2004. Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution. *Technology Forecasting & Social Change* 71, s. 5–26.

Wood, C. & Alvarez, M. W. 2005. Emerging Construction Technologies – A FIATECH™ Catalogue. FIATECH™, October 2005. 102 s.

Liite A: Referointi taustamateriaalista

Hankkeen toteutuksessa hyödynnettiin runsaasti taustamateriaalia. Materiaali jaettiin kolmeen osaan: muutostekijöihin, talotekniikan tiekarttaan läheisesti liittyviin tiekarttoihin sekä muihin selvitettyihin tiekarttoihin. Taulukko A1 listaa otsikkotasolla selvitetyn aineiston, jota on jatkossa esitelty.

Taulukko A1. Taustamateriaalin jaottelu.

Muutostekijät	Vertailutiekartat	Muut tiekartat
<ul style="list-style-type: none">• FinnSight 2015• NeoClusters• VTT:llä järjestetty asiantuntijatyöpaja• Visio 2010• Roadcon• USA:n energiasektorin säätöjärjestelmien tiekartta• ASTAT	<ul style="list-style-type: none">• EXERGAME• PeBBu• PATH (2 kpl)• MOSAIC• Roadcon• Security-tutkimuksen roadmap• Building Envelope Technology Roadmap• High-Performance Commercial Buildings• Lighting Tech. Roadmap• TUPAROAD	<ul style="list-style-type: none">• Mikro-CHP• CHP• H₂• Moses• USA:n energiasektorin säätöjärjestelmien tiekartta• Tuulivoima-ala• VOMap• Coconet• Aurinkotekniikka

Muutostekijät

Suomen Akatemia ja Tekes käynnistivät vuoden 2005 alussa **FinnSight 2015 -ennakointihankkeen** (FinnSight 2006). Hankkeen tavoitteena oli luodata tieteen, teknologian, yhteiskunnan ja elinkeinoelämän tulevaisuuden osaamistarpeita. Ennakointi tehtiin kymmenessä paneelissa, joissa kussakin tutkimuksen ja teollisuuden asiantuntijat toivat monialaista ja laajaa näkemystä teeman pohdintaan. Yhteensä paneelien työskentelyyn osallistui 120 huippuasiantuntijaa, ja heidän verkostonsa mukaan lukien ennakoinnin käyttöön on saatu satojen asiantuntijoiden näkemyksiä. Taulukossa A2 ovat FinnSight 2015 -ennakoinnissa esitetyt yleiset muutostekijät sekä todennäköisimmiksi ja merkittävimmit arvioidut energia- ja ympäristöaiheiset muutostekijät.

Taulukko A2. FinnSight 2015 -tulevaisuusraportissa esitetyt yleiset muutostekijät sekä energia- ja ympäristöaiheiset muutostekijät.

Yleiset muutostekijät	Energia- ja ympäristöaiheiset muutostekijät
<ul style="list-style-type: none"> • Globalisaatio • Väestömuutokset • Tiede ja teknologia muutosvoimana • Kestävä kehitys • Osaamisen muutokset • Työn muutokset ja ihmisen henkiset voimavarat • Kulttuuriympäristön muutos • Hallinta ja turvallisuus 	<ul style="list-style-type: none"> • Väestön ja talouden kasvu / Kiina ja Intia • Kasvihuonekaasujen päästöjen hillintä • Ehtyvien luonnonvarojen hintojen nousu • Energian tuotantojärjestelmän muutos • Energian käytön tehostaminen • Uuden energiateknologian kysyntä • Jalostusarvo ja energiankulutus erilleen • Nanobiosektorin nousu energiasektorin uudistajaksi • Mikro- ja nanokemikalisaatio

NeoClusters-hankkeessa analysoitiin kiinteistöliiketoiminnan trendejä sekä kiinteistöjen ja teknologiabisneksen klusteroimisen uusia mahdollisuuksia (Kanerva & Paloheimo 2005). 1-vaiheessa keskityttiin kotimaisiin kiinteistö- ja ICT-markkinoihin ja 2-vaiheessa tehtiin vertailuanalyysi Yhdysvaltojen markkinoiden nykytrendeihin ja selvitettiin Aasian trendejä ja parhaita käytäntöjä sekä esitettiin T&K-ideoita. Keskeisiksi trendeiksi arvioitiin

- globalisoituminen, Aasian roolin kasvu
- vanhojen teollisuusmaiden uudet strategiat: asiakasorientoituminen, palveluliiketoiminta, verkostoituminen & uudet ja langattomat ICT-sovellukset.

Taulukkoon A3 on tiivistetty VTT:llä järjestetyssä asiantuntijatyöpajassa esille tulleita rakennusalan toimintaympäristön muutoksia 5–10 vuoden tähtäimellä (Kohvakka et al. 2005).

Taulukko A3. Talotekniikka- ja kiinteistösektorin toimintaympäristön muutoksia 5–10 vuoden tähtäimellä (Kohvakka et al. 2005).

<ul style="list-style-type: none"> • Hintakilpailu • Kasvavat aikapaineet • Energian ja ympäristön säästäminen korostuu • Huolettomuus • Turvallisuuden tarve • Sään ääritiloihin varautuminen • Eri asiakassektoreiden eriytyvät tarpeet • Kilpailu asiakasrajapinnan hallinnasta • Markkinoiden kiihtyvä muutos 	<ul style="list-style-type: none"> • Lainsäädäntö/standardit muuttuvat nopeasti • Globalisaatio • Tytäryhtiötalous • Kiinteistöalan liiketoiminnallistuminen • Verkottuneet toimintatavat ja kumppanuusmallit • Elinkaarimallit • Kuntasektorin toimintatavat muutoksessa 	<ul style="list-style-type: none"> • Tietotekniikan kehitys mahdollistaa suunnittelun ja toteutuksen aikavälin lyhenemisen tai jopa suunnittelun jatkumisen toteutuksen aikana • Langattomuus • Käyttäjien läsnäoloon ja toimintoihin reagoivat tuotteet • Älykkäät tuotteet • Tuotemallitekniikan ja älykkäiden tuotteiden yhdistelmät
--	--	--

Visio 2010. Kiinteistö- ja rakennusalan keskeiset järjestöt ja yritykset päättivät syksyllä 2000 aloittaa työn yhteisten vuoteen 2010 ulottuvien kehitystrendien tunnistamiseksi. Samalla päätettiin luoda näihin trendeihin perustuva koko klusterille yhteinen visio 2010. Työssä laadittu ensimmäinen raportti (Visio 2010 2001) esittelee kiinteistö- ja rakennusklusterin visio 2010:n sekä ne globaalit trendit, joihin visio perustuu.

Laajan haastattelukierroksen sekä asiantuntijaryhmien työn tuloksena visioiden pohjaksi hahmotettiin projektissa viisi merkittävää yleismaailmallista trendiä, joiden nähtiin kaikkein eniten muuttavan alan tulevaisuutta. Trendit ovat:

- Asiakassuhteista kasvaa kumppanuuksia.
- Teknologia uudistaa toimintaympäristön.
- Omistukset ja tukitoiminnat ovat muuttumassa.
- Ympäristöarvot korostuvat.
- Sijoitukset ja liiketoiminnat kansainvälistyvät.

Visioryhmän neljännessä raportissa (Visio 2010 2005) tehtiin vision strategiapäivitys osaamisen ja tiedonhallinnan näkökulmasta. Seuraavien muutostrendien todetaan nopeutuneen tai vahvistuneen yhteisten visioiden asettamisen jälkeen vuosina 2001–2005:

- Kansainvälistyminen kiihtyy ja syvenee.
- Palvelut lisääntyvät ja verkottuvat.

- Tiedonhallinnasta tulee yhä tärkeämpi menestystekijä.
- Energia- ja ekotehokkuuden merkitys korostuu.

Roadcon-hankkeessa todettiin, että ICT on välttämätön rakennussektorilla hallitsemaan monivaiheista ja sirpaloitunutta projektin läpivientiä suunnittelussa ja toteutuksessa sekä ottamaan huomioon kehittyviä ympäristön ja tekniikan vaatimuksia (Hannus et al. 2003). ICT mahdollistaa tulevaisuudessa interaktiivisen suunnittelun ja toteutusten demonstroimisen. Se

- edistää automaatiota, eri osien integrointia ja kommunikointia eri osapuolten kesken sekä resurssien hallintaa
- mahdollistaa toiminnallisen demonstroinnin toteuttajien ja käyttäjän kesken
- lisää rakennusten ympäristötarkastelujen mahdollisuutta, taloudellista tuottoa ja elämän laatua
- mahdollistaa rakennuksen elinkaaritarkastelut.

Yhdysvaltojen energiasektorin säätöjärjestelmiin liittyvässä tiekartassa keskeisiksi ajureiksi arvioitiin (Eisenhauer et al. 2006):

- Ohjaukseen käytetyt verkostot laajenevat ja etäyhteyden kautta asetukset vaativat viestiliikenteeltä suurempaa luotettavuutta ja nopeutta; etenkin langaton ja Internet-yhteydet.
- Järjestelmien monipuolistuminen lisää operaattorin vaatimuksia luotettavuudelle.
- Eri osien yhteensopimattomuus vaatii lisäponnisteluja.

ASTAT-projektissa (Asumisen talotekniikka) tutkittiin helpon, turvallisen ja taloudellisen asumisen tuotteistamiseen liittyviä keskeisiä tekijöitä, palveluja ja järjestelmiä (CUBE 2006). Tutkimuksessa pyrittiin ottamaan huomioon ihminen eri elämäntilanteissa. Talotekniikan osalta tutkimuksessa kartoitettiin erityisesti suunnitteluun liittyviä muutostekijöitä (design driverit), ja keskeisiä talotekniikan kehittämisen vetureita tarkasteltiin asukastarpeiden näkökulmasta (Pirinen 2005). Tarvetasoja on 6: 1) perushyvinvointi, 2) arjen tilanteet, 3) asumisen logistiikka, 4) mielihyvä, 5) yksilöllisyys ja 6) ihminen osana ympäristöä. Muutostekijöissä korostuvat esim. ICT:n osuus talotekniikassa, yksilöllisyys, verkot, käyttäjälähtöisyys, ympäristön huomioon ottaminen, elämykset, tarkoituksenmukaisuus ja huollettavuus. Mm. nämä attribuutit yhdistettiin kohteisiin a) lämmitys, b) vesi ja viemäri, c) ilmanvaihto, d) sähkö, e) valaistus, f) tieto- ja viestintätekniikka, g) kodin ohjaus, h) kodinkoneet ja laitteet, i) tilaratkaisut, j) materiaalit ja k) ulkoiset palvelut.

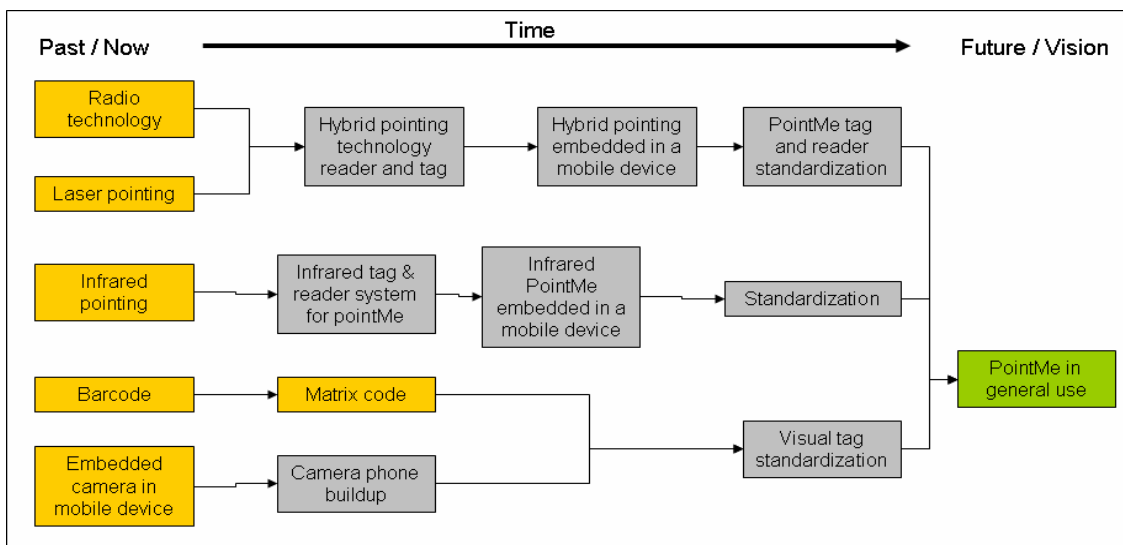
Vertailutiekartat

Tässä kohdassa talotekniikka-tiekarttaa verrataan joihinkin muihin sivuaviin tiekarttoihin.

Technology Roadmap For Exergaming, EXERGAME

VTT:n EXERGAME-projektissa tutkittiin, miten nuorten liikuntaharrastuksia voitaisiin lisätä yhdistämällä mobiililaitteilla (mm. matkapuhelin) pelaaminen aktiiviseen liikkumiseen (Ala-Siuru et al. 2006). Projektissa julkaistiin tiekartta, jonka liittymäkohta talotekniikan tiekarttaan on lähinnä teknologiapohjainen. Samoja tietoliikenne-, tunnistus- ja muita kehittyneitä käyttöliittymäteknikoita voidaan käyttää taloteknisten ICT-pohjaisten ratkaisujen (älytalon toimintojen, huoltoautomaatiikan mm.) toteuttamiseen.

Esimerkkinä ko. tekniikoista on tähän poimittu PointMe-osoitustekniikka (Kuva A1), jota voidaan hyödyntää monissa tulevaisuuden käyttöliittymäsovelluksissa. Kuvassa keltaisella merkityt kohdat ovat jo nykytekniikkaa, harmaat kehitymässä/kehitettäviä ja vihreä tavoitetilä. Osoitus voidaan tämän mukaan tehdä mm. RFID-tageja hyväksi käyttäen, laserilla, infrapunatekniikalla, viivakoodin lukijalla tai kameralla.



Kuva A1. PointMe-osoitustekniikoiden kriittinen polku.

Performance based building (PeBBu) R&D roadmap -tiekartta

Performance based building -verkosto on EU:n 5. puiteohjelman toimintakokonaisuuden ”Competitive and Sustainable Growth” rahoittama, ja se oli toiminnassa vuodesta 2001 vuoteen 2005. Verkoston laatiman tiekartan tavoitteena on soveltaa toimivuusajattelua käytäntöön ja näyttää, että sitä soveltamalla rakennusteollisuus ja kiinteistöala

voivat kehittyä asiakaslähtöisiksi, palvelusuuntautuneiksi ja tietopohjaisiksi teollisuudenaloiksi, joita luonnehtii jatkuva innovatiivisuus ja huipputaaminen. Tiekartan aikahorisontit ulottuvat vuosiin 2010, 2020 ja 2030 (Foliente et al. 2005).

VTT:n Pekka Huovilan mukaan toimivuusajattelulla rakentamisessa tarkoitetaan menettelytapaa, jossa rakentamisen lopputuotteesta kuvataan valintavaiheessa sen käytön aikaiset ominaisuudet teknisten ratkaisujen sijasta. Toimivuusvaatimus (performance requirement) on Huovilan mukaan vaadittu ominaisuus, joka esitetään teknistä ratkaisua erittelemättä.

PeBBu-tiekartan visiona on, että toimivuuskäsite omaksutaan teollisuudessa niin hyvin, että eri osapuolet saavat hyötyä sen käyttämisestä, se tuottaa pysyviä tuloksia ja rakennusteollisuus ja kiinteistöala muuttuvat tieto- ja palveluperusteisiksi aloiksi, joita luonnehtivat jatkuva innovatiivisuus ja huipputaaminen (Foliente et al. 2005). Tiekartassa kuvataan, minkälaiset valinnat johtavat haluttuun lopputulokseen, ja siinä korostetaan, että reaktiivisten (määräyksiin perustuvien) strategioiden lisäksi tulisi käyttää proaktiivisia (toimivuusmäärittelyihin perustuvia) strategioita.

Vuoteen 2010 mennessä tavoitteena on kehittää kattava tietokanta, joka koskee rakennusten toimivuuteen kuuluvia tekijöitä, toimivuusvaatimuksia, toimivuuden arvioinnin työkaluja ja teknisiä ratkaisukeinoja, kehittää menetelmiä käyttäjien tarpeiden ja vaatimusten selvittämiseen, kehittää seuraavan sukupolven yhteensopivia suunnittelu- ja arviointityökaluja (ts. laskennallisia malleja ja tietokoneohjelmia), arvioida toteutuneista projekteista saatujen kokemusten perusteella lähestymistavan hyötyjä ja kustannuksia, kehittää hankintojen hallintaa koskevia menetelmiä, kerätä kvalitatiivisin tai kvantitatiivisin menetelmin tietoa käyttäjien kokemuksista ja toiminnasta ja kehittää objektiivisia menetelmiä toimivuuden arviointiin.

Vuoteen 2020 mennessä tavoitteena on kehittää 'avoin' ICT-pohjainen järjestelmä toimivuuden integroituun analysointiin sekä sen pohjalta koko rakennuksen elinkaaren kattavia nD-malleja, kehittää reaaliaikaisia toimivuuden ja sisäolosuhteiden valvontajärjestelmiä, ennakoida paremmin teknologista kehitystä sekä käyttäjien tarpeissa ja vaatimuksissa tapahtuvia muutoksia, kehittää menetelmiä joilla voidaan arvioida toimivuuteen perustuvan lähestymistavan hyötyä eri osapuolille, kehittää edelleen kvantitatiivisia toimivuuskriteerejä, luoda entistä kompleksisempia, systemisiä toimivuusmalleja sekä tuottaa uutta koulutusmateriaalia.

Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on luoda integroitu kokoelma nD-malleja ja arviointityökaluja koko elinkaarenaikaiseen kiinteistöjen hankintaan ja hallintaan, kehittää toimivuuteen perustuvista säätelyjärjestelmistä mahdollisimman 'ohuita' ja läpinäkyviä ja huolehtia siitä, että rakennusteollisuus ja kiinteistöala tieto- ja palvelusuuntautuneena pyrkisi huipputaamiseen ja jatkuvaan oppimiseen.

PeBBu-tiekartalla on täsmällinen fokus: Siinä määritellään selkeästi tuottavuusajattelua koskevat tavoitteet eri aikajänneille sekä strategiat näihin tavoitteisiin pääsemiseksi. Sen näkemykset ja ehdotukset vastaavat hyvin niitä ajatuksia, jotka tulevat esiin tässä tiekartassa.

PATH (Partnership for Advancing Technology in Housing) -tiekartat

PATH (Partnership for Advancing Technology in Housing) on Yhdysvaltojen yksityisen ja julkisen sektorin yhteistyöhön perustuva ohjelma, jonka tavoitteena on kehittää ja tukea ”seuraavan sukupolven” amerikkalaisia asumisratkaisuja ja luoda markkinoita niille. Tavoitteena on uusien, innovatiivisten teknologioiden avulla mm. parantaa tulevaisuuden asuinrakennusten laatua, kestävyyttä, ympäristötehokkuutta ja kohtuuhintaisuutta. Ohjelman kolme keskeisintä tavoitetta ovat:

- määrittää, minkälaisia tarpeita rakennusteknologioiden kehittämiseen on sekä tarjota asianmukaisia strategisia palveluja
- kehittää uusia rakennusteknologioita
- levittää tietoa olemassa olevista sekä uusista teknologioista.

PATHin tiekartta-prosessin tavoitteena on tunnistaa teknologia-aloja, joissa tehdään talonrakennusta koskevaa teknologista tutkimusta, joka voisi antaa suuntaviivoja hallituksen ja teollisuuden tutkimusinvestoinneille. Tiekartat määrittävät tärkeimmät tutkimus- ja kehitysalueet sekä tarjoavat alan teollisuudelle strategisen suunnitelman teknologioiden kehityksestä lähitulevaisuudessa. PATHin ohjausryhmä käynnisti tiekartta-prosessin vuonna 2000. Tähän mennessä ovat valmistuneet tiekartat, jotka käsittelevät vanhojen asuinrakennusten energiatehokkuutta (kolme osaa), uusien teknologioiden hyödyntämistä rakentamisessa, talojen tehdasmaista rakentamista, informaatioteknologioiden hyödyntämistä rakentamisessa sekä runkoelementtiperusteista rakentamista. Tiekarttojen aikajänne on varsin lyhyt ulottuen tyypillisesti noin vuoteen 2010 saakka.

PATHin tiekartat ovat rakenteeltaan samanlaisia: Ensin määritellään tavoitetila, johon pyritään sekä kuvataan nykytilanne. Tämän jälkeen varsinaisessa tiekartassa kuvataan strategiat, joilla tavoitetilaan päästään. Strategiat on esitetty konkreettisina toimenpideehdotuksina, ja ne on jaoteltu tärkeyden mukaan kolmeen ryhmään. Tärkeys määräytyy sen mukaan, kuinka nopeasti strategian toteuttaminen on käynnistettävää. Jokainen strategia jakaantuu osatehtäviin tai toimenpiteisiin, jotka on sijoitettu aikajanelle.

Seuraavassa tarkastellaan lähemmin vanhojen rakennusten energiatehokkuutta, sekä uusien teknologioiden hyödyntämistä koskevaa tiekarttaa.

PATH – Technology Roadmap: Energy efficiency in existing homes

Tiekartta (NAHB 2002a) käsittelee vanhojen asuintalojen energiatehokkuuden lisäämistä. Ensisijaisena kohderyhmänä on korjausrakentamista harjoittava teollisuus. Tiekartan mukaan pyrkimyksenä on vastuullinen energian käyttö ja vanhojen asuintalojen energiatehokkuuden parantaminen. Konkreettisenä tavoitteena on 30 %:n suuruinen energiakulutuksen lasku 50 miljoonassa rakennuksessa Yhdysvalloissa vuoteen 2010 mennessä.

Raportin mukaan energiaa kuluu asuinrakennuksissa tällä hetkellä sähkölaitteisiin ja valaistukseen 45 %, lämmitykseen 30 % sekä lämpimään veteen ja ilmastointiin 25 %. Sähkönkulutus kasvaa koko ajan, koska kodin sähkölaitteiden määrä kasvaa. Sen sijaan lämmitykseen tarvittavan energian määrä pysyy samana tai jopa lievästi laskee mm. siksi, että eristysmateriaalit ovat parantuneet. Raportissa korostetaan, että koska sähköä käytetään moniin tarkoituksiin, kaikki kohteet kannattaa ottaa huomioon, kun lähdetään säästötalkoisiin.

Yhdysvalloissa on tällä hetkellä käynnissä useita energiankäytön tehostamiseen tähtäviä ohjelmia (mm. EPA:n Energy Star Home Improvement Program, Building America). Kehityksen esteitä ovat mm. tiedon puute, varovaisuus sekä standardien puute. Tiekartassa käydään läpi keskeiset energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet. Ensinnäkin, tehokkuutta voidaan lisätä valistuksella: Energiatehokkaista ratkaisuksista on kyettävä kertomaan kuluttajille, ja energiatehokkuuden arvostusta on lisättävä. Toiseksi, on kehitettävä uusia eristysteknologioita sekä energiatehokkuuden arviointiin soveltuvia työkaluja. Kolmanneksi, on motivoitava korjausrakentamisesta vastaavaa teollisuutta, ja neljänneksi, on kannustettava kuluttajia valitsemaan energiatehokkaita ratkaisuja.

PATH-roadmapin ajatukset ja suositukset vastaavat hyvin tässä tiekartassa kehiteltyjä ajatuksia energiatehokkuuden merkityksestä ja keinoista sen parantamiseksi.

PATH – Technology Roadmap: Whole House and Building Process Redesign

Tiekartan (NAHB 2002b) mukaan pyrkimyksenä on rakentaa parempia elementtitaloja nopeammin ja alhaisemmin kustannuksin. Konkreettisenä tavoitteena on, että vuonna 2010 suunnittelu ja rakentaminen on niin tehokasta, että talo voidaan pystyttää 20 päivässä. Tämän ansiosta kustannukset pienenevät niin, että jopa 90 %:lla väestöstä on varaa omistusasuntoon. Suunnittelua ja rakentamista tehostetaan hyödyntämällä uusia ja innovatiivisia tuotteita, järjestelmiä ja prosesseja sekä lisäämällä koulutusta.

Tiekarttaraportissa kuvataan asuntorakentamisen nykytilannetta Yhdysvalloissa. Koska asunto ei ole pelkästään paikka, jossa asutaan, vaan se on yhä enemmän tapa identifioitua, koteja räätälöidään yhä enemmän omanlaisikseen. Asuntojen hinnat ovat myös selvästi

kasvaneet. Rakennusteollisuus on entistä hajanaisempaa, ja urakoitsijoiden määrä on lisääntynyt huomattavasti. Rakennusprosessin kokonaisuhallinta on suuri haaste: Alihankintaketjut ovat pitkiä, ja toimijoita on suuri määrä. Tuottavuutta parantavia työkaluja ja järjestelmiä käytetään aika vähän. Kokonaisvaltainen systeemiajattelu on kuitenkin nousussa.

Tiekartassa luetellaan lukuisia seikkoja, jotka vaarantavat visioiden toteutumisen. Sen mukaan rakentamisessa ei oteta riittävästi huomioon, millä tavoin kustannuksia voitaisiin pienentää ja millä tavoin rakennuksista saataisiin kestävämpiä ja energiatehokkaampia. Yleinen näkemys on, että kuluttajat vaativat yksilöllisiä asuntoja. Ilmeisesti kuluttajat todella suosivatkin suuria ja erikoisia asuntoja ja vieroksuvat elementtitaloja. Toiseksi, työvoiman koulutustasossa ja ammattitaidossa on selviä puutteita. Kolmanneksi, rakennusvalvonta suhtautuu varauksellisesti uusiin teknologioihin ja materiaaleihin, ja myös rakennuttajat ovat haluttomia hyödyntämään niitä. Neljänneksi, erityisesti pienet urakoitsijat, jotka ovat riippuvaisia alihankkijoista, pystyvät huonosti kontrolloimaan rakennusprosessia. Viidenneksi, teollisuuden muutosvastarinta ja kyvyttömyys yhteistyöhön aiheuttavat ongelmia. Kuudenneksi, myös asuntojen laadussa on parantamisen varaa. Useimmat näistä ongelmista ovat tuttuja myös Suomessa.

Tiekartassa esitetään viisi keskeistä strategiaa:

- muutosprosessin hallinta: uusien innovatiivisten rakennusteknologioiden käyttöönoton tehostaminen
- lähestymistavan muuttaminen: edellytysten luominen kokonaisvaltaisten systeemisten ratkaisujen toteuttamiselle
- rakennusprosessin teollistaminen
- rakennettavuuden parantaminen
- rakennusprosessin siirtäminen tehtaalle.

Muutosprosessin hallinnassa keskeistä on uusien innovatiivisten rakennusteknologioiden käyttöönoton tehostaminen. Tavoitteena on luoda prosessityöryhmä, jonka tehtävinä ovat muutosprosessin hallinta, täsmällisen viitekehyksen kehittäminen uusien teknologioiden käyttöönoton tehostamiselle (esim. uusien innovaatioiden analysoinnille), tiedon välittäminen teollisuudelle ja muille osapuolille, välineiden kehittäminen valvontaan ja palautteen hankintaan sekä muutoksenhallintalähestymistavan 'institutionalisoinnin' (esim. pitämällä huolta siitä, että se näkyy alan opetuksessa).

Lähestymistavan muuttamisessa keskeistä on edellytysten luominen kokonaisvaltaisten systeemisten ratkaisujen toteuttamiselle. Tavoitteena on ensinnäkin selvittää, mikä tilanne on muualla (esim. Euroopassa), sekä määrittää tavoitteet ja kehittää tunnus, joka tiivistää systeemisen lähestymistavan rakentamiseen (esim. FutureHome). Seuraavaksi tehtävänä on soveltaa kokonaisvaltaista menetelmää tutkimuksessa ja tuotekehittelyssä

sekä muodostaa osaamiskeskustoiminnan teollistamista.

Rakennusprosessin teollistamisessa keskeisiä tehtäviä on soveltaa tehdasvalmistusprosesseja, jotka ovat osoittautuneet toimiviksi muilla aloilla, sekä hyödyntää robottiautomaatioteknologioita tehdasvalmistuksessa. Rakennettavuuden parantamisessa pyrkimyksenä on tehostaa mekaanisten järjestelmien (LVI, sähkö ym.) asennusta, kehittää integroituja mekaanisia järjestelmiä sekä tuotteistaa talojen rakentaminen (esim. kehittämällä uusia materiaaleja ja parempia työskentelytapoja). Rakennusprosessin siirtämisessä tehtaalle pyritään kehittämään standardoituja elementtityyppejä ja -kokoja sekä standardoituja liitännöitä, parantamaan ja tehostamaan rakennuselementtien kuljetusta, kehittämään parempia tekniikoita ja välineitä elementtien rakennuspaikalla tapahtuvaan kokoamiseen sekä tehostamaan koulutusta. Useimmat näistä kustannustehokkuutta parantavista ja laadun varmistamista tukevista toimintamalleista ovat sovellettavissa myös Suomen oloihin.

Roadmap for Implementing Mobile Workplace Innovation in Life-Cycle Management Sectors, MOSAIC

Tämä tielkartta (Fernando & Huovila 2005) on kehitetty EU:n kuudennen puiteohjelman rahoittamassa MOSAIC eli Mobile Worker Support Environments -projektissa. Tielkartan tavoitteena on kuvata ja helpottaa mobiilisyömpäristöön liittyvien innovaatioiden kehitystä ja jatkojalostamista eri insinöörialoilla. Vertailtavina teollisuudenaloina tielkartassa käytetään auto-, ilmailu- ja rakennusteollisuutta. Vaikka mainituilla kolmella insinööriteollisuudenalalla on työskentelytavoissa jonkin verran yhteneväisyyksiä, Talotekniikan teknologia- ja markkinatielkartan osalta kiinnostavin käsiteltävä osa-alue on rakennusteollisuuteen liittyvä mobiliteetti.

MOSAIC-projektin tielkartassa on mobiilisyön käsittely jaoteltu kolmeen osaan; ensin käsiteltiin jokaisen kolmen teollisuudenalan (auto-, ilmailu- ja rakennusteollisuuden) mobiilisyön markkinavaikutuksia ja mahdollisia työprosesseja, joissa mobiliteetilla saavutettaisiin merkittävää hyötyä. Toisessa osassa esiteltiin mobiilisyön mahdollistavan yhtenäisemmän, mutta silti paikkariippumattoman työskentelyn visioita ja tulevaisuuden näkymiä. Toisen osan visioita ja näkymiä käytettiin dokumentin kolmannen osan varsinaisen tutkimustielkartan tutkimushaasteiden määrittelyssä. Visioiden, tulevaisuuden näkymien ja tutkimushaasteiden perusteella tielkartassa määriteltiin muutosprosessien potentiaaliset esteet ja mahdollisuudet.

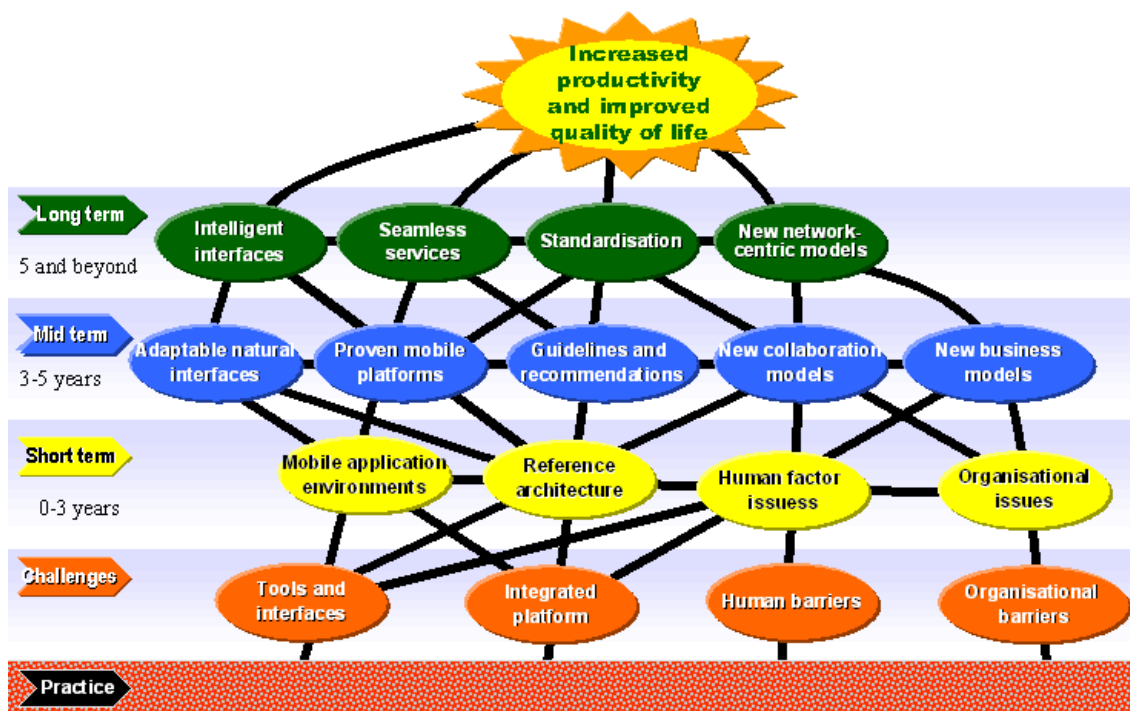
Tielkartan mukaan kiinteistö- ja rakennusalalla nähdään tällä hetkellä suurimpina markkinavetoisina kehitysmahdollisuuksina ja -haasteina:

- o kiinteistöjen elinkaarenaikaisten mobiilipalveluiden mahdollistaminen ja tarjoaminen käyttäjien muuttuviin tarpeisiin,

- kiinteistöjen ja rakennusten elinkaarenaikaisten kustannusten madaltaminen, kuitenkin säilyttäen hyvän suorituskykyisyyden ja ottaen huomioon ympäristön kestävä kehityksen, sekä
- ylläpitää, kehittää ja muuttaa olemassa olevaa rakennuskantaa vastaamaan nykyaikaisen tietoyhteiskunnan sosiaalisiin ja kulttuurillisiin haasteisiin.

Rakennusteollisuus on kehittynyt hyvin informaatiointensiiviseksi ja informaation hallinta hajautetussa toimijakentässä on hyvin haasteellista. Integroivan ohjelmistoalustan kehittäminen rakennusteollisuuden käyttöön on tärkeä tulevaisuuden vaatimus. Ohjelmistoalustan täytyy pohjautua standardiin informaatiomalliin, jolla työvoima, prosessit ja työkalut voidaan yhdistää toimivaksi kokonaisuudeksi. Standardilla ohjelmistoalustalla voitaisiin muun muassa parantaa eri toimijoiden välistä yhteistyötä sekä mahdollistaa samanaikainen tuote- ja valmistussuunnittelu, kuten esimerkiksi auto- ja ilmailuteollisuudessa. Mobiiliteknologialla, yhdistettynä integroivaan ohjelmistoalustaan, nähdään suuri vaikutus rakennusteollisuudessa esimerkiksi logistiikan tehostamisessa sekä työntekijöiden valvonnassa ja tuottoisuuden tehostamisessa. (Fernando & Huovila 2005)

Mobiililyökalujen, järjestelmäkehitysvarojen sekä mobiiliteknologian tai informaatiojärjestelmien luotettavuuden ja turvallisuuden puutteet nähdään tiekartan mukaan suurina mobiiliteknologian yleistymisen esteinä rakennusteollisuudessa. Lisäksi inhimillinen uuden teknologian tai uuden työmenettelytavan vastustus ja uusien mobiilitekniikkaan liittyvien liiketoimintamallien tiedostamattomuus ovat muutosta hidastavia tekijöitä. (Fernando & Huovila 2005) Rakennusteollisuuden kehitysvaatimusten ja kehitystä hidastavien asioiden perusteella MOSAIC-projektin tiekartassa määriteltiin tutkimusagenda mobiiliteknologian kehitykselle ja hyödyntämiselle rakennus- ja kiinteistöteollisuuden näkökulmasta. Tutkimusagenda jaettiin neljään lohkoon: tämän hetken haasteisiin sekä lyhyen (0–3 vuotta), keskipitkän (3–5 vuotta) ja pitkän aikavälin (5–>) tutkimushaasteisiin. Kuva A2 on graafinen esitys MOSAIC-projektin tiekartan tutkimusagendasta.



Kuva A2. MOSAIC-projektin tiekartan graafinen esitys (Fernando & Huovila 2005).

ROADCON, Construction ICT Roadmap

Rakennussektori on heterogeeninen ja sirpaloitunut sekä työvoimavaltainen ja riippuvainen eri ammattialojen osaajista (Hannus et al. 2003). Yrityskoko on pieni, ja yritykset ovat erikoistuneet paikallisten markkinoiden kysyntään. Toiminta on hyvin projektivetoista jakautuen pieniin aliurakoihin. Aliurakoitsijat työskentelevät usein ensimmäistä kertaa yhdessä. Rakennukset ovat lähes prototyypitason urakoita, ja ne toimivat sitten 25–50 vuotta sekä niitä modernisoidaan aika ajoin vastaamaan sen hetken vaatimuksia. Sektori on hyvin säädeltyä standardeilla ja määräyksillä. Uusia rakentajia syntyy paljon, koska toimintaan tarvittava pääoma on pieni ja perustietoa toiminnasta on saatavilla.

Roadcon-projektin päätavoitteena oli kehittää visio ICT:n hyödyntämisestä rakennussektorilla (Hannus et al. 2003). Kuva A3 esittää vision ICT:n käytöstä talonrakennustekniikassa 10–20 vuoden tähtäimellä.



Kuva A3. ICT-visio talonrakennustekniikassa 10–20 vuoden päästä.

Strategia ICT edistämiseksi rakennusteollisuudessa

Vaikuttavuus:

- maailman laajuinen kilpailu, vaikuttavuus, toiminta ja standardit
- kuluttajan ja yhteiskunnan ympäristötietoisuuden ja laadun korostaminen entisen kustannusten ja aikataulun sijaan
- laaja kattavuus koko yhteiskunnan eri tasoilla.

Liiketoimintaprosessit

- Yhteistyö tuo parhaan osaamisen yhteen riippumatta organisaatiosta tai sijainnista.
- ITC tulisi yleiseen mediakäyttöön kommunikoinnissa, yhteistyössä yksilöiden ja yhteisöjen kesken lain ja suunnittelustandardien rajoissa
- ICT:n tukemat fyysiset ja virtuaaliset toiminnot sekä toimintaympäristöt tulevat inhimillisemmiksi.
- tukevat aikaisemman kokemuksen hyödyntämistä projektisuunnittelussa ja elinkaariajattelussa.
- lisäävät standardisoitujen prosessien ja tuotteiden käyttöä.
- systemaattinen teknisten ratkaisujen suunnittelu ja toteuttaminen koko rakennusprojektin ajan.
- palvelevat asiakastarpeita eri tuotevaihtoehtojen valinnassa.
- tukevat rakennuksen elinkaariajattelua.

Sovellukset ja järjestelmät

- Sovellukset tukevat käyttäjää valinnoissaan. Tämä parantaa päätöksentekoa, kommunikointia, yhteistyötä ja koordinointia.
- ovat generisiä ratkaisuja, jotka tukevat kriittisen massan syntymistä koko rakennussektorilla
- ICT-sovellutusten pitää olla käyttäjäystävällisiä, avoimia, web-käyttöisiä, käytön mukaan maksettavia ja/tai mahdollisesti sponsoroituja ja käytön tuen riittävän hyvin toteutettu.

Rakenne

- automatisoituja ja älykkäitä tuotteita, jotka soveltuvat joka paikkaan; ”chips”, ”tags”, ”sensors”
- kaikki tuotteet ja kehitysinformaatio kaikkien toimijoiden käytössä viimeisenä versiona tietyssä paikassa
- itse opeteltava ja käyttäjän tarpeisiin sovellettavissa sekä tarvittaessa automaattisesti päivittyvä; huolto ja käytön tuki järjestetty
- webpohjainen (NGI) ja semanttinen informaatorakenne kaikkeen kommunikointiin.

ICT-teknologia ja standardit

- kaikki informaatio saatavissa yleisesti kaikkiin laitteisiin, aina ja turvallisesti. Mobiilikäyttöisyyteen erityishuomiota!
- itse opeteltava ja käyttäjän tarpeisiin sovellettavissa sekä tarvittaessa automaattisesti päivittyvä; huolto ja käytön tuki järjestetty
- fiksu softa, joka tukee rakennusteollisuuden tarpeita ja jota käyttäjät voivat kehittää joustavasti; hyvä käyttäjätuki
- tuotetietoa, prosesseja ja muuta dataa imuroitavissa eri sovelluksiin.
- avoin standardi, jota voidaan kehittää nopeasti ja joustavasti.

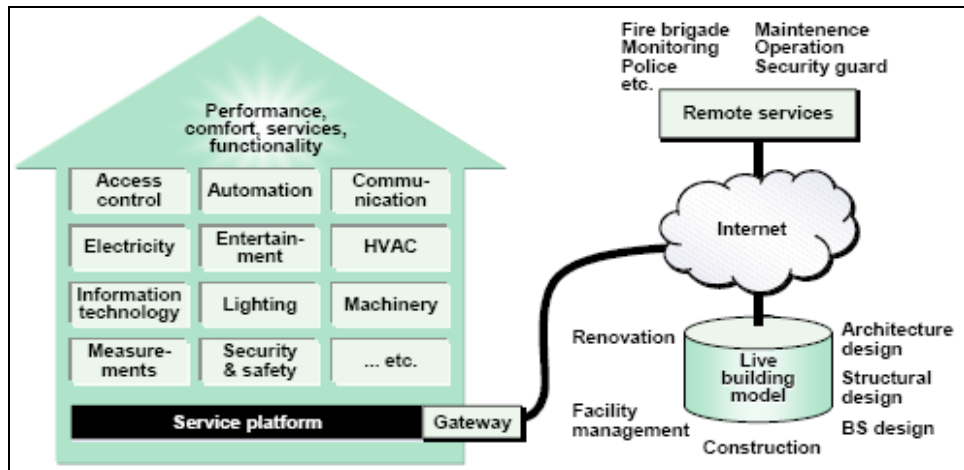
Sulautettu ICT-järjestelmä älykkäissä rakennuksissa

Nykyinen tilanne rakennuksissa

Rakennukset sisältävät erilaisia ja monipuolistuvia valvonta- ja ylläpitojärjestelmiä. Ne ovat nykyisin toimittajasidonnaista tekniikkaa hyödyntävää ”passiivisia” laitteita ja käyttävät suojattua softaa ja protokollaa. Valvonta, huolto ja palvelut hoidetaan niihin jokaiseen niihin erikoistuneiden yritysten toimesta.

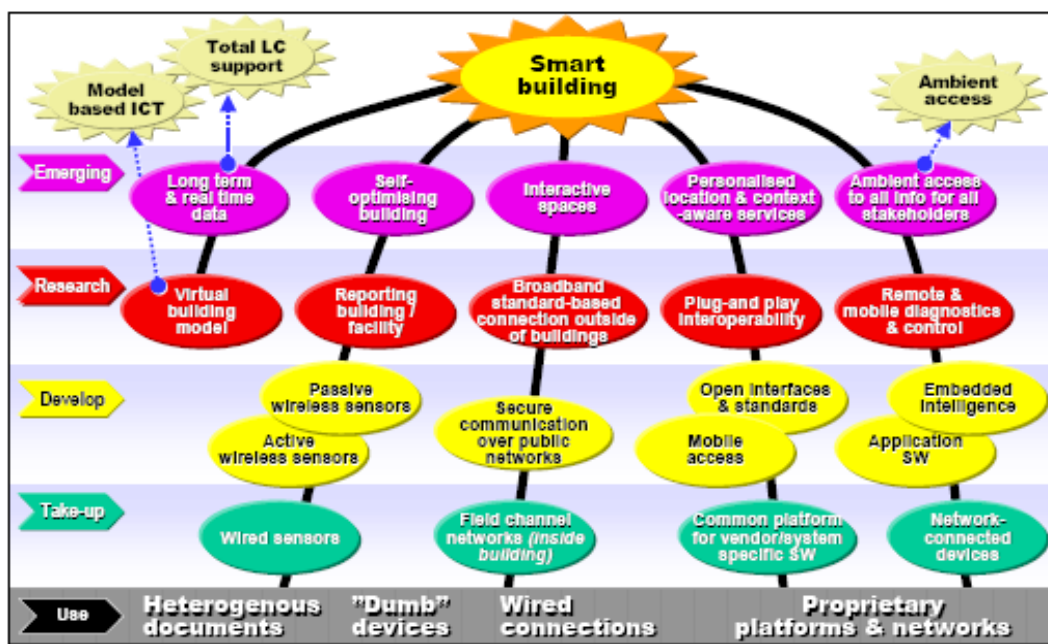
Visio

Rakennuksen kaikki laitteet sopivat yhteiseen ”platformiin”, verkkoon ja tukevat samaa protokollaa (Kuva A4). Yhteydet toimivat suojatun internet verkon kautta mahdollistaen etä- ja mobiilikäytön, vianmäärityksen, operoinnin ja raportoinnin. Raportoiva rakennuksen tiedot suunnittelusta käytön historiaan ovat kaikkien toimijoiden käytettävissä kaikkialla ja milloin tahansa. Langattomat omatoimiset sensorit keräävät tietoa paikallisesti yksilöllisestä interaktiivisesta tilan käytöstä tukien tarvittavia palveluja.



Kuva A4. Älyrakennuksen toiminnot.

Kuva A5 esittää älyrakennuksen tiekartan, jossa aika esitetään y-akselilla. Alimpana (Use) esitetään jo käytössä olevat, kaupallisesti saatavilla olevat ja johtavan teollisuuden käyttämät ratkaisut. Seuraavaksi (Take-up) kuvataan olemassa olevia teknologioita, jotka otetaan käyttöön, joita demonstroidaan ja joita käytetään 0–2 vuoden sisällä. Kehitysvaiheessa (Develop) olevat selvästi määriteltävissä ja suoraan 3–5 vuoden päästä käytettävissä olevat tulokset esitetään keskellä. Tutkimusta ja prototyyppisiä tarvitsevat teemat kuvataan seuraavaksi (Research) ja niiden markkinoille tulon aikajänteeksi arvioidaan 6–10 vuotta. Ylimpänä esitetään nousevia T&K-mahdollisuuksia (Emerging), joissa tarkastelujakso on yli 10 vuotta. Kuvan A5 ”auringot” kuvaavat visiota ja mustat viivat vaihtoehtoisia polkuja vision saavuttamiseksi.



Kuva A5. Älyrakennuksen tiekartta.

Security-tutkimuksen roadmap

VTT:n Security-tutkimuksen tiekartta keskittyy erityisesti seuraaviin panostusalueisiin: yhteiskunnan järjestelmien (infrastruktuurin) turvaaminen, elinkeinoelämän turvallisuuden varmistaminen sekä turvateollisuuden teknologiat ja palvelut (Naumanen & Rouhainen 2006).

Yhteiskunnan järjestelmien turvaamisessa korostuvat energiaverkostot, tietoliikenneverkot, vesihuolto, liikenne ja kuljetukset sekä ihmisten suojaaminen. Elinkeinoelämän turvallisuuden varmistamisessa tärkeiksi aihealueiksi nousivat tuotannon ja palvelutoiminnan turvallisuus, kiinteistö ja toimitilaturvallisuus sekä sulautettujen järjestelmien tietoturva. Keskeisinä tarvittavina osaamisina ja teknologioina nousivat esiin kokonaisu-turvallisuuden hallinta, ilmaisu, tunnistus, paikannus ja tiedonsiirto, tietoverkkojen ja järjestelmien suojaus sekä fyysinen suojaus.

Kiinteistö- ja toimitilaturvallisuudessa tarkastellaan lähinnä normaalioloista poikkeavia tilanteita. Aihealueeseen katsotaan kuuluvaksi seuraavat osa-alueet:

1. Passiiviset tai rakenteelliset turvallisuusratkaisut

- rakenteiden turvallisuus (rakenteiden kesto)
- rakenteelliset estot (mm. autopommit, EMP- ja EMC-suojaus), paloturvallisuus (palokaasut).

2. Aktiivinen turvallisuus (turvallisuuden hallinta toiminnallisilla laitteilla)
 - hälytysjärjestelmät (kulunvalvonta-, rikosilmoitus-, videovalvonta-, turvapuhelin-, hälytysten siirto sekä yhdistetyt ja sulautetut hälytysjärjestelmät), savu-, kaasu- ym. ilmaisimet ja hälyttimet (myös mikrobiologiset), automaattisesti toimivat suojalaitteet (sammuusjärjestelmät, suodatimet, palopellit, paineistusjärjestelmät, paineovet, sulut, etc.), valvomojärjestelmät, pelastus- ja turvahenkilöiden tukijärjestelmät sekä niiden yhteensovittaminen
 - turvallisuusjärjestelmien integrointi ja yhteys kiinteistöjärjestelmiin sekä vartiointiliikkeiden hälytysvalvomoihin ja julkishallinnon hätäkeskusjärjestelmiin
 - normaalioloista poikkeavien tilanteiden havainnointi ja indikointi (mm. terrorismi).
3. Kiinteistön elinkaaren turvallisuus (suunnittelu, rakentaminen, käyttö, ylläpito, kehittäminen ja turvallisuusjohtaminen)
 - organisaation käytännön toiminta turvaratkaisujen käytössä ja ylläpidossa
 - tiedonhallinta
 - strateginen, taktinen ja operatiivinen turvallisuussuunnittelu ja -johtaminen (luokitukset otetaan huomioon suunnitteluvaiheessa).
4. Turvallisuuden hallinnan ja johtamisen menetelmät
 - riskien analysointi, arviointi ja hallinta sekä katselmoinnit, todentaminen, skenaariot
 - turvallisuustiedon hallinta ja eri toimijoiden yhteistyö
 - palokunnan toiminta
 - turvallisuusjohtamisen menetelmät ja mallit.

Building Envelope Technology Roadmap

Tässä Yhdysvalloissa tehdyssä tiekartassa (Building Envelope Technology Roadmap 2001) rakennustekniikka käsittää perustuksen, seinät ja katon ja kaikki rakenteet, jotka jäävät niiden sisään.

Visio 2020

Näkemyksiä rakennustekniikan kehittämisestä vuoteen 2020

- energia positiivinen: energia käytön minimointi sähkön, lämmön ja jäähdytyksen suhteen, varastoiva ja/tai siirtää ylijäämäenergia verkkoon.

- muunneltava: siirreltävät seinät, huoneitten käyttötarkoitus muunneltavissa, monikäyttöinen ja muunneltavissa käyttäjän elämän vaiheiden ja tarpeiden mukaan (esim. lapsiperheestä eläkeläiselle)
- edullinen: taloudellinen omistajan kannalta, elinkaarikustannukset ottavat huomioon hankintakustannukset, huolto- ja ylläpitokustannukset sekä jälleenmyyntiarvon.
- kestävä: turvallinen ja kestävä luonnonmullistuksissa, kestää kosteutta, ei tulipaloherkkä, suojaa saasteilta ja vaati vähän huoltoa.
- ympäristöystävällinen: rasittaa vähän ympäristöä, on resurssien kannalta tehokas sekä tarkoituksenmukainen sekä energian käytön ja kestävyuden kannalta.
- terveellinen ja mukava asua: ei vahingoita asukkaita eikä rakentajia, tarjoaa hyvän terveellisen ilmaston ja lämpötilan hyödyntäen luonnollista ilmastointia ja luonnon valoa ja on turvallinen tulipalon, kosteuden, kemikaalien, radonin sekä melun suhteen.
- ”älykäs” ja oppiva: hyödyntää uusinta teknologiaa (sensorit, valvonta, säätö ja ohjaus, viestintäteknikka) sekä ylläpitää resurssien tehokasta käyttöä, mukavuutta, muunneltavuutta ja taloudellisuutta ja on kestävä sekä ympäristöystävällinen.

Toimenpiteet

- teknologiastrategia, joka näyttää suunnan materiaalikehitykselle, tuotteille, järjestelmille, suunnitteluprosesseille ja rakentamisen käytännön toimenpiteille, jotka tukevat annettua visiota
- markkina- ja politiikkastrategia, joka edistää
 1. tiedonvälitystä ja tarjontaa läpi koko rakentamisketjun
 2. yhteistyön syntymistä T&K-tasolla ja johtaa parempaan rakentamiseen
 3. osaavan työvoiman saantia väheneville työvoimamarkkinoille
 4. rakennusmateriaalien kierrätysjärjestelmää
 5. avainteknologioiden koodi- ja standardointijärjestelmän kehittämistä.

Verrattuna talotekniikkatiekarttaan tässä työssä peräänkuulutetaan myös monikäyttöisyyttä, mukavuutta, turvallisuutta ja elinkaariajattelua sekä kokonaistaloudellisuutta asukkaan tai omistajan kannalta.

High-Performance Commercial Buildings – A Technology Roadmap

Tavoitteena on aikaansaada uusia laadukkaita rakennuksia, joissa on tapahtunut merkittävää edistystä energiatehokkuuden, laitetekniikan, valaistuksen, päivän valon hyödyntämisen, ikkunoiden, aktiivisen ja passiivisen aurinkotekniikan, aurinkosähkön, poltto-kennojen, edistyksellisten anturien ja säätöjärjestelmien sekä sähkön, lämmön ja jäähdytyksen yhteistuotannon suhteen. Talon ja sen järjestelmien pitäisi toimia optimaalisesti kokonaisuutena senkin jälkeen, kun siihen lisätään uusia komponentteja. (High-Performance Commercial Buildings 2000)

Visio 2020

- Halutaan muunneltavia, kestäviä ja kustannustehokkaita rakennuksia.
- Halutaan rakennusten suunnitteluun ja toimintaan yksinkertaisia ja tehokkaita ratkaisuja järjestelmä- ja komponenttitasolle.
- Rakennusten pitää olla asukkaille, omistajille ja rakentajille sekä yhteiskunnalle terveellisiä, edistyksellisiä sekä hyvin suunniteltuja ja toteutettuja oppimiseen, työskentelyyn ja viihtymiseen.

Strategia

- Hyötymittarit: toteutetaan päämäärittelyt ja -mittarit korkealaatuisille rakennuksille.
- Teknologian kehitys: kehitetään järjestelmä, valvonta sekä muuta tekniikkaa, joka mahdollistaa rakennusten optimaalisen toiminnan koko niiden elinkaaren ajan.
- Prosessin kehitys: kehitetään yhteistoimintamalli rakennusten suunnitteluun ja kehittämiseen sekä työkalut ja koulutusohjelmia näiden tavoitteiden saavuttamiseksi.
- Markkinointi: edistetään laadukkaiden rakennusten markkinoille tuloa demonstraatioilla ja tiedottamalla uusien rakennusten taloudellisista hyödyistä.

The Lighting Technology Roadmap

Valaistuksen pitäisi toimia siten, että se luo joustavasti ja tehokkaasti mukavat ja viihtyisät olosuhteet säästäen energiaa ja ympäristöä (Vision 2020).

Visio 2020

- parantaa ihmisten hyvinvointia ja elämän laatua
- helposti mukautuva ihmisten erilaisiin tarpeisiin
- käyttää valaistuksen lähteitä säästeliäästi ja tehokkaasti
- tukee muuta järjestelmää ja toimii aidosti sen osana
- toimii ympäristön huomioiden: valmistus, asennus, huolto, toiminta ja hävittäminen.

Strategia visioon

- luodaan selkeät määritelmät ja standardit valaistuksen laadulle
- luodaan kysyntää laadukkaalle valaistukselle demonstraatioilla ja valaistuksen elinaikaisilla eduilla
- parannetaan teollisuuden osaamista ja koulutetaan valaistuksen osaajia
- parannetaan edistyksellisen valaistustekniikan ja -järjestelmien markkinoille tuloa ja panostetaan tutkimukseen ja kehitykseen

Teknologiastrategia

- panostetaan laatuun, tehokkuuteen ja taloudellisuuteen
- panostetaan älykkääseen valaisimeen, jossa on hyvät säätöominaisuudet, hyvä liityntä, monentasoisia säätöominaisuuksia ja helppo asentaa
- kehitetään valotehoa ja järjestelmä, joka joustavasti muuttaa valaisimen ominaisuuksia.

Tulevaisuuden palveleva kotiautomaatio – nykytilanneselvitys, skenaariot ja roadmap (TUPAROAD)

Tulevaisuuden Palveleva kotiautomaatio – nykytilanne selvitys, skenaariot ja roadmap on TEKESin CUBE-ohjelmassa v. 2003 tehty raportti (Ala-Siuru et al. 2003). Selvitystyön tarkoituksena oli kartoittaa suomalaisen kotiautomaation nykytilaa ja kehitysnäkymiä. Selvityksen perusteella VTT yhdessä yritysten kanssa rakensi Automaatioseuran 50-vuotisjuhlanäyttelyyn Heurekaan kotiautomaatiomonstraattorin, jonka toteuttamisessa käytettiin uusinta teknologiaa (langaton tiedonsiirto, älykkäät anturit, eleohjaus, RFID-tunnistus, valaistuksen automaattinen säätö tilanteen ja tunnelman mukaan).

TUPAROAD-tiekartan ennustejakso oli viisi vuotta (2003–2008). Ennusteista tarkemmin ovat toteutuneet laajakaistapalvelut ja -sovellukset ja esim. uusien rakennusten osalta tiedonsiirtokaapelointi. Lisäksi ennustettu kodin valvonta- ja turvallisuuselektronikan tarpeen kasvu on jo toteutumassa. Toisaalta vuodelle 2006 ennustettu kodinohjausjärjestelmien kasvu ei ole merkittävästi toteutunut. Osin TUPAROAD on liian optimistinen, esim. kontekstietoisuuden kehittyminen osaksi kotisovelluksia ei ole toteutunut (vielä tutkimusasteella), eivätkä myöskään laitteiden ja sovellusten käyttöliittymät ole kovin multimodaalisia. TUPAROAD-tiekartan laiteteknologiaennuste (”kauempana tulevaisuudessa”) osio tuntuu yhteneväiseltä tämän talotekniikan tiekartan kanssa. Sen mukaan tulevaisuuden tekniikoita ovat: kehovert^a, optiset verkot kuluttajille asti, täysin ääniohjatut päätelaitteet, orgaaniset, taivutettavat näytöt, ympäristön äly, tietoisuus sosiaalisesta kontekstista, absoluuttinen integroitu sisätila ja ulkotilapaikannus, ”digitaalinen minä” ja digitaalinen paperi. Kodintekniikan digitalisoituminen on kuitenkin väistämätöntä; TUPAROAD-tiekartassakin mainittu digiboksien määrän kasvu on jo selviö.

^a PAN (personal area network) eli kehovertko.

Muita tiekarttoja

Mikro-CHP tiekartta USA:ssa vuoteen 2010

Tiekartta on varsin ylimalkainen; lähinnä visio ja tavoitteet (The Micro-CHP Technologies Roadmap 2003). Aikajänne on myös lyhyt. Paperissa todetaankin, että tämä on vasta ensimmäinen luonnos ja RDM:ä kehitetään ja päivitetään matkan varrella. Vaikuttaa siltä, että tavoitteena on integroida mikro-CHP osaksi talojärjestelmää, mutta siten että mikro-CHP voi toimia myös rinnan sähköverkon kanssa.

Visio ja tavoitteet

2010 mennessä kehitetään Amerikan markkinoille ympäristöystävällinen, kustannustehokas, monipuolinen, luotettava, polttoaineen suhteen muunneltava mikro-CHP. CHP

- tuottaa lämpöä, jäähdytystä, sähköä ja hoitaa sisäilman laatua
- sisältää infran kehittämisen: järjestelmän sisäiset kytkennät, tuotantoketjun, standardit, jne.
- täyttää kansalliset energiapolitiikan tavoitteet: energiatehokkuus, ympäristöpäästöt, polttoaineen valinnaisuus, energiavarmuus ja luotettavuus.

Tärkein ajuri on kuluttajan vaatimukset edellä olevan listan mukaan.

Kustannustehokkuus

Laitteen on oltava kilpailukykyinen, takaisinmaksuaika 5–7 vuotta ja investointi alle 500 USD/kW eli noin kolmannes nykyisestä hintatasosta.

Monikäyttöisyys

Mikro-CHP:n täytyy vastata asuinkiinteistön vaatimuksia monikäyttöisyyden suhteen: kausittain (kesä–talvi) ja vuorokausittain kulutusvaihtelu sähkön ja lämmön tai jäähdytyksen tarve. Säätojärjestelmän täytyy vastata em. tarpeita.

Luotettavuus

CHP:n täytyy olla luotettava ja helppokäyttöinen sekä tuotteen (sähkön, lämmön, jäähdytyksen) laadun vastata kuluttajan tarpeita ja täyttää standardin vaatimukset. Kuluttajalle täytyy taata katkoton käyttö tuotekomponenttien suhteen.

Tehokkuus

CHP:n kokonaishyötysuhteen polttoaineesta laskien täytyy olla vähintään 80 %. Tuote-
tehokkuuden täytyy vastata myös markkinoilla olevien vastaavien laitteiden, kuten läm-
mitus-, jäähdytys- ja sähköntuotannon, tehokkuuksia polttoainetehokkuuden lisäksi.

Huomaamattomuus

CHP ei saa ylittää melu- tai päästöarvoja verrattaessa sitä normaaliin lämpökattilan toi-
mintaan. CHP:n täytyy toimia myös sähkönjakeluverkon kanssa rinnan, ja se ei saa ai-
heuttaa häiriötä verkon toiminnalle. Laitteelta vaaditaan pitkää huoltoväliä ja pientä tilan-
tarvetta.

Tiekartta

Kehitystyö tehdään kansallisessa ”National CHP Initiative and the Building America
Program” -T&K-ohjelmassa. CHP-laitoksen kokonaisedut täytyy perustella hyvin säh-
kön ja kaasun tuottajille sekä saada heiltä taloudellista ja henkistä tukea ohjelman käyn-
nistämiseksi.

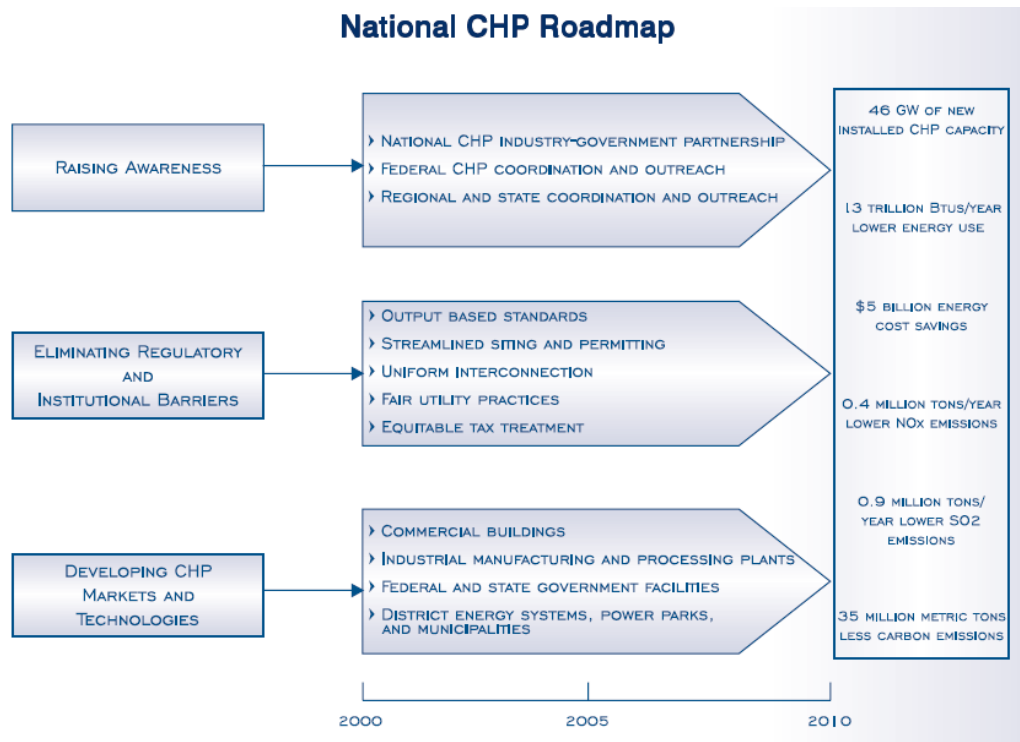


Kuva A6. Mikro-CHP:n visio ja tiekarttatoimenpiteet.

CHP Roadmap

Yhdysvaltojen ensimmäinen CHP-laitos käynnistyi 1882 New Yorkissa tuottamaan
Manhattanille sähköä ja teollisuudelle höyryä. Yhdysvaltojen CHP-kapasiteetti on kas-

vanut 12 GW:stä (v. 1980) 45 GW:iin (v. 1995). Tavoitteena on tuplata kapasiteetti vuoteen 2010 mennessä (sama tavoite kuin EU:ssa). Kuvassa A7 esitetään Yhdysvaltojen keskeiset tavoitteet CHP-tiekartan mukaan vuoteen 2010 mennessä (National CHP Roadmap 2001).



Kuva A7. Yhdysvaltojen CHP-tiekartan keskeiset tavoitteet.

Esteitä yhdistetylle sähkön ja lämmön tuotannolle:

- Kielletään CHP:n kytkeminen ja operointi rinnan paikallisen sähköverkon kanssa.
- Tariffipolitiikalla estetään CHP:n tulo verkkoon
- Siirtomaksut ja -säännöt pyrkivät estämään ulkopuolisen verkkoon kytkeytymisen
- Sähkøyhtiön palvelut hinnoitellaan suurille kuluttajille siten, että ne pyrkivät estämään oman tuotannon.

Toimenpiteitä CHP investointien edistämiseksi.

- Kehitetään standardisoituja menetelmiä CHP rakentamisen edistämiseksi
- Kehitetään tariffisuosituksia ja lainsäädäntöä hajautetun energian tuotannon (CHP) synnyttämiseksi
- Kehitetään analyysityökaluja, teknistä tietoa ja esimerkki tarkasteluja CHP:n vaikutuksista paikalliseen sähkö- ja kaasuverkkoon viranomaisille, suunnittelijoille, rakentajille ja käyttäjille.
- Edistetään kiistojen ratkaisuprosesseja ja CHP:n kapasiteetin tarjontaa

- Kehitetään tuotettuun energiaan perustuva päästöstandardi, joka edistää hyvää prosessin kokonaishyötysuhdetta, kun sähkön lisäksi otetaan huomioon tuotettu hyötylämpö.
- Kehitetään verotuskäytäntöjä, joilla CHP rakentamista voidaan nopeuttaa ja investoinnin takaisinmaksuaika saadaan 7–10 vuoteen kuten kilpailevilla energian tuotantotavoilla.

CHP markkinoiden ja tekniikan kehittäminen

- Teollisuuslaitokset: Yhdysvaltojen CHP kapasiteetista 90 % vuonna 1999 (45,5 GW/52,8 GW) oli teollisuudessa ja 50 % (27 GW) kapasiteetin lisäyksestä suuntautuu teollisuuteen. 60 % perustuu maakaasun käyttöön. CHP:n hyödyntämistä edistetään parhaiden toteutusten esittelemisellä, T&K:lla, päästöjen korostamisella ja tuotetun energian hintaesimerkeillä.
- Rakennussektori: Yhdysvaltojen rakennussektori on n. 5,6 mrd. m² lattiapinta-alaa. CHP:n osuus kapasiteetista 1999 oli 4,93 GW, josta 70 % on maakaasulla. Tavoitteena on rakentaa 8 GW lisää CHP-tuotantoa. CHP:n hyödyntämistä edistetään ”plug & play” -periaateella, rakennus-CHP-konseptien kehittämisellä (sähkö, lämpö, jäähdytys) sekä seuraavan sukupolven mikro-CHP:n kehittämisellä ja suunnitteluosaston tekemisellä suunnittelijoille.
- Kaukoenergia käsittää kaukolämmityksen ja -jäähdytyksen sekä höyryn jakelun. Yhdysvalloissa on yli 5 800 kaukoenergiajärjestelmää, joiden kapasiteetti on 234 GW (800 109 Btu/hour) ja 30 000 km jakeluputkistoja. Tavoitteena on rakentaa 8 GW lisää CHP-kapasiteettia. CHP:n rakentamista ja kaukoenergiaa edistetään koulutusmateriaalilla päättäjille, teknisellä tuella ja demonstraatioprojekteilla.
- Valtion rakennukset: Valtio omistaa 280 milj. m² rakennuspinta-alaa eri tarkoituksiin. Tavoitteena on lisätä CHP-tuotantoa 5 GW valtion omistamissa kiinteistöissä. CHP:n rakentamista edistetään uusilla rahoitusmuodoilla, inventoimalla valtion kiinteistöt sekä perustamalla DOE:n toimesta ”valtion energian tuotannon ohjausohjelma” ja erityyppisten CHP-ratkaisujen demonstraatio-ohjelma.

Talotekniikan tiekartta voisi kannustaa myös erilaisten CHP-ratkaisujen demonstrointiin kiinteistöissä sekä kuluttajan info- ja koulutuspaketin kehittämiseen. Verotus- ja/tai tukitoimin voitaisiin myös edistää kiinteistökohtaisten CHP-ratkaisujen yleistymistä (vrt. kiinteistön energia-avustukset 1970-luvulla).

H₂-tiekartta

Seuraava yhteenveto vetytiekartoista (Kuvat A8 ja A9) on koottu lähteistä Andersen et al. (2004), Andersen et al. (2005) ja Holst-Joergensen et al. (2004).

Vetymarkkinat nykyisin

H₂-tuotantolähteet ovat nykyisin:

- maakaasusta reformoituna
- kierrätyspolttoaineesta
- kaasuttamalla biomassasta.

Vetymarkkinoiden ajurit

- Ympäristöasiat vaikuttavat vetymarkkinoihin.
- CO₂-kauppahinnan vaikutus
- H₂-"ympäristöystävällisyys".

Vetymarkkinoiden esteet

- siirtomatka lyhyt
- laitetekniikkaa puuttuu.

Vetymarkkinoiden tavoitteet

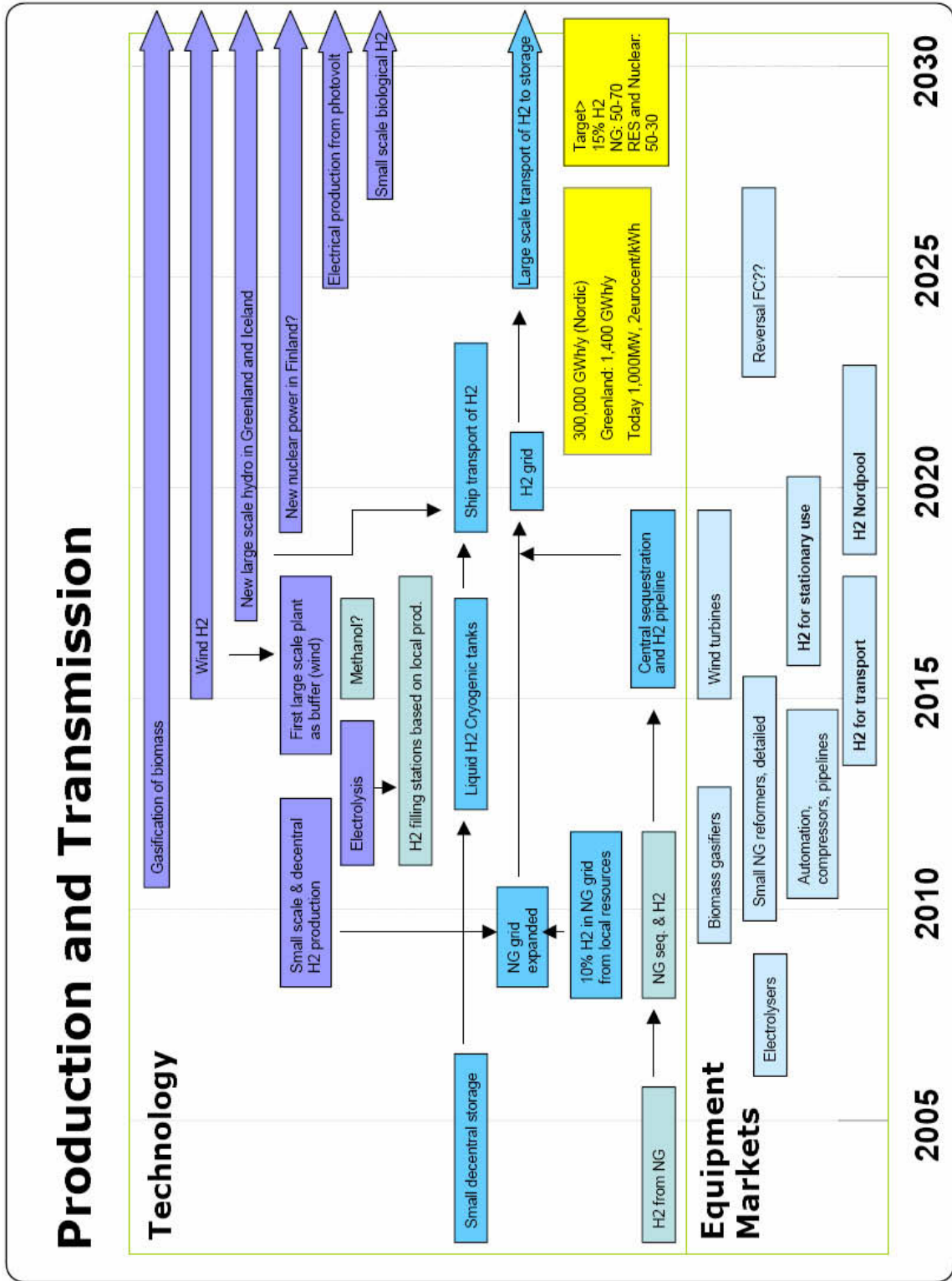
- Laitos- ja jakelutasolla aikajänne on 40–60 vuotta, uusilla laitoksilla jopa 100 vuotta.
- H₂-varastointi on ratkaisevassa roolissa vedyn tulevaisuuden visioissa
- Maakaasu on vedyn pääasiallinen lähde seuraavat 25 vuotta.
- kustannusten alentaminen l. kilpailukyky
- laitestandardointi
- polttokennotekniikan kehitys, luotettavuus ja turvallisuus
- T&K-toiminnan panostukset, julkinen tuki.

Vedyn tuotanto tulevaisuudessa (kuva A8)

- tuulienergia
- fuusioenergialla vetyä
- ydinvoimalla (fissio) vetyä
- vetyä yhdyskuntajätteistä
- vetyä vesivoimalla
- vetyskenaariot (maakaasu/kierrätyspa-ydinvoima) 2030: 70/30 % (sken. B3), 50/50 % (sken. E1 ja P2)
- Vetyä käytetään kierrätyspolttoainekulutuksen tasaamiseen.
- Vedyn osuus energiamarkkinoista on 10 % lähitulevaisuudessa, 25 % vuoteen 2050, 50 % vuoteen 2100 mennessä.
- pohjoismaiset H₂-markkinat (Nord Pool).

Vedyn jakelu tulevaisuudessa

- H₂-verkoston rakentaminen tai maakaasuverkon käyttö.



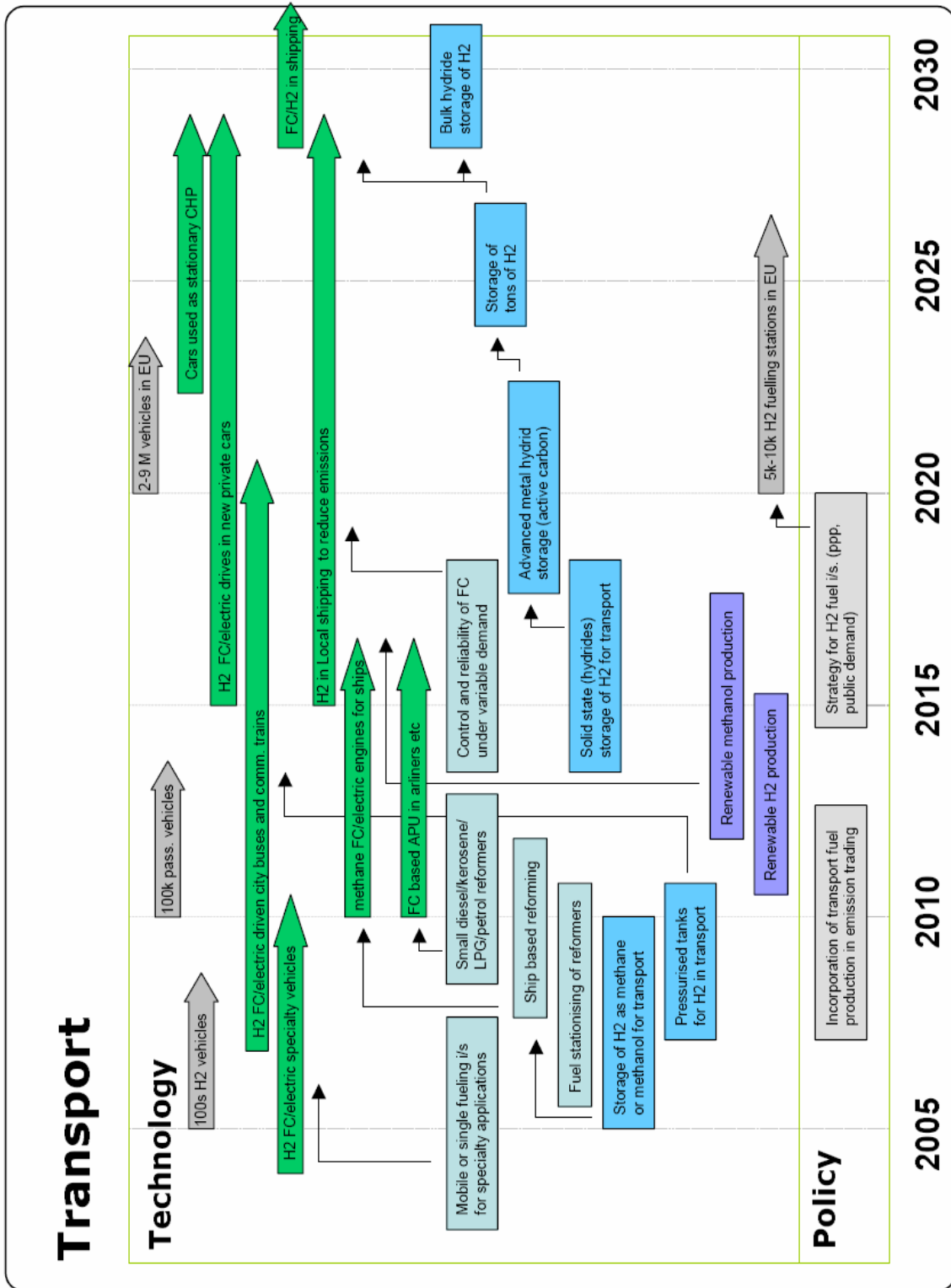
Kuva A8. Vetytuotannon ja -jakelun tiekartta.

H₂ liikenteessä

- H₂-polttokenno tai sähkö busseissa, takseissa
- H₂-polttokenno tai sähköautot yksityisliikenteessä ja erikoisajoneuvoissa
- painetankki H₂-siirtoon (700 bar)
- vedyn varastointi ja siirto metaanina ja metanolina
- metaanikäyttöinen polttokenno/sähkökone laivoihin.

Vety tulevaisuuden liikenteessä (kuva A9)

- polttokennoautot esim. taksit, bussit, junat, laivat, jne.
- markkinat 1–9 milj. vetyautolle Euroopassa v. 2020
- tarvitaan n. 5 000–10 000 tankkausasemaa Euroopassa
- FC/H₂ laivakonemarkkinoista 50 % v. 2030 mennessä
- pienvenemarkkinoista 20–30 % vuoteen 2030
- vetypolttoainemarkkinat 50 % vuoteen 2030
- 25 % lentokalustosta käyttää vetyä vuoteen 2030
- liikenteessä 5 % vuoteen 2020, 25 % vuoteen 2050
- FC-autot asuintalojen ja kesämökkien energialähteenä sekä varavoimana sähkön jakelussa v. 2025
- T&K:lla tarvittava tekniikka: invertterit, DC-muuntajat, pumput, lämmönsiirtimet, säätölaitteet, materiaalit, jne.



Kuva A9. Tiekartta vedystä liikenteen polttoaineena.

H₂ energian tuotannossa

- maakaasukäyttöinen FC (fuel cell) energian tuotannossa, CHP
- hajautettu energiantuotannon CHP, kiinteistöt; ongelmana vedyn kuljetus
- kierrätyspolttoaineen varastointiin (FC+H₂)
- energian lähde mobiiliviestiliikenteessä
- energian lähde kannettavissa laitteissa.

Vety tulevaisuudessa energian tuotannossa

- rakennusten energian tuotannossa 8 % vuoteen 2020 ja 38 % vuoteen 2050
- FC asuinrakennusten ja kesäasuntojen sähkön ja lämmön tuotantoon
- vaihtelevan energian tuotannon esim. tuuli- ja aurinkoenergian varastointiin.

Taulukko A4. Vety- ja polttokennotekniikan osuus EU:ssa vuoteen 2020.

	Portables (< 100 W)	Portables/other niches (1–4 kW _e)	Micro CHP (< 50 kW _e)	Industrial CHP (200–500 kW _e)	Road transport
Estimated H ₂ /FC market share	50%	n.a.	15%	n.a. (multiple markets)	0.5–5%

Source: HFP_DS_Report Draft_v2, Deployment Strategy. September 2004

Merkitys talotekniikan tiekarttaan

Talotekniikassa vetyteknologian yleistyminen merkinnee polttokennojen tuloa rakennuksiin, kun FC-tekniikka on kilpailukykyistä. Vedyn kuljetus tai tuottaminen biojättestä täytyy ensin ratkaista taloudellisesti.

Moses, Mobiilipalveluiden tiekartta rakennus- ja liikennesektorilla

Tiekartan tavoitteena on tukea VTT:n ja yritysten välistä vuoropuhelua ja yhteistyötä mobiilin teknologian kehitystyössä ja käyttöönotossa (Moses 2002). Mobiilit palvelut todetaan tulevaisuuden keskeisenä kehitysalueena, jolla T&K-toiminnan määrä on jatkossa erittäin huomattava. Sisällöllisenä tavoitteena on ollut selvittää, mitä VTT:n on tehtävä, jotta rakennetun ympäristön käyttöön liittyvien mobiilipalvelujen T&K:sta tulisi VTT:lle liiketoimintaa.

Työssä tehtiin teemoittaiset tiekartat (8 kpl) seuraavista osa-alueista: rakennustuotanto (liiketoiminta ja prosessit), rakennusten käyttö (rakennusten palvelukonseptit (käyttö ja ylläpito, turva, hoiva, uudet palvelut) ja käyttäjätarpeet), liikenne sekä logistiikka.

Raportissa esitettiin mm. seuraavanlaisia muutoksia aiheuttavia trendejä ja drivereita:

- Asiakastarpeet monimutkaistuvat.
- Verkottuneet win-win-win-palvelut kehittyvät.
- Läpinäkyvyys lisääntyy kysyntä-tarjontaketjussa.
- Tieto digitalisoituu.
- Käyttäjän prosessiin tuodaan lisäarvoa.
- Ympäristönäkökulma korostuu.
- Tieto ajantasaistuu ja muuttuu paikasta riippumattomaksi.
- Mobiilipalvelujen tarjonta lisääntyy.
- Asiakkaiden vaatimustaso kasvaa (ns. vaativa asiakas).
- Ymmärrys osapuolten tarpeista lisääntyy ja se linkitetään tuotantoon.
- Toimittajaketjun laadunvalvonta tehostuu.
- Järjestelmät ja laitteet vaihtavat tietoa.
- Palvelut tuotetaan tarpeen mukaisina.

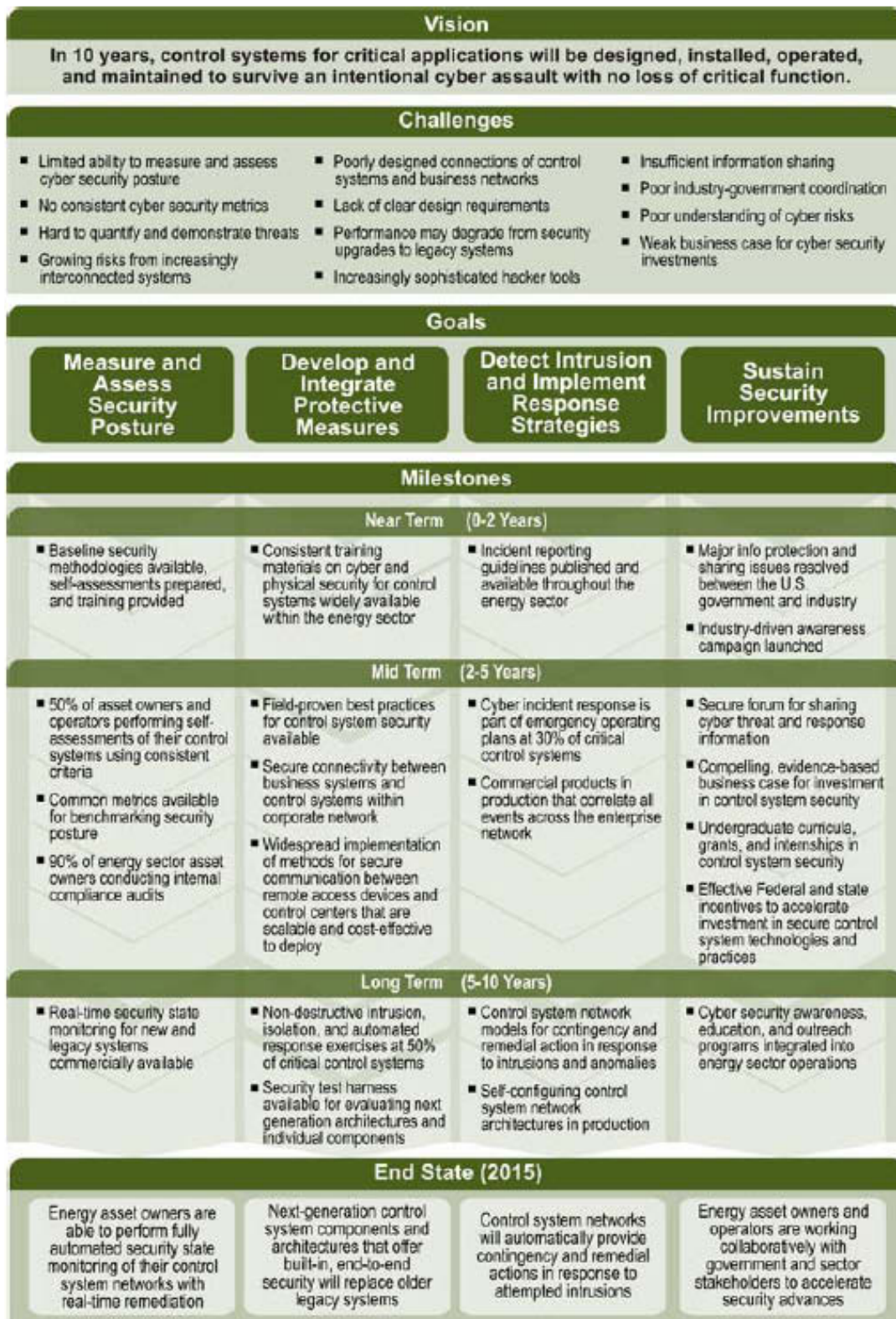
Tiekartan esitys rakenne on selkeä ja havainnollinen kaaviokuvaesitys ja eri teemoissa samanmuotoinen. Kaaviokuva on jaettu näljään osioon, joissa esitetään nykytila (state-of-art), tulevaisuuden visio (ihannetilä, kun kaikki toimii, vuotta ei ole selkeästi mainittu), toimintaympäristön haasteet ja tarjoamat (teknologiatrendit, elinkeinorakenteiden muutokset jne.) sekä VTT:n mahdolliset toimenpiteet lyhyellä, keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä.

Energiasektorin säätöjärjestelmien turvallisuus Yhdysvalloissa

“Roadmap to Secure Control Systems in the Energy Sector” käsittelee energiasektorin säätöjärjestelmien turvallisuutta Yhdysvaltojen näkövinkkelistä (Eisenhauer et al. 2006). Rakennuspuolen tietoliikenne- ja ohjausjärjestelmille voidaan soveltaa samoja uhkakuvia ja luotettavuuden parantamisen periaatteita kuin energiasektorilla yleensä.

Eisenhauer et al. (2006) esittävät seuraavia uhkakuvia säätöjärjestelmän häirinnästä:

- Säätöjärjestelmä häiriintyy tiedon kulun hidastumisesta tai estymisestä verkon kautta.
- Väärän tiedon välitys kohteessa saa aikaan luvattomia muutoksia tai odottamattomia toimintoja.
- Säätöjärjestelmän softa muuttuu aiheuttaen ennustamattomia tapahtumia.
- Häiriöt vaikuttavat järjestelmän turvallisuuteen.
- Luvattomat muutokset häiritsevät ohjelmoitavaa logiikkaa, päätetyöskentelyä, tai hajautetun säätöjärjestelmän paikallisyksiköitä, muuttavat hälytyskynnystä, ohjaavat prosessin alas tai tekevät säätölaitteet toimintakyvyttömiksi.



Kuva A10. Strategia säätöjärjestelmien turvallisuuden varmistamiseksi Yhdysvaltain energiasektorilla.

Kuvassa A10 esitetään SCS:n tiekartta kymmenen vuoden tähtäimellä. Tavoitteena on

- tuottaa automaattisesti varmistettu ja valvottu säätöjärjestelmäverkosto reaaliaikaisella valvonnalla
- tuottaa seuraavan sukupolven säätöjärjestelmän arkkitehtuuri ja komponentit, jotka tarjoavat sisään rakennetun ja kokonaisturvallisen ohjausjärjestelmän
- että järjestelmä valvoo jatkuvasti sekä estää tunkeutumista ja tekee korjaustoimenpiteitä järjestelmään tunkeutujien torjumiseksi
- että alalla toimijat työskentelevät jatkuvasti yhteistyössä säätöjärjestelmien turvallisuuden edistämiseksi.

Samat tavoitteet soveltuvat varmaan talojärjestelmiinkin, etenkin jos niitä valvotaan ja ohjataan Internetin kautta.

Tuulivoima-alan tiekartta

Tuulivoiman trendit

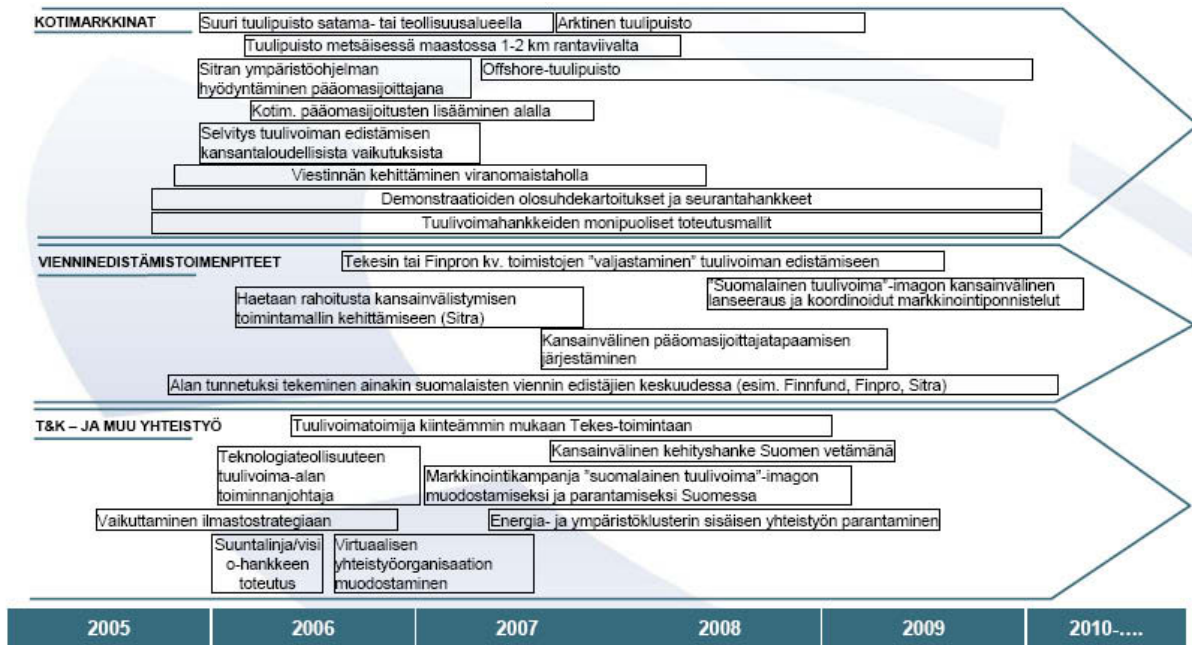
Tuulivoimaloiden koko kasvaa ja taloudellinen kokoluokka on 2–5 MW: off-shore ja on-shore-tuulipuistot. Tuulivoima vaikuttaa kuluttajaan (kiinteistöön) lähinnä verkon kautta, eikä erotu siten muusta tuotannosta. Toimitusvarmuus on tuottajan tai jakelijan taattava. Pienet tuulivoimalat sopivat kiinteistökohtaiseen tuotantoon lähinnä maaseudulla: asuintalot, maatalous, kesäasunnot, jne. Suuruuden ekonomian jälkeen voi seurata ”pieni on kaunista ja tehokasta” -filosofia, jolloin suurten laitosten tekniikka siirtyy kustannustehokkaasti pienimuotoiseen tuotantoon (Teknologiateollisuus 2005).

Suomessa Kylmätek Oy tekee 2 kW:n tuulivoimalaa ja Windside Oy kokoluokassa 300–1 300 W. Korkeissa rakennuksissa voisi olla tuulivoimala kiinteistön katolla sopivissa olosuhteissa.

Tuulivoiman markkinatrendit

Globaaleilla markkinoilla kokonpano siirtyy lähelle markkinoita ja verkotutaan paikallisen alihankintaverkoston kanssa. Läsnäolo markkinoilla on tarpeen ja avainosaamisen tunnistaminen ja varmistaminen. Siirrytään myös tuulivoimaloiden toimittamisesta energiaratkaisun toimittajiksi. Niche-markkinoiden hyödyntäminen globaalisti on mahdollisuus, esim. arktisen lavan soveltaminen muillakin kylmillä ilmastoalueilla. Tuulivoimassa nähdään myös vahvuutena yhteensopivat rajapinnat ja tietotekniikan lisääntyminen, esim. etävalvonta.

Rakennustekniikassa voitaisiin myös hyödyntää globaalisti arktista osaamista ja soveltaa sitä paikallisiin rakennusratkaisuihin globaalisti.



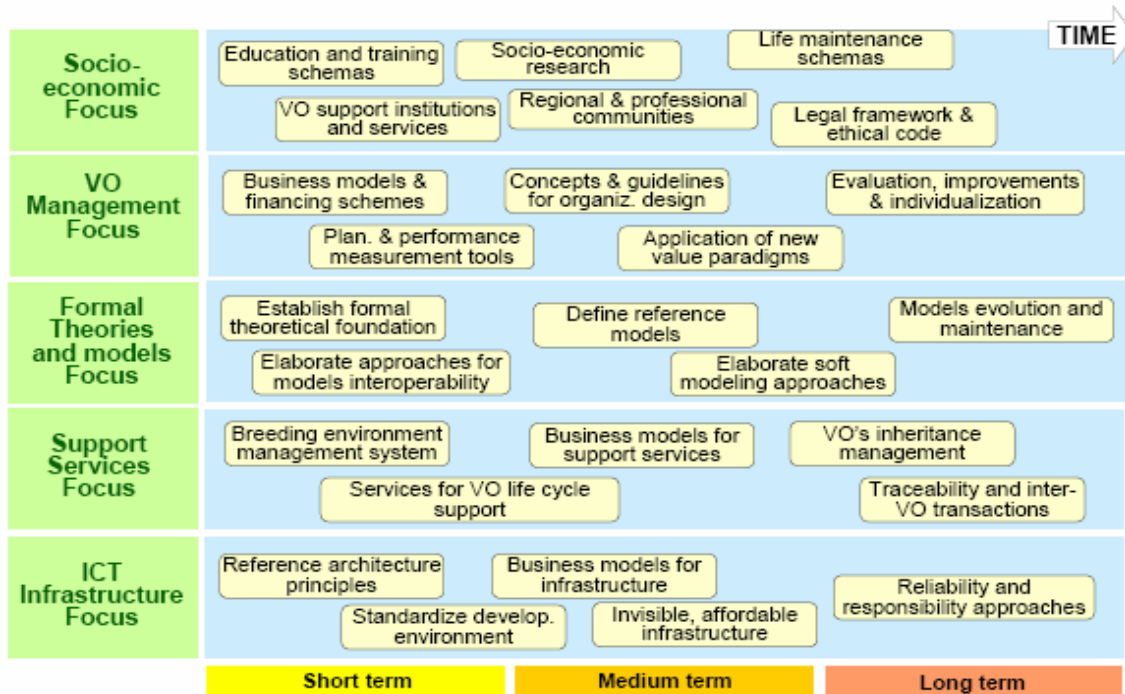
Kuva A11. Tuulivoiman vienninedistämisen tiekartta 2010-luvulle.

Vomap – virtuaalisten organisaatioiden kehityksen tiekartta

Vomap-tiekartta toteutettiin vuosina 2002–2003 Euroopan Unionin IST (Information Society Technologies) -ohjelmassa. Projektin koordinaattorina toimi portugalilainen Uninova (Institute for Development of New Technologies) ja projektin ydinryhmän jäseninä olivat Fraunhofer (Saksa), Amsterdamin yliopisto (Hollanti), CAS Software Oy (Saksa), Virtuelle Fabrik (Sveitsi), CeTIM Centre for Technology and Innovation Management sekä VTT (<http://www.uninova.pt/~vomap/partners.htm#Coordinator>).

Vomap-tiekartan tavoitteena on kulkea 2000-luvun itseorganisoituvan ad hoc-toiminnan kautta muodostuvien ”nousevien yhteistyöverkkojen” (emerging collaborative networks) kautta kohti ”kestäviä yhteistyöverkkoja” (sustainable collaborative networks), jotka toimisivat hyvin suunniteltujen rakenteiden, mallien ja työkalujen sekä toistettavissa olevien infrastruktuurien perustalla (Camarinha-Matos & Afsarmanesh 2003, s. 5). Vomap-tiekartta kohdistui strategiseen tiede- ja tutkimustasoon. Tavoitteena ei ollut tunnistaa tiettyyn teknologiaan tai tuotteeseen kytkeytyvää tulevaisuuden polkua vaan muodostaa ja määritellä ”strateginen tutkimusohjelma” virtuaalisten organisaatioiden kehitykselle (Camarinha-Matos & Afsarmanesh 2003, s. 3). Hankkeen visio vuoteen 2015 on tiivistetysti seuraava: ”In 2015 most enterprises will be part of some sustainable collaborative networks that will act as breeding environments for the formation of dynamic virtual organizations in response to fast changing market conditions”.

Vomap-tiekartan rakentaminen tapahtui viiden vaiheen kautta (Camarinha-Matos & Afsarmanesh 200, s. 7–9). **1)** Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin ns. gap-analyysi, jossa tunnistettiin virtuaalisten organisaatioiden nykytila ja nykytilan suhde visioon erityisesti vahvuuksien ja heikkouksien kautta. **2)** Toisessa vaiheessa muodostettiin suunnitelma toimista, joilla nykytila ja visio voitaisiin yhdistää. Toimia kutsuttiin muutosaskeleiksi (transition steps) ja niitä tunnistettiin viidellä eri tasolla: sosioekonomiset muutokset, johtaminen, infrastruktuurit, tukipalvelut (support services) sekä teorit ja mallit. Askeleet tuotettiin tässä vaiheessa vielä melko ad hoc -menettelyllä. **3)** Kolmannessa vaiheessa suunnitellut toimet verifioitiin ja validoitiin kahden kriteerin avulla. Ensimmäinen kriteeri oli arvioida ehdotettujen toimien oikeasuuntaisuutta suhteessa vision toteuttamiseen. Toinen kriteeri oli toimien uskottavuuden ja toteutettavuuden arviointi. Tämän perusteella muodostettiin toimien ”kvalitatiivinen arvo” (qualitative value). **4)** Neljännessä vaiheessa suunniteltuihin toimiin lisättiin arvioita toteutuksen ajoittumisesta ja toteutukseen vaikuttavista muista tekijöistä, esim. resursseista ja toimijoista. **5)** Viidennessä vaiheessa rakennettiin varsinainen tiekartta. Tiekartan muodostamisessa keskeistä oli tunnistaa eri toimien väliset vuorovaikutussuhteet ja kytkennät viidellä tasolla (sosioekonomiset muutokset, johtaminen, infrastruktuurit, tukipalvelut sekä teorit ja mallit) sekä pohtia näiden merkitystä erityisesti suhteessa toimien ajoittumiseen. Eri tasojen välisten vuorovaikutussuhteiden tunnistamisen jälkeen tiekartta yhdistettiin laajemmaksi kokonaisuudeksi. Kuvassa A12 esitetään projektissa muodostettu tiekartta.



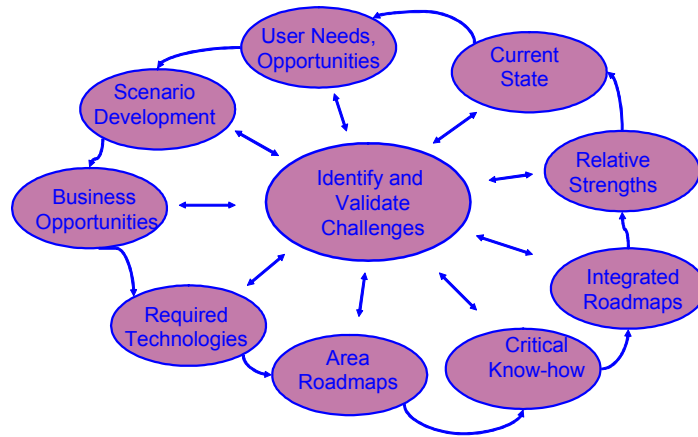
Kuva A12. Vomap – virtuaalisten organisaatioiden kehityksen tiekartta (Camarinha-Matos & Afsarmanesh 2003, s. 28).

Coconet – kontekstittietoiset yhteistyöympäristöt tulevaisuuden liiketoimintaverkoissa

Coconet (<http://coconet.telin.nl/>) oli EU:n IST-ohjelman projekti, jossa projektikoordinaattorina toimi hollantilainen Telematica Instituut ja ydinryhmässä olivat Fraunhofer (Saksa), IBM:n Haifan Laboratoriot (Israel), VTT, University of St. Gallen, MCM Institute (Sveitsi), Pleyma Unternehmensnetzwerke (Saksa), Siemens SPLS (Saksa) sekä Mondragon Innovation and Knowledge (Espanja).

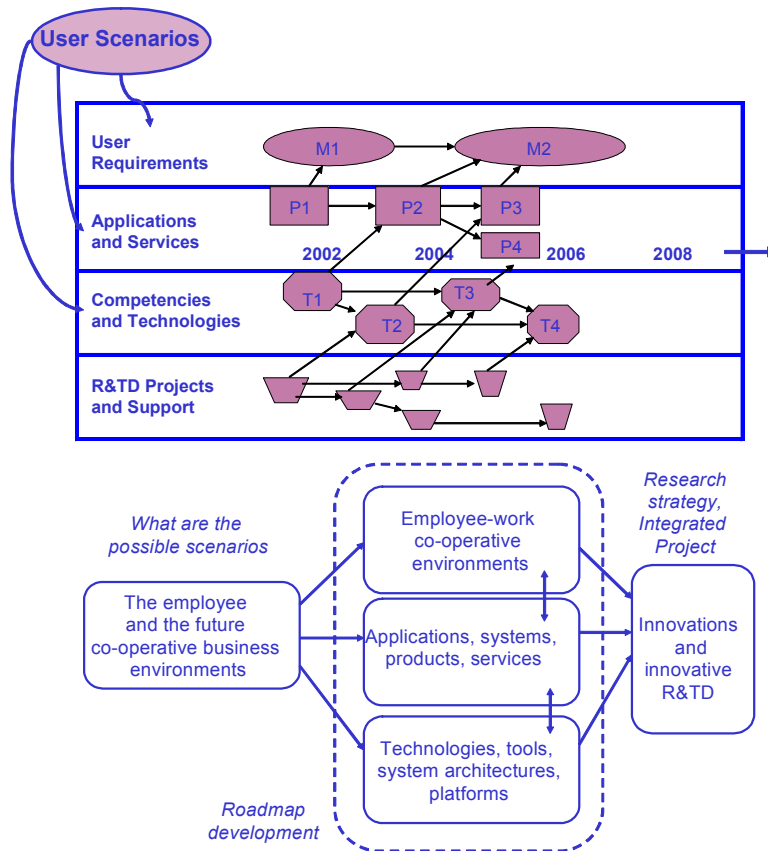
Coconetin tavoitteena oli tehdä strategia ja tiekartta tutkimus- ja teknologiakehitykselle kontekstittietoisien yhteistyöympäristöjen kehittämiseksi tulevaisuuden liiketoimintaverkoissa (<http://coconet.telin.nl/>). Keskeiset yleiset tavoitteet olivat tunnistaa tutkimushaasteet kontekstittietoisien yhteistyöympäristöjen kehittämiseksi työssä ja liiketoiminnassa, arvioida Euroopan kilpailuasemaa ja potentiaalia tässä suhteessa, kehittää visionäärisiin skenaarioihin perustuva strateginen tiekartta sovelletun tutkimuksen ja teollisuuden vuorovaikutuksesta, määrittää tutkimuksen ja teknologian kehityksen strategia 5–10 vuoden aikajänteellä, yhdistää eurooppalaisten toimijoiden näkemyksiä aihealueesta skenaariotyöskentelyn, työpajojen ja palautteen kautta sekä rakentaa perustaa liiketoimintaa tukeville innovatiivisille ja laajoille projekteille EU:n kuudennessa puiteohjelmassa (Södergård & Schaffers 2004). Coconet-projektin tavoitteena on ollut yhdistää henkilökohtaiset ja yhteistyön tukijärjestelmät ja samalla kehittää yhteistyöympäristöjä useamman toimijan prosesseja varten. Haasteena erityisesti yritysten näkökulmasta on ollut yhdistää yritysjärjestelmät tukemaan paremmin yksittäin ja ryhmissä tehtäviä toimintoja. Tavoitteena on ollut kehittää paremmin verkostomaiseen toimintaan sopivia ”ambient intelligence” -tyyppisiä kontekstittietoisia yhteistyöjärjestelmiä, jotka olisivat joustavampia ja paremmin räätälöintiin sopivia kuin olemassa olevat järjestelmät (<http://coconet.telin.nl/>).

Projektissa toteutettiin kolme kaksipäiväistä tiekartta-työpajaa (<http://coconet.telin.nl/>). Ensimmäisessä työpajassa kartoitettiin neljään kontekstittietoista ympäristöä käsittelevään skenaarioon perustuvia trendejä ja kehityslinjoja. Ensimmäisen työpajan tarkoituksena oli muodostaa kehys tiekartan muodostamiseksi sekä tunnistaa keskeiset tiekartan elementit, joita olivat teknologiat, sovellukset ja käyttäjäympäristön komponentit. Tiekarttojen keskeiset tekijät esitetään kuvassa A13.



Kuva A13. Coconet-tiekartan elementit (Södergård & Schaffers 2004).

Toisessa työpajassa tunnistettuja elementtejä syvennettiin ja niitä työstettiin eteenpäin tunnistamalla kontekstittietoisten toimintaympäristöjen pullonkauloja ja haasteita tulevaisuudessa. Tunnistettujen elementtien perusteella tunnistettiin erityisesti tutkimuksen ja kehitystoiminnan haasteita. Kolmannessa työpajassa visiot, skenaariot ja tunnistetut tutkimuksen ja kehityksen haasteet yhdistettiin tiekartoiksi. Kuvassa A14 esitetään Coconetin skenaarioperusteisen tiekartan muodostamisprosessi.



Kuva A14. Coconetin skenaarioperusteisen tiekartan rakenne (Södergård & Schaffers 2004).

Aurinkotekniikan tiekartta

Aurinkoenergian teknologia- ja markkinakatsaus

Maailman energiataloutta hallitsevat tällä hetkellä fossiiliset polttoaineet n. 85 %:n osuudella. Ydinvoiman, vesivoiman ja biomassan osuus on n. 15 %. Uusiutuvat energialähteet, kuten aurinko- ja tuulienergia, ovat vielä vähäisessä käytössä (<<1 %). Aurinkoenergiaa pidetään yhtenä öljyn jälkeisen energiatalouden mahdollisena globaalina energiaratkaisuna. Shell Internationalin ylipitkän aikavälin energiaskenaariossa aurinkoenergia vastaisi noin 30 %:sta maailman energiatuotannosta vuonna 2060.

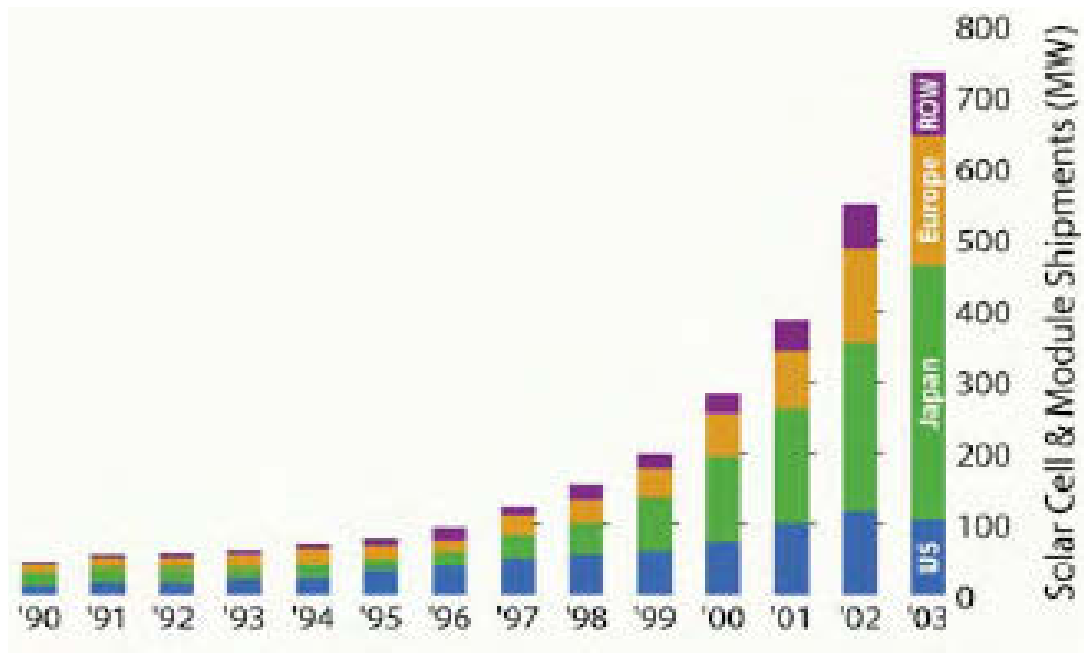
Aurinkolämmitysjärjestelmällä voitaisiin tuottaa 10–30 % pientalojen lämmitysenergian tarpeesta Suomessa. Suomessa on n. 50 alalla toimivaa yritystä, joista NAPS on suurin.

Aurinkoenergian hyödyntämisteknologia voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: aurinkosähkö ja aurinkolämpö.

Aurinkosähkö

Aurinkosähköjärjestelmän ydin on aurinkosähkömoduuli, joka valmistetaan puolijohdemateriaalista. Valmistusprosessi on vaativa, ja siihen liittyy useita vaiheita. Lopuksi puolijohdekennot laminoidaan kokonaiseksi paneeliksi. Valmiita PV-paneeleita yhdistämällä ja oheislaitteita liittämällä (säätöyksikkö, akut ja invertteri) syntyy aurinkosähköjärjestelmä.

Aurinkosähköpaneelien maailmanmarkkinahinta on tällä hetkellä noin 4 \$/W_p (alaindeksi _p tarkoittaa hetkellistä suurinta tehoa). Sähköverkkoon kytketty valmis PV-järjestelmän (esim. rakennuksen PV-katto) maksaa 5–10 \$/W_p. Sähkönverkon ulkopuoliset autonomiset PV-järjestelmät ovat selvästi kalliimpia mm. akuista ja varavoimalähteestä johtuen. Esimerkiksi pienet kesämökeille tarkoitetut PV-paketit maksavat 15–20 \$/W_p. Verkkoon kytketyissä järjestelmissä PV-moduulien hinnan osuus on suurin ja voi olla jopa 80 % koko järjestelmän hinnasta. Autonomisissa järjestelmissä PV-paneelien kustannusosuus on tyypillisesti noin puolet kokonaishinnasta.



Kuva A15. Aurinkosähköjärjestelmien kehitys v. 1990–2003, teho vuonna 2003 oli 744 MW (Our Solar Power Future 2004).

Aurinkolämpö

Aurinkolämpöjärjestelmän pääkomponentti on aurinkokeräin. Itse keräin on helposti valmistettavissa, mutta korkeaa teknologiaa edustavat siinä käytettävät materiaalit mm. selektiivinen absorptiopinta ja erikoislasikate. Aurinkokeräin sekä sen oheislaitteet (varaaja, lämmönvaihdin ja säätöyksikkö) muodostavat aurinkolämpöjärjestelmän. Aurinkolämmön kapasiteettia kuvaava perusyksikkö on aurinkokeräinpinta-ala. Miljoona m² eli 1 km² tuottaa Suomessa vajaat 0,5 TWh lämpöä vuodessa. 1 km² keräinpintaa vastaa 500–600 MW_p lämpötehoa. Maailmassa on yhteensä yli 30 milj. m² aurinkokeräinpintaa käytössä, EU:ssa n. 10 milj. m² ja Yhdysvalloissa sekä Japanissa saman verran (Faninger-Lund 2001).

Aurinkokeräinten hinta on 70–200 EUR/m². Kokonaisen aurinkolämpöjärjestelmän (aurinkokeräin, varaaja, oheislaitteet) hinnat ovat 170–700 EUR/m², jossa ylempi hinta vastaa lähinnä pientalon aurinkolämpöjärjestelmän ylärajaa ja alempi hinta suuren aurinkolämpölaitoksen alarajaa. Suurissa aurinkolämpöjärjestelmissä keräinten osuus on n. 60 % ja pienissä järjestelmissä n. 35 % kokonaiskustannuksista. EU-markkinoiden painopiste on Saksassa, joka vastaa lähes puolesta koko EU:n aurinkolämpömarkkinoista. Pohjoismaiden markkina-osuus on n. 5 % ja Suomen markkinoiden osuus on vain n. 0,2 % koko EU:sta.

Aurinkokeräimet

Aurinkokeräimet voidaan jakaa eri ryhmiin lähinnä käyttötarkoituksensa perusteella:

- lasikatteinen tasokeräin (perinteinen aurinkokeräin)
- pelkkä absorptiopinta (esimerkiksi muovista)
- tyhjiöputkikeräin (erittäin tehokas)
- suurmoduulit (3–5 x tavallinen keräin)
- kattointegroidut keräimet (osa vesikattoa)
- ilmakiertoinen keräin (ilmalämmitys, kuivatus)
- yhdistetty PV ja termien keräin (talon energiajärjestelmä).

Parabolinen aurinkokenno on heijastinpaneeli (Price & Kearney 1999), joka keskittää auringon säteilyn lämmön kokoojaelementtiin (HCE). Heijastinpaneeli useimmiten myös seuraa aurinkoa vertikaali- ja/tai horisontaalisuunnassa. Parabolisen aurinkokeräimen kustannuksista n. 45 % muodostaa heijastin ja lämmön kokooja, rakenteet n. 40 %, käyttö n. 6 % ja muut 9 %.

Potentiaalia on ehkä eniten tyhjiöputkikeräimissä (taso- ja keskittäväkeräin) ja yhdistetyissä PV ja lämpökeräimissä. Uusia kasvavia markkinoita ovat asuintalojen (kerrostalojen) aurinkolämpö, suuret aluelämpöjärjestelmät sekä ns. kombijärjestelmät, jotka tyydyttävät sekä lämmitystuotannon että lämpimän käyttöveden sekä sähkön tuotannon tarvetta. Etenkin Keski-Euroopassa aurinkoenergiamarkkinoiden kasvu näyttäisi suuntautuvan em. keräintyyppeihin. Kiinalaiset ovat tulossa tyhjiöputkimarkkinoille ja tarjoavat tuotteitaan myös EU-markkinoille.

Alan kansainvälinen liikevaihto oli noin 3 mrd. €/a vuonna 2001 (Faninger-Lund 2001).

Aurinkosähkömarkkinat olivat n. 4,7 mrd. USD (3,9 mrd. €) vuonna 2003. Aurinkosähkön järjestelmähinta oli v. 2004 6,10 USD/W ja tuotetun energian hinta 18,20 snt/kWh. Instaloitu teho oli v. 2003 740 MW, josta EU:n osuus on n. 25 % (Solar power future 2004).

Aurinkotekniikkamarkkinat vuoteen 2010

Euroopan Unionin tavoitteena on vuoteen 2010 mennessä nostaa aurinkolämpöjärjestelmien määrä nykyisestä n. 10 milj. m²:stä 100 milj. m²:iin (40–50 TWh/v). Pitkänajan tavoite on runsaat 350 milj. m² aurinkokeräinpintaa (Faninger-Lund 2001).

Suomessa on tavoitteena tuottaa aurinkotekniikalla 100 GWh energiaa vuonna 2010. Tämä edellyttää 120 000 m² aurinkokeräinpintaa ja 22 MW_e aurinkosähköpaneelitehoa. Tavoite vastaa aurinkolämmön hyödyntämistä 10 000–20 000 pientalossa.

Alan kansainvälisen liikevaihdon arvioidaan kasvavan vuoden 2001 3 mrd. €:n tasosta 15 mrd. €:oon vuoteen 2010 mennessä. Suomalaisen aurinkoalan yritysten liikevaihdon tavoite vuonna 2010 on 150 milj. € eli noin 1 % kansainvälisestä liikevaihdosta, josta viennin osuus olisi 80 %.

Keskittävä keräintekniikka vuoteen 2020

Markkinatavoitteet 2020

- Kokonaiskustannustasoa pyritään laskemaan 50 %.
- Hyötysuhdetta parannetaan 50 %.
- Sähköenergian tavoitehintaa on 4–5 c/kWh, huippukapasiteetin (vuotuinen kuormitusaste 20–40 %) kustannukset ovat 4–6 c/kWh, niche-markkinoilla vieläkin kalliimmat.

Teknologian tavoitteet 2020

- Tavoitellaan teknistä kehitystä, joka tekee keskittävästä aurinkotekniikasta kilpailukykyistä perinteisen sähkön tuotantoon kanssa maapallon aurinkovyöhykkeillä.
- Kustannussäästö 150 MW laitokseen tuplaamisesta on 12–14 %.
- ISCCS (integrated solar combined-cycle system; kuuma ilma + höyryprosessi + jälkilämmön hyödyntäminen) säästää yksikkökustannuksia 22 % perinteiseen aurinkosähkön tuotantoon verrattuna.
- Teräksen vaihto alumiiniin tai komposiittirakenteisiin keräimissä tekee rakenteet kevyemmiksi.
- Höyryn suora kehitys keskittävässä keräimissä säästää kokoojaelementin kautta kiertävän siirtonesteen käyttöä; rakenteet yksinkertaistuvat ja prosessitehokkuus paranee.
- Aurinkopuistojen kehittämisen (vrt. tuulipuisto) kautta saavutetaan monistamisen tuoma säästö. On arvioitu, että viiden laitoksen rakentaminen monistamalla aurinkopuistoon säästää kustannuksia 25–30 %.
- Rahoituskuvioilla ja verohelpotuksilla toivotaan säästöjä investointikuluihin 10–40 %.
- Vakuumputkien käyttö nostaa keräimen hyötysuhdetta oleellisesti, tyhjän ylläpito vaatii vielä kehittämistä, koska nykyisin käytetyt menetelmät rikkovat putkia.
- Heijastinpintojen puhdistusmenetelmiä kehitetään.
- Peilipintojen kestävyyttä pitää kehittää; painepesu vaurioittaa helposti pintoja.
- Tavoitteena on pudottaa keskittävä aurinkokeräimen hinta nykyisestä 200 \$:sta/m² 110 \$:iin/m² v. 2020, josta peilin hintatavoite on 80 \$:sta/m² 50 \$:iin/m².
- Kokoojaelementin (HCE) käyttölämpötila on nykyisin 400 °C. Tavoitteena on nostaa lämpötila 500 °C:seen.
- ISCCS:n prosessioptimointia on tavoitteena kehittää, jotta päästään kokonaishyötysuhteen parantamisen tavoitteeseen.

Aurinkosähkö 2030

USA:n tavoitteena on päästä järjestelmähinnassa 2,30 USD/W ja energian hinnassa 3,8 c/kWh. Installoitu teho tulisi olla vähintään 200 GW vuoteen 2030 mennessä (Solar Power Future 2004).

Taulukko A5. Aurinkosähköjärjestelmän kehitys peruslinja ja tavoitelinja.

		2004	2010	2015	2020	2030	2050
Järjestelmähinta (\$/W)	peruslinja	6,10	4,87	4,24	3,76	3,12	2,56
	T&K-linja ⁽¹⁾	6,10	4,65	3,68	3,01	2,33	1,93
Sähkön hinta (c/kWh)	peruslinja	18,2	13,4	11,5	10,0	8,2	6,8
	T&K-linja ⁽¹⁾	10,5	7,4	5,7	4,6	3,8	3,7
hyötysuhde (%)	kenno	10–20	15–25	19–28	20–35	22–40	>40
	moduuli	8–15	12–17	16–20	18–24	20–30	>30
	järjestelmä	6–12	9–14	13–18	14–20	18–25	>25

⁽¹⁾ vero- ja korkohelpotuksia investoinneille sekä T&K-panostusta valtion tuella

Toimenpiteet markkinointiin

- Annetaan verohelpotusta investoinneille; ensimmäiselle 10 kW:n investoinnille 50 % (max 3 \$/W) verohelpotus, 10 kW:n jälkeen investoinnille 30 % (max. 2 \$/W) verohelpotus, helpotuksia pienennetään 5 % vuodessa.
- Sovelletaan aurinkosähkölle tuulivoiman saamaa 10 % investointiverohelpotusta.
- Käytetään kuluttajan sähkön nettomittausta ja helpotetaan kytkeytymistä sähköverkkoon sekä annetaan reilu hyvitys ylijäämästä.
- Investoidaan 100 milj. USD vuodessa julkisiin aurinkosähköjärjestelmiin.
- Panostetaan julkisin kampanjoin aurinkosähkömarkkinoiden edistämiseksi yhteistyössä yksityisen sektorin kanssa.

Toimenpiteet T&K-toimintaan

- Lisätään T&K-panostusta 250 milj. USD vuoteen 2010 mennessä.
- Lisätään investointeja piikennojen, ohutkalvojen ja järjestelmäkomponenttien valmistukseen, jotka ovat kriittisiä teollisuudessa nykyisin niiden hintojen takia. Hyödynnetään niiden potentiaaliset mahdollisuudet paremmin.
- Otetaan järjestelmäkomponenttien kehityksessä riskiä pidemmän ajan T&K:hon, jotta saavutettaisiin hyppäyksiä aurinkotekniikan kehityksessä ja kustannus-säästöjä.
- Suunnataan resursseja huippututkimusyksiköihin, jotta voitaisiin lyhentää kehityksen tulosten saattamista teolliseen valmistamiseen.

- Edistetään yhteistyömahdollisuuksia eri tutkimustahojen kesken, jotta saataisiin nopeammin tuloksia hyödynnettäväksi aurinkosähkökennojen ja komponenttien valmistuksessa sekä järjestelmien teollisessa valmistuksessa.

Lähdeluettelo

Ala-Siuru, P., Laikari, A., Lappalainen, V. & Urhema, T. 2003. Tulevaisuuden palveluva kotiautomaatio – nykytilanneselvitys, skenaariot ja roadmap (TUPAROAD). 69 s. (http://virtual.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2003/tuparoad_raportti.pdf)

Ala-Siuru, P., Pohjanheimo, L., Laikari, A., Koivisto, J., Pärkkä, J., Heino, I., Pihlajamaa, O., Vääänen, A., Penttilä, M. & Kangas, S. 2006. Technology Roadmap for Exergaming. Oulu: VTT. 26 s. (Exergame-projekti, Tekninen raportti).

Andersen, P. D., Greve, O. & Nielsen, St. 2004. Nordic H2 Energy Foresight; Roadmap for H2 in the Nordic countries. Risø National Laboratory. 37 s. ISBN 87-550-3436-5.

Andersen, P. D., Jørgensen, B. H., Eerola, A., Koljonen, T., Loikkanen, T. & Eriksson, E. A. 2005. Nordic H2 Energy Foresight; Building the Nordic Research and Innovation Area in Hydrogen. Summary Report. 32 s. ISBN 87-550-3401-2.

Building Envelope Technology Roadmap – A 20-year Industry Plan for Building Envelopes. 2001. Representatives of the building envelope industry. 30 s.

Camarinha-Matos, L. M. & Afsarmanesh, H. 2003. VOMap, Roadmap Design for Collaborative Virtual Organizations in Dynamic Business Ecosystems. Draft Roadmap D5. 29 s. (IST-2001-38379) (<http://www.vomap.org>)

CUBE – Talotekniikan teknologiaohjelma 2002–2006. 2006. Loppuraportti. Helsinki: Tekes. 81 s. (Teknologiaohjelmaraportti 19/2006). ISBN 952-457-258-3.

Eisenhauer, J., Donnelly, P., Ellis, M. & O'Brien, M. 2006. Roadmap to Secure Control Systems in the Energy Sector. Columbia, Maryland: Energetics Incorporated. 28 s. + liitt.

Faninger-Lund, H. 2001, Aurinkoenergian teknologia- ja markkinakatsaus, Solpros, Tekes-projekti 594/480/00. 31 s.

Fernando, T. & Huovila, P. 2005. Roadmap for Implementing Mobile Workplace Innovation in Life-Cycle Management Sectors. MOSAIC Final Report. 38 s.

FinnSight 2015: Tieteen, teknologian ja yhteiskunnan näkymät. Paneelien raportit. 2006. Helsinki: Suomen Akatemia & Tekes. 292 s. (www.finnsight2015.fi). ISBN 951-715-610-3.

Foliente, Gr., Huovila, P., Ang, G., Spekkink, D. & Bakens, W. 2005. Performance Based Building R&D Roadmap. PeBBu Final Report. 79 s. (EUR 21988.) ISBN 90-6363-048-4.

Hannus, M., Blasco, M., Bourdeau, M., Böhms, M., Cooper, Gr., Garas, F., Hassan, T., Kazi, A. S., Leinonen, J., Rezgui, Y., Soubra, S. & Zarli, A. 2003. ROADCON. Construction ICT Roadmap. Final Report. 77 s. (IST-2001-37278)

High-Performance Commercial Buildings – A Technology Roadmap. A 20-year Industry Plan for Commercial Buildings. 2000. Representatives of the commercial building industry. 20 s.

Holst-Joergensen, B., Andersen, P. D., Eerola, A., Loikkanen, T., Koljonen, T., Pursiheimo, E., Eriksson, E. A. & Sigfusson, Th. 2004. Working the futures: Preliminary results from the Nordic H2 Energy Foresight. 15th World Hydrogen Energy Conference – Abstracts, Yokohama, June 28 – July 2, 2004. 9 s.

Kanerva, J. & Paloheimo, K.-St. (toim.). 2005. New Business Opportunities for Finnish Real Estate and ICT Clusters. Helsinki: Helsingin Kauppakorkeakoulun selvityksiä, E-104. 63 s. ISBN 95117919557.

Kiinteistö- ja rakennusklusterin visio 2010. Hyvän elämisen puitteet. Raportti 1. 2001. Helsinki. 34 s.

Kiinteistö- ja rakennusklusterin visio 2010. Hyvän elämisen puitteet. Vision strategiapäivitys. Raportti 4. 2005. Helsinki. 36 s.

Kohvakka, A., Kohonen, R., Hedvall, K., Aalto, E., Saarimaa, J. & Kokkala, M. 2005. Rakennusalan toimintaympäristön tulevat muutokset ja haasteet. Talotekniikka- ja kiinteistösektorin näkemyksiä. Workshop 2.2.2005. – Yhteenveto. (Julkaisematon työraportti.)

Moses, Mobiilipalveluiden tiekartta rakennus- ja liikennesektorilla. 2002. 46 s. (Julkaisematon työraportti.)

NAHB Research Center (2002a). PATH Technology Roadmap: Energy Efficiency in Existing Homes. Vol. 2: Strategies Defined. Partnership for Advancing Technology in Housing.

NAHB Research Center (2002b). PATH Technology Roadmap: Whole House and Building Process Redesign. Partnership for Advancing Technology in Housing.

National CHP Roadmap. 2001. Doubling combined heat and power capacity in the United States by 2010. March 2001, United States Combined Heat & Power Association. 32 s.

Naumanen, M. & Rouhiainen, V. (toim.). 2006. Security-tutkimuksen roadmap. Espoo: VTT. 69 s. (VTT Tiedotteita 2327). ISBN 951-38-6769-2.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2327.pdf>

Our Solar Power Future, 2004, The US Photovoltaics Industry Roadmap Through 2030 and Beyond. 16 s.

Pirinen, A. 2005. Asumiskonseptien ja talotekniikan Design Driverit. Future Home Institute. 2 s. (ASTAT-hankkeen sisäinen raportti.)

Price, H. & Kearney, D. 1999. Parabolic-Through Technology Roadmap. 40 s.

Södergård, C. & Schaffers, H. 2004. Coconet: Context-Aware Collaborative Environments for Next Generation Business Networks. Esitelmä 29.5.2005.

Teknolohiateollisuus. 25.10.2005. Tuulivoima-tiekartta viennin kehittämiseksi. Kalvot. 74 s.

The Micro-CHP Technologies Roadmap – Meeting 21 Century Residential Energy Needs. 2003. Greenbelt, Maryland: United States Department of Energy. 18 s.

Vision 2020. The Lighting Technology Roadmap Roadmap – A 20-year Industry Plan for Lighting Technology. 2000. (DOE/GO-102000-0982). 20 s.

Liite B: Työskentelyprosessi ja välitulosteet

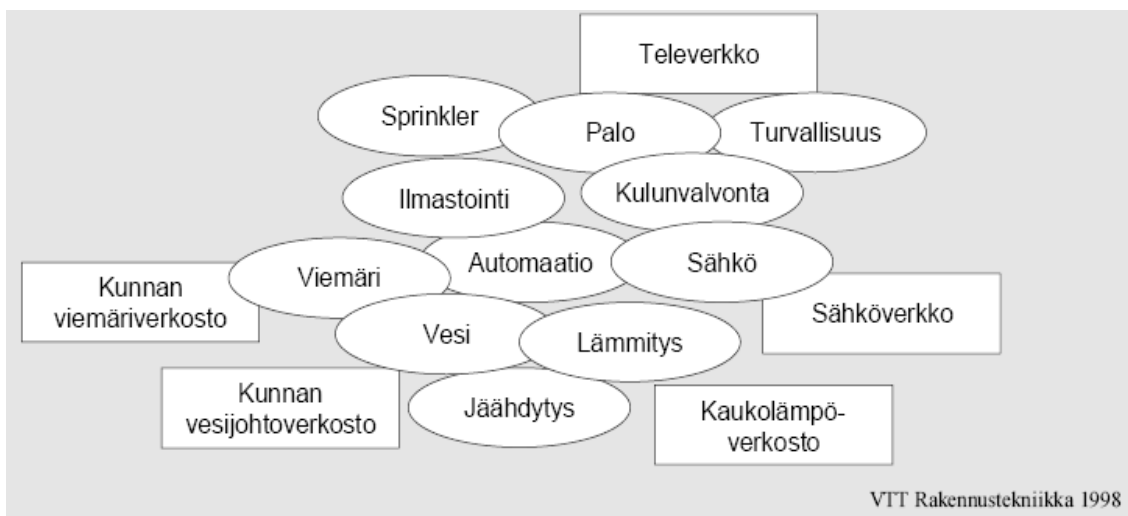
Talotekniikan tiekartan tavoitteet

”Talotekniikan tiekartta” -hankkeen (TT-RM) tavoitteena oli tehdä näkemys talotekniikan kehityssuunnasta, joka sisältää tulevaisuussuuntautunutta tietämystä talotekniikan tutkimustarpeista ja liiketoimintamahdollisuuksista vuoteen 2020 asti. Tutkimuksen pohjalta on myös johdettavissa osaamisen kehittämistarpeita.

Talotekniikan sisällöstä

Talotekniikka (building services) on suhteellisen tuore käsite, ja siitä esiintyy monenlaisia määritelmiä.

Kuva B1 esittää talotekniikan ajatellun sisällön vuonna 1998 määrittelyn mukaisesti (Talotekniikka 1998). Määritelmä sisältää rakennukseen kuuluvia teknisiä ratkaisuja ja liittynät ulkopuolisiin verkostoihin. Tässä määritelmässä esimerkiksi hissit eivät sisällyneet talotekniikkaan.



Kuva B1. Talo- ja kunnallistekniset järjestelmät vuoden 1998 määritelmän mukaisesti.

Kuvassa B2 havainnollistetaan talotekniikan roolia Suomen rakentamisessa vuonna 1998. Silloin talotekniikka ajateltiin osaksi kiinteistö- ja rakennusalaan sekä sivuamaan metalli-, kaivos-, energia- ja tietoliikennealoja. Talotekniikkaklusterin keskeisiksi osapuoliksi luettiin urakointi, teollisuus, kauppa, maahantuonti, suunnittelu ja rakennuttaminen, tutkimus ja kehitys, koulutus sekä viranomaistoiminta.



Kuva B2. Talotekniikan rooli Suomen rakentamisessa v. 1998.

Kansainvälinen CIBSE-järjestö (The Chartered Institution of Building Services Engineers) määrittelee talotekniikan palveluiksi, joita ovat esim. valaistus, lämmitys, ilmanvaihto, ilmastointi, terveydenhoitojärjestelmät ja hissit, jotka tyypillisesti muodostavat 30–40 % liikerakennusten kokonaisrakennuskustannuksista.

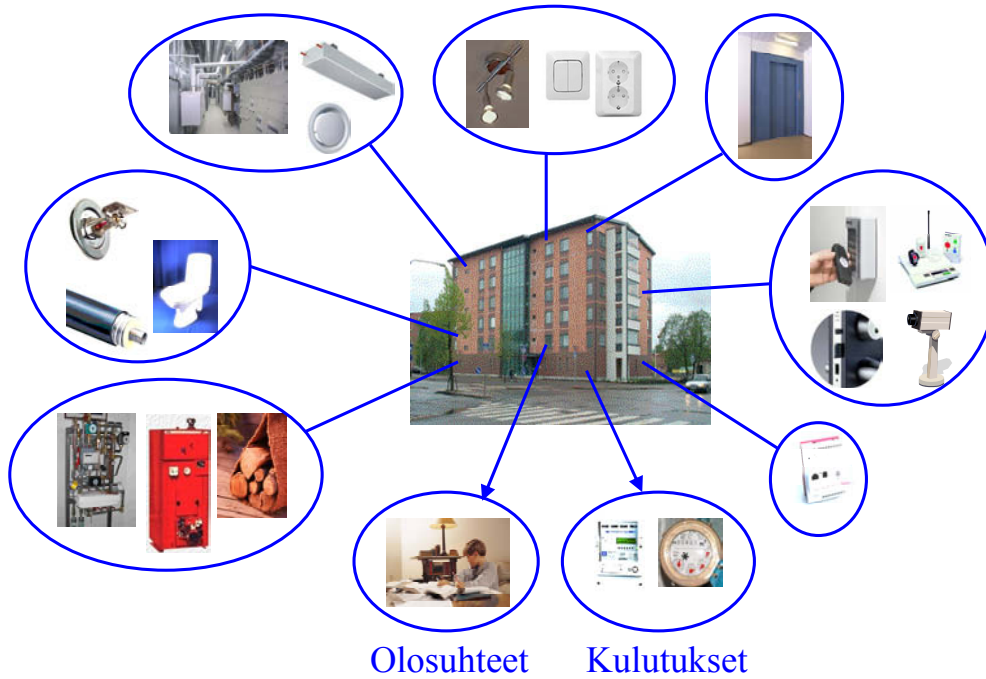
(<http://www.cibse.org/index.cfm?go=home.show&pageid=37&topsecid=1>):

What are building services?

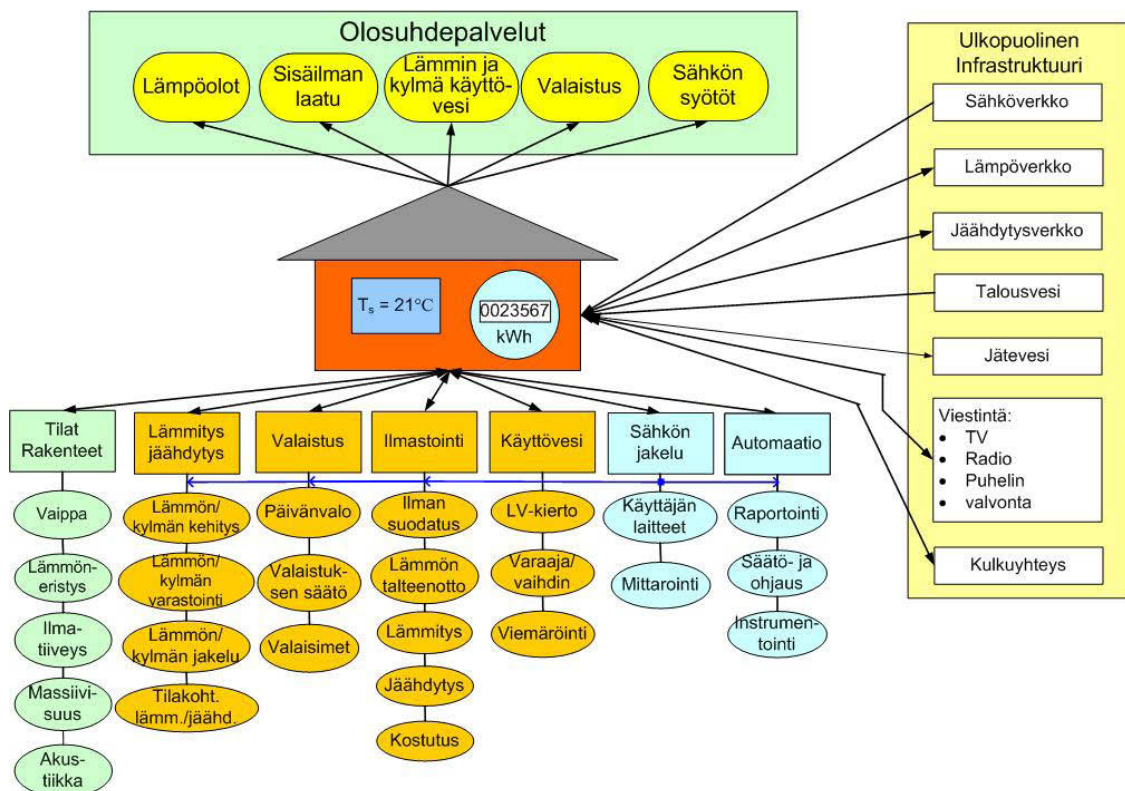
Services such as lighting, heating, ventilation, air conditioning, public health systems and lifts which, in commercial buildings, typically account for 30–40% of total construction costs.

Suomessa talotekniikan osuus liikerakennusten (kokonais)rakennuskustannuksista on suuruusluokkaa 25 %, jolloin kysymys on talotekniikan osuudesta rakennusosien ja työn kustannuksista sekä yhteis- ja käyttökustannuksista.

Talotekniikalla siis tuotetaan pääasiassa rakennuksen olosuhde- ja järjestelmäpalveluita. Talotekniikkaa sisältää useita erilaisia laitteita ja järjestelmiä (kuva B3) ja sillä on yhteys sekä rakenteisiin että ulkopuoliseen infrastruktuuriin (kuva B4). Kuvan B4 vasen puoli myös havainnollistaa energiategokkuuden ja sisäilmaston osatekijöitä (Kauppinen et al. 2007), joten se ei ole kattava esitys talotekniikasta. Ko. kuvan olosuhdepalkissa voisivat siis olla myös esimerkiksi audiovisuaaliset olosuhteet. Siis akustiikka ja betoniseinät eivät kuulu talotekniikkaan, mutta esim. aktiivinen äänenhallinta tms. kylläkin. Päivänvalo, ikkunat tai kattoikkunat eivät ole talotekniikkaa, mutta jos valo tuodaan jollakin aktiivisella keinolla sisälle, esim. jollain valonvahvistuslinssisysteemillä, se voi olla.



Kuva B3. Talotekniikkalaitteita ja -järjestelmiä.



Kuva B4. Talotekniikkaa ja sillä tuotettavia palveluita sekä liityntöjä rakennukseen ja ulkopuoliseen infrastruktuuriin.

Tekesin talotekniikan Cube-teknologiaohjelmassa (<http://www.tekes.fi/ohjelmat/cube/>) talotekniikka määriteltiin seuraavasti:

- Talotekniikka on kiinteistön ja siihen liittyvien tilojen teknisten palveluiden, järjestelmien ja laitteiden kokonaisuus.
- Talotekniikka tuottaa kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville toiminnoille hallitut olosuhteet. Näitä ovat mm. ilman, veden, lämmön, energian, valon ja tiedon välittäminen sekä turvallisuus- ja liikkumispalvelut.

Edellä mainittu Cuben määritelmä pohjautuu Taken v. 2001 esittämään määritelmään (http://www.take.fi/tiedostot/maaritelma_lausunolle_1.pdf) ja kattaa sen kaksi ylintä tasoa. Taken määritelmän kolmas taso luettelee teknologioita ja toimintoja, jotka liittyvät talotekniikkaan.

Taken määritelmän mukaan talotekniikkaan liittyviä teknologioita ovat (suluissa esimerkkejä)

- lämmitys
- vesi ja viemärointi (mm. veden lämmitys, käyttö- ja talousvesijärjestelmät, jätevesijärjestelmät, sadevesijärjestelmät)
- ilmastointi (ml. teollisuusilmastointi, puhdasilmatekniikka)
- jäädytys (sis. mm. kylmätekniiset järjestelmät)
- sähköenergian jakelu ja käyttö
- valaistus
- (sähkötekniiset) tietojärjestelmät (ohjaus ja säätö, verkostot, audiovisuaaliset järjestelmät, telekommunikaatiot, henkilöhaku, turvallisuusteknologiat, murto-suojaus, murtohälytys, palohälytys)
- kuljetus ja siirto (hissit tms.)
- muut järjestelmät ja laitteet, mm:
 - puhdistus (talo- ja tonttikohtainen vesi, keskussiivous, rakenteiden puhdistus jne.)
 - erikoisputkistot (paineilma, sairaalakaasu, putkiposti)
 - erikoisjärjestelmät (radonilmanvaihto, väestönsuojalaitteet jne.)
 - sammutusjärjestelmät (sprinkler, muut palosammutusjärjestelmät)
 - kiinteät kodinkoneet (keittiötekniikka)
 - talotekninen Facility Management.

Tiekartta-hankkeen määrittely- ja rajaustyöpajassa Cuben ja Taken esittämästä talotekniikan määritelmästä muodostui vilkas keskustelu. Kritiikkinä esitettiin mm:

- Määritelmän toisella tasolla puhutaan ”hallituista olosuhteista”, kun pitäisi puhua ”hallituista ja halutuista” olosuhteista. Siis nykyisin olosuhteet erityisesti uusissa toimitiloissa ovat varsin hallittuja. Niitä rekisteröidään ja etävalvotaan,

mutta silti ne eivät välttämättä ole haluttuja, kun säätölaitteita ei osata käyttää, ei ole yksilöllistä säätöä jne.

- Määritelmän ensimmäinen taso on harhaanjohtava. Se pitäisi muotoilla toisin.
- Määritelmään sisältyvät myös liikkumispalvelut. Jos määritellään näin, myös portaat sisältyvät määritelmään. Tämä kohta pitäisi olla rajatummin määritelty.
- Jätejärjestelmien kehittyessä myös ne voisi olla syytä sisällyttää talotekniikkaan. Mahdollisesti muitakin uusia järjestelmiä voi jatkossa tulla mukaan.

Tässä hankkeessa talotekniikan sisältö oli seuraava:

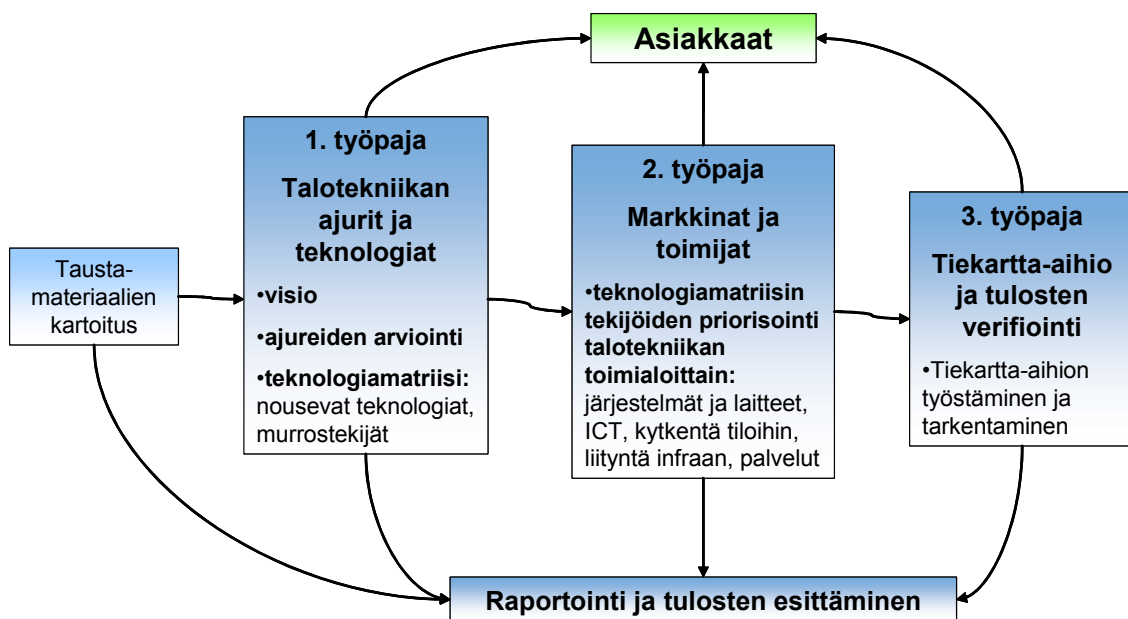
- Talotekniikka tuottaa kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville toiminnoille yksilölliset, käyttäjälähtöiset ja hallitut olosuhteet.
- Näitä ovat mm. ilman, veden, lämmön, energian, valon ja tiedon välittäminen, sähköisesti hallittavat ja ohjattavat turvallisuus- ja liikkumispalvelut sekä muut aineen, elektronien, ääniaaltojen yms. liikkumiseen perustuvat palvelut.
- Talotekniikka muodostuu teknisistä järjestelmistä, laitteista ja palveluista.

Tässä hankkeessa talotekniikka kattaa seuraavat toiminnot, jotka ovat Taken (http://www.take.fi/tiedostot/maaritelma_lausunolle_1.pdf) määritelmän kanssa yhteneväiset:

- suunnittelu
- valmistus
- urakointi (mukaan lukien käyttöönotto, vastaanotto, säätö ja valvonta)
- käyttö, kunnossapito, huolto (ml. rakennuttaminen, määräaikaistarkastukset, kuntotutkimukset, kuntoarviot)
- ajanmukaistaminen
- laitoksen purkaminen
- tukitoiminnot
 - tutkimus & kehitys
 - testaus ja tuotehyväksyntä
 - auditointi
 - koulutus
 - kauppa (kauppa, tuonti, vienti)
- muut toiminnot
 - lainsäädäntö (laki, asetus, direktiivi)
 - standardointi ja muu ohjeistus.

Tiekarttojen rakentaminen – työpajatyöskentely

”Talotekniikan tiekartta” -hanke tehtiin neljässä vaiheessa (Kuva B5). Ensimmäinen vaihe oli taustamateriaalien kartoitus, jossa hankkeen ydintiimi teki laajan kartoituksen talotekniikan, rakentamisen ja rakennusten infrastruktuurin aihepiirien tiekartta- ja ennakoitihankkeista (liite A). Lisäksi käytiin läpi yleisempiä laaja-alaisia ennakoitihankkeita. Kartoituksen perusteella tunnistettiin talotekniikan tiekarttatyöskentelyyn vaikuttavat olennaiset tulevaisuuden muutostekijät sekä muodostettiin alustava yhteiskunnallisia ajureita koskeva paletti. Varsinainen tiekarttatyöskentely lähti liikkeelle talotekniikan määritelmän rajaamisesta sekä tunnistettujen muutostekijöiden ja megatrendien analysoinnista ja arvioinnista.



Kuva B5. Talotekniikan tiekarttahankeksen rakenne.

Ensimmäinen työpaja: yhteiskunnalliset ajurit ja teknologiat

Työpajatyöskentely toteutettiin kolmessa vaiheessa (Kuva B5). Ensimmäinen työpaja keskittyi talotekniikan tulevaisuuden kehityksen yhteiskunnallisiin ajureihin sekä talotekniikan teknologiseen perustaan. Työskentely alkoi talotekniikan vision määrittämisellä. Visiokeskustelun virittämiseksi oli muodostettu kolme työvisiota, jotka kukin korostivat kärjistetysti jotakin talotekniikan tulevaisuuden kannalta keskeistä kehityskulkua. Työvisiot olivat ICT-vetoinen, geneerinen teknologiavisio, palveluvetoinen visio sekä joustava toimijavetoinen visio. Vision työstämistä jatkettiin lopulta läpi koko työpajaprosessin ja visio kiteytyi lopullisesti kolmannen työpajan tulosten perusteella, jossa työpajojen tuloksiin perustuen muodostettiin yleinen visio metatietokartan pohjaksi. Työvisiot esitetään taulukossa B1.

Taulukko B1. Ensimmäisen työpajan työvisiot.

ICT-vetoinen, geneerinen teknologiavisio	Tulevaisuuden talotekniikka on informaatioteknologian avulla yhdistetty vuorovaikutteinen systeemi, jossa eri tekniset kokonaisuudet kommunikoivat toistensa kanssa. Tätä kommunikaatiota ja vuorovaikutusta voi seurata ja säädellä ICT-työkalujen avulla.
Palveluvetoinen visio	Tulevaisuuden talotekniikka tarjoaa palvelun, jolla voidaan hallita halutut olosuhteet taloudellisesti, joustavasti ja ympäristöä säästäen.
Joustava toimijavetoinen visio	Tulevaisuuden talotekniikka on joustava platform-palvelu, joka mukautuu erilaisiin käyttäjätarpeisiin. Talotekniikan tuottama tila mukautuu joustavasti erilaisiin ammatillisiin, asumis-, kuluttaja- ja kansalaistarpeisiin.

Ensimmäisen työpajan toisessa vaiheessa tehtiin yhteiskunnallisten ajurien arviointi (driverit). Ajurien arviointi perustui ydintiimin taustakartoituksen tuloksena työstämään ajurilistaan, joka oli tehty tausta-aineistossa esiintyneiden ajurien pohjalta (liite A). Tätä listaa täydennettiin työpajassa lisäämällä oleellisia ajureita. Samalla ajurit priorisoitiin talotekniikan tulevaisuuden näkökulmasta, jotta saatiin muodostettua kuva yleisistä muutoksista. Priorisoinnin yhteydessä keskeisiä ajureita syvennettiin kuvailemalla ajureiden aiheuttamia oleellisia tulevaisuuden haasteita talotekniikan kannalta.

Ensimmäisen työpajan kolmannessa vaiheessa paikannettiin talotekniikan tulevaisuuden kannalta keskeisiä teknologioita ja teknologiseen kehitykseen vaikuttavia tekijöitä teknologiamatriisin avulla. Työn perustaksi ydintiimi rakensi geneerisen tavan jäsentää talotekniikkaa. Tämä tarkoitti sitä, että talotekniikka jaettiin seuraaviin viiteen osaan:

1. talotekniikan järjestelmät ja laitteet
2. talotekniikka & ICT
3. talotekniikan liityntä rakennuksiin ja tiloihin
4. talotekniikan liityntä infrastruktuuriin ja
5. talotekniikkapalvelut.

Talotekniikan lohkoja tarkasteltiin suhteessa kolmeen määriteltyyn teknologian kypsyyssvaiheeseen. Ensimmäinen työpajatyöskentelyssä sovellettu kypsyyssvaihe oli nykyhetken state-of-the-art-sovellukset. Tämän määriteltiin tarkemmin tarkoittavan tämän hetken kärkisovelluksia, jotka ovat jo käytössä johtavilla toimijoilla ja yrityksillä. Toinen teknologian kypsyyssvaiheen määrittely olivat nousevat teknologiat. Nousevilla teknologioilla viitattiin lähitulevaisuudessa (1–5 vuotta) käyttöönotettaviin teknologioihin, jotka voivat korvata state-of-the-art-teknologioita tai viedä toimintaa uusiin suuntiin. Kolmas teknologian kypsyyssvaiheeseen viittaava määrittely olivat T&K-vaiheessa olevat teknologiat. Nämä määriteltiin seuraavasti: teknologiat, jotka ovat tällä hetkellä tut-

kimus- tai tuotekehitysvaiheessa mutta joiden vaikutuksia ei pystytä vielä kunnolla ennakoimaan ja joiden potentiaalinen käyttöönotto tapahtuu keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä (5–15 vuotta).

Tämän lisäksi talotekniikan osa-aloja tarkasteltiin suhteessa potentiaalisiin murrostekijöihin ja innovaatioihin. Tämä kategoria määriteltiin seuraavasti: teknologiat, markkinainnovaatiot tai toimenpiteet, joilla on potentiaalia muuttaa talotekniikan teknologioiden käyttöä tai suuntausta. Voitiin viitata myös nk. heikkoihin signaaleihin, jotka ovat tällä hetkellä "orastavia" ilmiöitä, joilla voi olla huomattavia vaikutuksia tulevaisuudessa. Tähän luokkaan voitiin listata myös nk. poikkeuttavia tekijöitä eli tekijöitä (teknologisia, yhteiskunnallisia, taloudellisia jne.), jotka voivat vaikuttaa joko positiivisesti tai negatiivisesti talotekniikan kehityskulkuihin tulevaisuudessa. Potentiaaliset murrostekijät toimivat ikään kuin kehityksen kulkuun vaikuttavina heikkoina signaaleina.

Tuloksena olivat teknologiamatriisin työvedokset, jotka sisälsivät tietoa talotekniikan tulevaisuuden kehityssuunnista suhteessa teknologian kypsyyssasteisiin sekä potentiaalisiin murrostekijöihin. Työvedoksia käytettiin pohjana seuraavalle työpajalle, jossa keskityttiin talotekniikan markkina- ja toimijaulottuvuuksiin. Työstetty teknologiamatriisi on taulukossa B2. Teknologiamatriisissa erotetaan nykyhetken kärkiteknologiat ja -tuotteet, nousevat teknologiat sekä T&K-vaiheessa olevat teknologiat.

Eko- ja energiatehokkuutta edistävät teknologiat ja toiminnot ovat vahvasti esillä matriisissa, samoin erilaiset ICT-teknologiaan perustuvat sovellukset. Myös käyttäjäkeskeisyys ja käytettävyys korostuvat: Jatkossa kiinnitetään yhä enemmän huomiota teknisten laitteiden ominaisuuksien sijasta niihin olosuhteisiin ja tiloihin, jotka näillä laitteilla voidaan tuottaa. Jatkossa pyritään kehittämään myös rakennusten muunneltavuutta. Pyritään kehittämään modulaarisia ja useiden valmistajien laitteiden kanssa yhteensopivia palveluja; pyritään myös tuottamaan eri käyttäjäryhmien tarpeisiin räätälöityjä ratkaisuja. On myös mahdollista, että erilaisten talotekniikkalaitteiden tarve voi vähentyä ja laitteet voivat muuttua yksinkertaisemmiksi, mikäli siirrytään matalaenergiatekniikkaan ja passiivisiin järjestelmiin.

Taulukko B2. Talotekniikan teknologiamatriisi.

	Talotekniikan järjestelmät ja laitteet	Talotekniikkaan liittyvä ICT & automaatio	Talotekniikan liityntä rakennuksiin ja tiloihin	Talotekniikan liityntä infrastruktuuriin	Talotekniikkapalvelut
State-of-the-art nyt	<ul style="list-style-type: none"> Lämmitys- ja ilmastointijärjestelmät LED-tekniologia Energiansäästövalaisimet Konehuoneeton hissi Lämpöpumput Kosketusvapaa hana 	<ul style="list-style-type: none"> Mobiiliohjaus Kaukovalvonta Kulunvalvontajärjestelmät 	<ul style="list-style-type: none"> Matalaenergiarakentaminen Suojaputket (vesi, lämpö) "Älykkö" 	<ul style="list-style-type: none"> Sähkömittareiden ym. etäluenta Lattia- tai ilmalämmitys Langaton laajakaista Kotikompostori 	<ul style="list-style-type: none"> Asiakaslähtöiset osuudepalvelut ("sisälman" myyminen ym.) Energiansurantapalvelut Turvapalvelut
Nousevat teknologiat & toiminnot	<ul style="list-style-type: none"> Hajautetun energiantuotannon laitteet Hajautettu ilmastointi Häiriöttömät korjausmenetelmät Aurinkokennojärjestelmät Aktiivinen äänenvaimennus 	<ul style="list-style-type: none"> Standardoidut rajapinnat ohjelmille Etävalvontaan perustuva rakennusvalvonta Huoneistoinfon kerääminen Elämyksiä ja tunnelmaa tuottavat järjestelmät Uudelleen konfiguroitavat järjestelmäpiirit RFID-tekniologia Plug-and-play-laitteet Rakennuksen "musta laatikko" 	<ul style="list-style-type: none"> Vanhojen rakennusten energiasäästöratkaisut Rakenteisiin upotetut anturit Uudet pinnoitteet (suurjuuسترas, muovikomposiitit ym.) 	<ul style="list-style-type: none"> Kaksisuuntainen mittarointi esim. sähköjakelussa Yhteisluettavat mittarit Kaukojäähdytys Matalaenergia-tekniikat (LowEx) Faasimuutokseen perustuva lämmitysjärjestelmä Jätteiden lajittelu helpottava järjestelmä 	<ul style="list-style-type: none"> Tuotemallipohjainen ylläpito ja asiakastarpeiden hallinta Myyntiin tukijärjestelmät Ornamentisille suunnatut palvelut (joustavat korjauspalvelut ym.)
T&K -vaiheessa olevat teknologiat & toiminnot	<ul style="list-style-type: none"> Integroidut järjestelmät Huoneilman mikrobiologisen laadun jatkuva monitorointi Itsepuhdistuva ilma Reittitys- ja in-stallaatiojärjestelmät Superkondenssaattorit Tyhjiöksi imatava talovaippa 	<ul style="list-style-type: none"> IC:T:n standardointi Rakentamisen jatkuva valvonta (esim. videoitu asentaminen) Älykotitalokone Räätälöidyt/moniaiset käyttöönotet Itsesäätävät järjestelmät Virtalähteettömät, langattomat sensoriverkot 	<ul style="list-style-type: none"> Funktionaaliset seinämateriaalit, painettu elektronikka Lämpöä keräävä sensorimaali Optiset kuidut 	<ul style="list-style-type: none"> Integroitu infrastruktuuri Infrapaketti tontille Hajautettu energiantuotantoon perustuva virtuaalinen energialaitos Jätteiden paikalliskäyttö Omavarainen talo 	<ul style="list-style-type: none"> Talotekniikan kokonaisuutiset Vapaa-ajan asuntojen palvelut Rakennusten elinkaari palvelut Rakennusten historiatiedon kerääminen

Nykytila

Keskeisinä nykyhetken kärkiteknologioina ja -toimintoina mainittiin lämmitys- ja ilmastointijärjestelmätoimitukset, LED-tekniikan erilaiset sovellukset, kuten käyttäjän tunnistavat syttyvät valaisimet ja kosketusvapaa hana, sekä mobiilitekniikan erilaiset sovellukset, kuten taloteknisten järjestelmien mobiiliohjaus ja kaukovalvonta. Sähkö- ja kaukolämpömittareiden etäluenta on myös yleistymässä, samoin langaton laajakaista. Energiankulutuksen pienentämiseen tähtäävä matalaenergiarakentaminen on tätä päivää, samoin uudet lämmitysratkaisut, kuten lattia- ja ilmalämmitys. Ekotehokkuutta lisäävät mm. kotikompostorit. Talotekniikkapalveluiden puolelta mainittiin asiakaslähtöiset olosuhdepalvelut, energianseurantapalvelut ja turvapalvelut. Olosuhdepalveluissa myydään asiakkaalle laitteiden sijaan esimerkiksi hyviä lämpöolosuhteita tai terveellistä sisäilmaa.

Keskusteluissa tuli esiin monia ongelmia ja haasteita, jotka jarruttavat kehitystä. Ongelmat ja haasteet liittyvät mm. taloteknisten järjestelmien integrointiin, energiansäästöön, käyttäjälähtöisyyden toteutumiseen, rakennusalan tuotantokeskeisyyteen sekä lainsäädännön ja standardoinnin puutteisiin. Esimerkiksi taloteknisten laitteiden, järjestelmien ja palvelujen integrointia on syytä tehostaa, mutta toistaiseksi se on vielä ”lapsenkengissä”. Samanaikaisesti, kun pyritään parantamaan rakennusten energiatehokkuutta, kokonaisenergiankulutus kuitenkin kasvaa, koska rakennuksiin tuodaan koko ajan uutta tekniikkaa. Käyttäjät ja käyttäjien tarpeita ei oteta tarpeeksi huomioon: Esimerkiksi käyttöliittymät ovat vaikeakäyttöisiä, ja tilojen sisäolosuhteita ja terveellisyttä ei oteta riittävästi huomioon. Rakentaminen on ylipäätään liiaksi tuotanto-orientoitunutta. Elinkaariajattelu ei ole yleistynyt eikä rakennusten ylläpitoa ja asiakasvaatimuksia oteta tavoiteasetannan lähtökohdaksi. Kiinteistöjen hintojen korrelaatiota todellisiin ominaisuus- ja laatuominaisuuksiin ei nähdä, vaan sijainti määrää pitkälti hintatason. Lisäksi lainsäädäntö ja standardoinnin puute rajoittavat palvelujen kehittämistä.

Lyhyt aikaväli (1–5 vuotta)

Nousevien teknologioiden ja toimintojen puolella mainittiin useita energiankäytön tehostamiseen ja energiansäästöön liittyviä ratkaisuja, kuten hajautetun energiantuotannon talotekniset ratkaisut ja laitteet, aurinkoenergian talteenottoon liittyvät laitteet, vanhojen rakennusten energiansäästöratkaisut, matalaeksergiatekniikat ja faasimuutoksiin perustuvat lämmitysjärjestelmät. Runsaasti energiaa kuluttava kompressorijäähdytys voidaan korvata kaukojäähdytyksellä; ekotehokkuutta lisäävät myös jätteiden lajittelua helpottavat järjestelmät. Vanhojen rakennusten kohdalla ongelmana on, miten talotekniset ratkaisut integroidaan vanhoihin rakenteisiin ja järjestelmiin.

ICT-tekniikkaa hyödynnetään jatkossa yhä enemmän talotekniikassa. Yhtenä keskeisenä trendinä on pyrkimys lisätä järjestelmien yhteensopivuutta ja helppokäyttöisyyttä

kehittämällä standardoituja rajapintoja ohjelmille, kehittämällä uudelleen konfiguroitavia järjestelmiä sekä ns. plug-and-play-laitteita. ICT-teknologia tekee tiedon keräämisen ja tallentamisen helpommaksi. Voidaan kerätä huoneistokohtaista tietoa esimerkiksi lämmityksestä, ilmastoinnista ja vedenkulutuksesta. Yksi mahdollinen uusi sovellus on ns. rakennuksen musta laatikko, johon kerätään rakennusta koskevaa tietoa koko sen elinkaaren ajalta.

Lähitulevaisuudessa on myös mahdollista, että sähkö-, vesi- ja kaukolämpömittarit muuttuvat kaksisuuntaisiksi eli toimittajat voivat myös antaa viestejä kuluttajille. Eri palvelujen tarjoajien mittarit voisivat myös olla yhteisluettavia.

Mittaus- ja anturitekniologia kehittyi nopeasti. Rakenteisiin upotettujen anturien avulla voidaan mitata mm. kosteutta ja lämpötilaa. Uusia pinnoitteita, kuten suurlujuusterästä ja erilaisia muovikomposiitteja, kehitetään. Uudet materiaalit tarjoavat toisaalta uusia mahdollisuuksia, toisaalta niihin sisältyy myös riskejä.

Osa teknologioista tarjoaa mahdollisuuden parantaa viihtyvyyttä ja asumisen laatua. Yhä enemmän myydään yksittäisten laitteiden sijaan kokonaisjärjestelmiä, joiden avulla voidaan tuottaa erilaisia elämyksiä ja tunnelmia sekä olosuhteita. Voidaan kehittää esimerkiksi laitteita ja järjestelmiä, joilla tuotetaan erilaisia olosuhteita hajautetusti rakennuksen eri tiloihin. Myös ääniolosuhteiden hallintaan kehitetään uusia ratkaisuja.

Nousevia palveluita ovat tuotemallipohjainen ylläpito ja asiakastarpeiden hallinta, erilaiset myynnin tukijärjestelmät sekä omakotiasujille suunnatut palvelut. Tuotemallipohjaisessa ylläpidossa ajatuksena on, että suunnitteluvaiheessa tuotettua tietoa voisi käyttää myös ylläpidossa hyväksi. Keskeinen trendi palveluiden kehityksessä on asiakaslähtöisyyden korostaminen: Asiakkaille tarjotaan mahdollisuus vaikuttaa suunnittelun tavoitteisiin ja valintoihin, ja asiakkaille tarjotaan mahdollisuus kokeilla esimerkiksi virtuaaliympäristöissä niitä ominaisuuksia, joita eri laitteiden avulla tuotetaan. Lähitulevaisuudessa kehitetään korjausmenetelmiä, jotka häiritsevät mahdollisimman vähän asumista. Lisäksi kehitetään erityisesti omakotiasujille suunnattuja pienimuotoisia räätälöityjä palveluja kuten joustavia korjauspalveluja.

Pitkä aikaväli (5–15 vuotta)

T&K-vaiheessa olevien teknologioiden ja toimintojen avulla voidaan tiettyjä edellä mainittuja kehityskulkuja viedä edelleen eteenpäin. Energia- ja ekotehokkuuden lisääntyminen johtaa lopulta omavaraiseen taloon, joka tuottaa pääosin itse tarvitsemansa energian ja lämmön sekä käsittelee jätteet paikallisesti. Tavoitteena olisi, että rakennuksista tulisi energiaa tuottavia ja ne olisivat osana eräänlaista virtuaalista voimalaitosta, joka vastaisi koko asuinalueen energiatuotannosta.

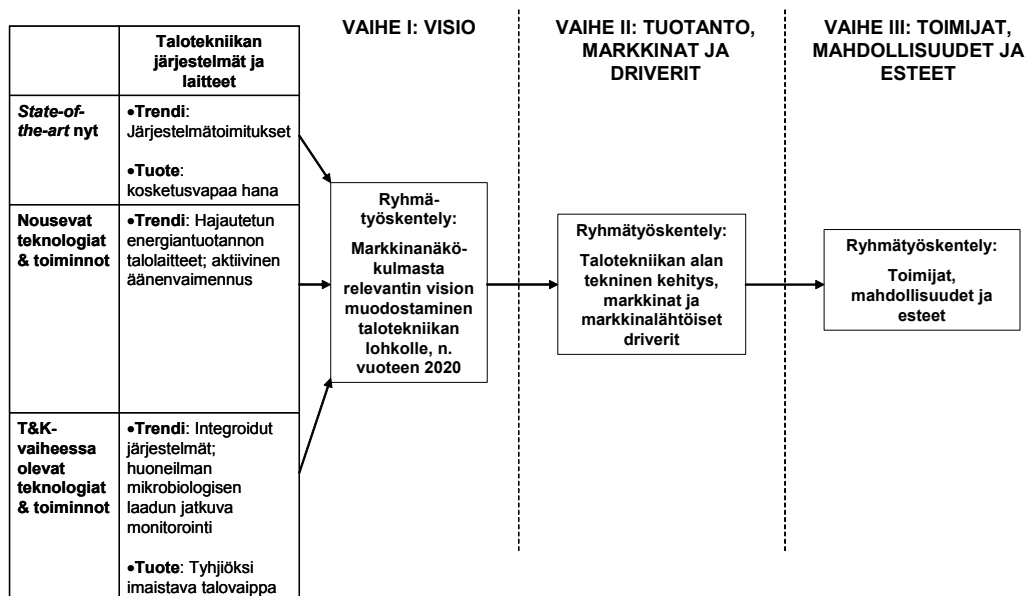
ICT-teknologioiden edelleen kehittyessä ns. älykoti ja talokone muuttuvat todelliseksi vaihtoehtoiksi. Tätä kehitystä tukevat ICT:n kehittyvä standardointi, räätälöidyt, moniaistiset käyttöliittymät, itsesäätyvät järjestelmät ja virtalähteettömät, langattomat sensoriverkot sekä funktionaaliset materiaalit. Toisaalta on mahdollista, että tulee myös täysin passiivisia taloja, jotka eivät vaadi minkäänlaista elektronista ohjausta. Asumisviihtyvyyttä lisääviä ratkaisuja mainittiin useita. Esimerkiksi mittausteknologian kehitys mahdollistaa huoneilman mikrobiologisen laadun monitoroinnin. Laadunvalvonnan mahdollisuudet kehittyvät, esimerkiksi rakentamista voidaan valvoa kameroiden avulla jatkuvasti.

Asuinalueiden infrastruktuurin rakentamisessa saadaan aikaan kustannussäästöjä, jos koko infrastruktuuri rakennetaan yhdellä kertaa. Pientaloalueella voidaan esimerkiksi infrastruktuuri rakentaa samalla kertaa, jo ennen kuin taloja on edes rakennettu.

Palvelupuolella tavoitteena on kehittää talotekniikan kokonaistoimituksia, vapaa-ajanasuntojen palveluja sekä rakennusten elinkaari palveluja. Erilaisten palveluiden joustava integrointi koetaan tärkeäksi. Kun kehitetään kokonaispalveluja, esimerkiksi talotekniikan kokonaistoimituksia, on tärkeää pyrkiä integroimaan eri talotekniikkajärjestelmiä. Tämä puolestaan edellyttää palveluntarjoajien parempaa verkottumista.

Toinen työpaja: markkinat, liiketoimintapotentialit ja toimijat

Talotekniikan tiekartan toisen työpajan tarkastelukohteena olivat tulevaisuuden markkinat, liiketoimintapotentialit sekä toimijat. Tavoitteena oli myös jäsentää aineistoa tiekartta-muotoon, jotta voitiin muodostaa tiekartta-aihiot kolmanteen työpajaan. Ryhmätyöskentelyn koordinoimiseksi talotekniikan määritellyt viisi lohkoa (järjestelmät ja laitteet, ICT, liitynnät rakennuksiin, liitynnät infrastruktuuriin, palvelut) oli yhdistelty kolmeksi ryhmäksi. Osallistujat jaettiin kolmeen työryhmään. Nämä ryhmät olivat järjestelmät ja laitteet & ICT, liitynnät (rakennukset ja infrastruktuuri) ja palvelut. Toisen työpajan rakenne esitetään kuvassa B6.



Kuva B6. Toisen työpajan rakenne – markkinat, liiketoimintapotentiaalit ja toimijat.

Työpajan ensimmäisessä vaiheessa tavoitteena oli muodostaa markkinanäkökulmasta relevantti visio ensimmäisessä työpajassa sovelletun talotekniikan jaoutuksen mukaisesti. Vision tuli ulottua noin vuoteen 2020. Visio määriteltiin seuraavasti: visio on tässä tavoitetilä, jota kohti suomalaisen talotekniikan tulisi suuntautua. Visiolla määriteltiin olevan kolme komponenttia: tekninen tavoitetilä, toimijoita koskeva tavoitetilä ja markkinoita koskeva tavoitetilä.

Työpajan toisessa vaiheessa tarkasteltiin talotekniikan tuotannon teknisiä haasteita suhteessa markkinoihin ja ensimmäisessä työpajassa keskeisiksi määriteltyihin yhteiskunnallisiin ajureihin. Tutkimuskysymyksiä olivat seuraavat:

- Mitkä ovat keskeiset tuotannolliset haasteet kullakin teknologian kypsyystasolla (ks. edellinen työpaja)?
- Liittyvätkö haasteet esimerkiksi tuotannon kustannustehokkuuteen, teknologian saatavuuteen, erikoistuneen osaamisen saatavuuteen tai teknologian siirtoon?
- Mikä on korjausrakentamisen rooli?

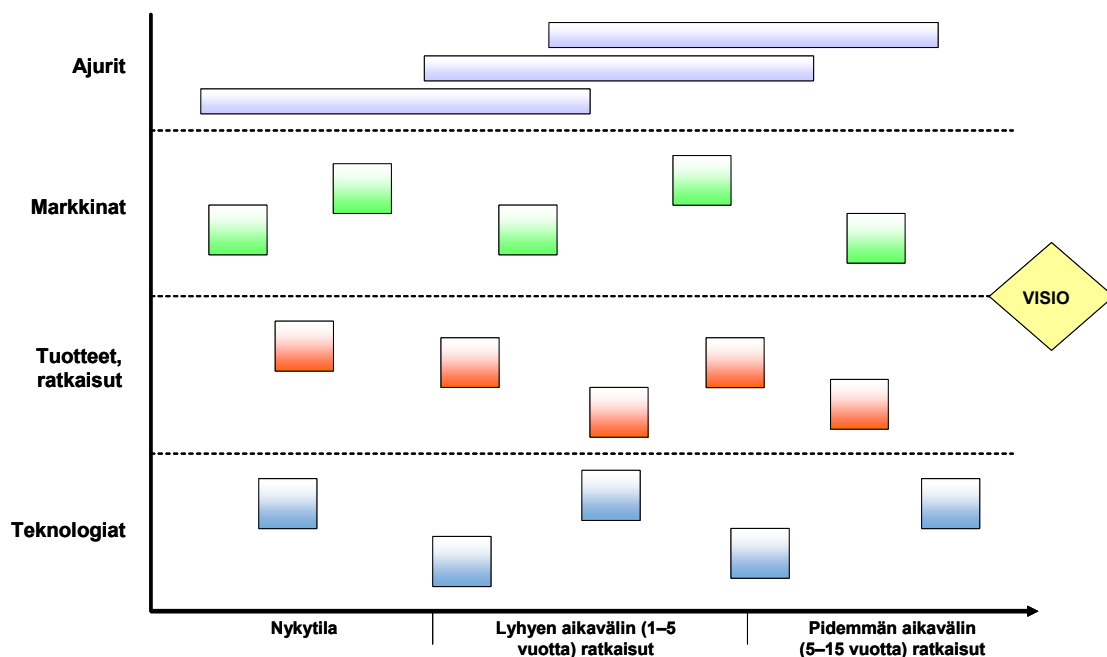
Tämän lisäksi muodostettiin yksityiskohtaisia kuvauksia kunkin talotekniikan alan (järjestelmät ja laitteet & ICT, liittynät, palvelut) keskeisistä markkinoista kolmella teknologian kypsyysasteella. Erityisenä tavoitteena oli tunnistaa liiketoimintapotentiaaleja, jotka voisivat olla relevantteja tutkimuksen tarkastelujaksolla vuoteen 2020. Tutkimuskysymykset olivat:

- Mitkä ovat keskeiset suurmarkkina-alueet?
- Mitkä ovat keskeiset vientipotentiaalia omaavat tuotteet?
- Mitkä voivat olla nousevia markkinoita viidentoista vuoden aikajänteellä?

Toisen vaiheen lopuksi arvioitiin keskeisten yhteiskunnallisten ajurien merkitystä suhteessa määriteltyihin liiketoimintapotentiaaleihin sekä markkina-alueiden suhteen. Työpajan kolmannessa vaiheessa arvioitiin talotekniikan markkinoiden toimijoita, mahdollisuuksia, esteitä ja riskejä tarkastelun aikajänteellä.

Kolmas työpaja: tiekartta-aihiot

Ennen kolmatta työpajaa ensimmäisen ja toisen työpajan tulokset koottiin yhteen ja tuloksista rakennettiin tiekartta-aihiot, joita työstettiin kolmannessa työpajassa. Tiekartta-aihiot noudattivat kuvassa B7 esitettyä geneeristä rakennetta.



Kuva B7. Tiekarttojen geneerinen rakenne.

Kolmannen työpajan ensimmäisessä vaiheessa työstettiin valmisteltuja tiekartta-aihioita. Tiekartta-aihiota oli tehty neljä, jotka olivat ”järjestelmät ja laitteet” -aihio, ICT-aihio sekä aihiot liittynöistä ja palveluista. Työpajaan osallistuneet jaettiin kolmeen ryhmään: 1) järjestelmät ja laitteet, 2) ICT ja 3) liittynät ja palvelut. Tavoitteena oli terävöittää tiekartta-aihioiden elementtejä ja tarkentaa kytkentöjä eri elementtien välillä. Tarkoituksena oli työstää tiekartta-aihioita mahdollisimman pitkälle kohti lopullisia tiekarttoja.

Tiekarttojen työstämisvaiheessa sovelletut tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

- Esittääkö tiekartta-aihio aihealueen kannalta olennaiset elementit?
- Onko olennaiset linkit esitetty?
- Onko tiekartta-aihiossa riittävästi tulevaisuusnäkökulmaa?

- Esitetäänkö tiekartta-aihiossa tulevaisuuden kannalta keskeisiä haasteita?
- Onko tiekartta-aihion rakenteesta riittävästi ”vuoropuhelua” teknologisen perustan, sovellusten ja liiketoimintamallin välillä?

Tiekartta-aihioiden työstämisvaiheessa annettiin myös tehtäväksi tiivistää jokaisen tiekartta-aihion oleelliset ydinajatuksukset. Näistä tiivistelmistä muodostettiin talotekniikan syntetisoiva metatiekartta. Tiekartta-aihioiden työstämisessä pyrittiin konsensukseen. Konsensukseen määriteltiin olevan saavutetun, kun kaikki ryhmän jäsenet olivat jokuinkin yhtä mieltä siitä, että tiekartta esittää aihealueen tulevaisuuden kannalta oleelliset elementit ja kytkennät. Kolmannen työpajan toisessa vaiheessa käytiin rakentava yleiskeskustelu työpajoissa saavutetuista tuloksista, niiden pohjalta rakennetuista suosituksista ja tulevaisuuden haasteista. Toisen vaiheen pohjana käytettiin ydintiimin kokoomaa koostetta tutkimushankkeen aikana nousseista tulevaisuuden haasteista ja ideoista.

Lopulliset tiekartat on kuvattu tämän julkaisun luvussa 3. Ne on viimeistelty työpajan tulosten perusteella.

Lähteet

Kauppinen, T., Kouhia, I., Kovanen, K., Norvasuo, M., Nykänen, V., Nyman, M., Paho, S., Peltonen, J., Pietiläinen, J., Pihala, H. & Kalema, T. 2007. ToVa-käsikirja. Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. manuaaliset menetelmät. Espoo: VTT. 225 s. VTT Tiedotteita – Research Notes xxxx (Luonnos).

Talotekniikka 1998. Helsinki: VTT ja LVI-Keskusliitto ry. 26 s.

Tekijä(t) Paiho, Satu, Ahlqvist, Toni, Lehtinen, Erkki, Laarni, Jari, Sipilä, Kari, Ala-Siuru, Pekka & Parkkila, Tommi		
Nimeke Talotekniikan kehityslinja Teknologiat ja markkinat		
Tiivistelmä Talotekniikka tuottaa kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville toiminnolle yksilölliset, käyttäjälähtöiset ja hallitut olosuhteet. Näitä ovat mm. ilman, veden, lämmön, energian, valon ja tiedon välittäminen, sähköisesti hallittavat ja ohjattavat turvallisuus- ja liikkumispalvelut sekä muut aineen, elektronien, ääniaaltojen yms. liikkumiseen perustuvat palvelut. Talotekniikka muodostuu teknisistä järjestelmistä, laitteista ja palveluista. Tämä julkaisu esittelee näkemyksen talotekniikan kehityslinjoista ja markkinoista. Talotekniikkaklusterin markkinoita tarkastellaan suomalaisten toimijoiden näkökulmasta. Markkinoita kuvataan kotimaan rakentamisessa, niin uudis- kuin korjausrakentamisessa (jälkimarkkinat). Talotekniikka-alan kansainvälisyys osoitetaan ulkomaankaupan (viennin ja tuonnin määrän, kohdemaiden, tuoteryhmien) ja kansainvälisten tytäryritysten volyymin avulla. Arvioidaan myös rakennusmarkkinoiden kautta tarkasteltuna, missä osissa globaalia maailmaa olisivat suomalaisten talotekniikkayritysten potentiaaliset laajentumisalueet. Näkemys talotekniikan kehityksestä tulevaisuudessa esitetään tiekarttojen muodossa. Talotekniikan tiekartta rakentuu kuudesta tiekartasta. Ensimmäinen näistä on tutkimusprojektin tulokset kiteyttävä metatiekartta. Metatiekartta on tutkimuksen ”sateenvarjo”, jonka alla esitetään yksityiskohtaisemmat temaattiset tiekartat. Alatason tiekarttojen teemoja on neljä, itse tiekarttoja on viisi. Ensimmäinen näistä on talotekniikan järjestelmien ja laitteiden tiekartta. Toinen teema on ICT ja ohjelmistot, joka koostuu verkottuneiden talotekniikkajärjestelmien ja talotekniikan elinkaaren suunnitteluprosessin tiekartoista. Kolmas alatason tiekartta käsittelee talotekniikan liityntöjä sekä rakennuksiin että infrastruktuuriin. Neljäs alatason tiekartta tarkastelee talotekniikan liiketoimintamallien ja palvelukonseptien kehitystä tulevaisuudessa. Tällä hetkellä talotekniikka perustuu pääosin eri toimittajien tuottamiin teknologiavetoisiin erillisratkaisuihin, joista eri suunnittelijat kokoavat talokohtaiset järjestelmät. Laitteet eivät juuri kommunikoi keskenään eivätkä ole keskenään yhteensopivia. Talotekniikan markkinat ovat pirstoutuneet hyvinkin erikoistuneisiin aloihin. Markkinoiden toimintaperiaate perustuu pääosin osioimintoihin. Palveluliiketoimintamallit eivät ole kovinkaan kehittyneitä. Lyhyellä aikavälillä (1–5 vuodessa) talotekniikan teknologiassa korostuvat erityisesti modulaarinen talotekniikka, matala-eksergiatekniikka, matalaenergiarakentaminen, tuotemallintaminen ja muu ICT sekä mittaus- ja anturitekniikka. Tuotteissa ja ratkaisussa korostuvat eri tavoin paketoituiden ja konseptoidut käyttäjälähtöiset palvelut, häiriöttömän korjauksen ratkaisut sekä integroidut käyttöliittymät ja muut integroidut toteutukset. Talotekniikan markkinatoiminnassa korostuvat erilaisten palvelukonseptien kehittäminen ja tarjonta. Pitkän aikavälin (5–15 vuotta) teknologioissa korostuvat tuotemallitekniikan soveltaminen, matalaeksergiatekniikka, integroitu infrastruktuuri sekä anturiverkkojen ja uusien materiaalien hyödyntäminen. Tuoteratkaisut korostavat integroitua ja käyttäjälähtöisiä palveluja, jotka koostuvat keräämällä tarvittava tietoa langattomista laitteista ja joita tuetaan huomaamattomilla ja mukautuvilla käyttöliittymillä. Kokonaistoimitukset ja palvelukokonaisuudet ovat markkinoiden keskeiset toimintaideat. Kilpailuetua luova liiketoimintamalli perustuu kiinteistön palvelukyvyyn ja tuottavuuden hallintaan.		
ISBN 978-951-38-6910-6 (nid.) 978-951-38-6911-3 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinumero 7648
Julkaisuaika Huhtikuu 2007	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 55 s. + liitt. 60 s.
Projektin nimi Talotekniikan teknologiaroadmap		Toimeksiantaja(t) VTT
Avainsanat construction engineering, building services, trends, markets, roadmaps, networking, life-cycle assessment, market potential, future, globalisation, product models		Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374



Series title, number and
report code of publication

VTT Research Notes 2379
VTT-TIED-2379

Author(s) Paiho, Satu, Ahlqvist, Toni, Lehtinen, Erkki, Laarni, Jari, Sipilä, Kari, Ala-Siuru, Pekka & Parkkila, Tommi		
Title Building services roadmap Technologies and markets		
Abstract <p>Building services create customised, user-oriented and controlled conditions for the various activities taking place on real estates and related premises. These include, for example, the supply of air, water, heat, energy, lighting and information, electrically controlled security and access services, as well as other services that are based on the movement of matter, electrons, sound waves etc. Building services consist of technical systems and equipment, as well as services relating to them.</p> <p>This report presents an outlook of building services trends and markets. The markets for the building services cluster are examined from the Finnish point of view. Both the Finnish new construction market and renovation construction market (the after-market) are described. The global nature of the building services business is demonstrated on the basis of the volumes of foreign trade (export and import volumes, target countries, product groups) and international subsidiaries. The discussion of the general construction market is also used as a basis for assessing the potential areas of global expansion for Finnish building services companies.</p> <p>The outlook of the future development of building services is presented in the form of roadmaps. Overall, the building services roadmap consists of six separate roadmaps. The first of them is a 'meta-roadmap' summarising the results of the research project. The meta-roadmap thus serves as a research umbrella under which the more detailed thematic roadmaps are presented.</p> <p>There are four sub-level roadmap themes and five actual roadmaps. The first roadmap is for building services systems and equipment. The second theme is ICT and software, consisting of roadmaps for networked building services and building services life-cycle design processes. The third sub-level roadmap analyses the interfaces from building services to both buildings and their infrastructure. The fourth sub-level roadmap examines the future development trends for the business models and service concepts of building services.</p> <p>Currently, the building services are mainly based on individual technology-driven solutions from different suppliers, from which different designers then compile the building-specific systems. Inter-equipment communication is nearly nonexistent, and the equipments are not compatible with each other. The building services market is fragmented into highly specialised fields, and its basic mechanism is driven by sub-optimisation. The development of service business models is not very advanced.</p> <p>In the short-term (1–5 years), the role of low-exergy technology, low-energy buildings, product modelling and other ICT, as well as measurement and sensor technology, will be emphasised in modular building services in particular. In products and services, different ways of packaging and branding user-oriented services, solutions for non-disruptive repairs and maintenance, as well as integrated user interfaces and other integrated solutions, will be of greater significance. In market activities, the emphasis will be in the development and supply of different service concepts.</p> <p>In the long-term (5–15 years), the focus will be on product model technology applications, low-exergy technology, integrated infrastructure and the utilisation of sensor networks and new materials. Product solutions underline integrated and user-oriented services, which are assembled by collecting the required information from wireless equipment and supported by inconspicuous and adjustable user interfaces. The main business ideas in the market focus on comprehensive deliveries and packaged services. A competitive business plan will be based on managing the service performance and productivity of a real estate.</p>		
ISBN 978-951-38-6910-6 (soft back ed.) 978-951-38-6911-3 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Project number 7648
Date April 2007	Language English, Finnish abstr.	Pages 55 p. + app. 60 p.
Name of project Talotekniikan teknologiaroadmap		Commissioned by VTT
Keywords construction engineering, building services, trends, markets, roadmaps, networking, life-cycle assessment, market potential, future, globalisation, product models		Publisher VTT P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax +358 20 722 4374

Talotekniikka tuottaa kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville toiminnoille yksilölliset, käyttäjälähtöiset ja hallitut olosuhteet. Talotekniikka-alalla ei Suomessa ole tehty tiekarttaa, vaikka tiekarttojen käyttö strategisen ja pitkäjänteisen suunnittelun tukena onkin yleistynyt teollisuudessa. Tämä julkaisu on VTT:n tämän hetken näkemys talotekniikan markkinoiden ja teknologioiden lähitulevaisuuden kehitysnäkymistä. Julkaisussa esitellään talotekniikan metatietokartta sekä temaattiset tiekartat alueille talotekniikan järjestelmät ja laitteet, ICT ja ohjelmistot, liitynnät rakennuksiin ja infrastruktuuriin sekä palvelut ja liiketoimintamallit. Tiekartoissa kuvataan visio, kehitykseen vaikuttavat ajurit, markkinatilanne, keskeiset tuotteet ja ratkaisut sekä teknologiat.

Julkaisu on saatavana

VTT
PL 1000
02044 VTT
Puh. 020 722 4404
Faksi 020 722 4374

Publikationen distribueras av

VTT
PB 1000
02044 VTT
Tel. 020 722 4404
Fax 020 722 4374

This publication is available from

VTT
P.O. Box 1000
FI-02044 VTT, Finland
Phone internat. + 358 20 722 4404
Fax + 358 20 722 4374