

Timo Nurmi - Mikko Vähätalo - Riikka Saarimaa &  
Sirikka Heinonen

## UBITRENDIT 2020: TULEVAISUUDEN UBITEKNOLOGIAT

Kehityskulkuja, sovelluksia, trendejä sekä  
heikkoja signaaleja

TUTU-eJULKAISUJA 4/2010





# PRIZZTECH

Copyright © 2010 kirjoittajat & Tulevaisuuden tutkimuskeskus & Turun yliopisto

ISBN 978-952-249-042-1

ISSN 1797-132

Tulevaisuuden tutkimuskeskus

Turun yliopisto

Rehtorinpellonkatu 3, 20500 TURKU

Korkeavuorenkatu 25 A 2, 00130 HELSINKI

Pinninkatu 47, 33100 TAMPERE

Puh. (02) 481 4530

Faksi (02) 481 4630

[www.tse.fi/tutu](http://www.tse.fi/tutu)

[tutu-info@tse.fi](mailto:tutu-info@tse.fi), [etunimi.sukunimi@tse.fi](mailto:etunimi.sukunimi@tse.fi)



# SISÄLLYSLUETTELO

Yhteenveto .....	4
1. Johdanto .....	9
2. Käsitteiden määrittelyä.....	11
3. Ubiikkiin vaikuttavia trendejä ja kehityksen ajureita .....	20
4. Ubiikkisovellukset mahdollistavat uudet toimintamallit ja -tavat sekä teknologiat .....	29
5. Ubiikkiajan avainteknologioita.....	35
6. Ubiikkeja sovellusalueita .....	48
7. Tiekartat.....	78
Lopuksi: Askeleet tulevaisuuteen .....	90
Lähteet .....	91

# YHTEENVETO

Ubitrendit 2020 -tutkimuksessa laadittiin tiekartta, joka koostuu neljästä jokapaikan tietotekniikkaa eri näkökulmista tarkastelevasta tiekartasta. Tiekarttojen laadinnan tarkoituksena on ollut toisaalta ymmärtää ubiikkien ja mahdollistavien teknologioiden sekä toisaalta ubiikkisovellusten ja trendien kehitystä, jolloin tiekarttojen tarkastelussa huomioidaan sekä teknologinen että kaupallinen näkökulma.

Luvussa 7 on esitetty tiekartat, joissa on tarkasteltu trendien, ubiikkisovellusten, ubiikkien avainteknologioiden sekä mahdollistavien teknologioiden kehitystä vuoteen 2020 asti. Tiekarttojen laadinnassa on käytetty lähteinä ubiteknologioiden tulevaisuutta ja kehitystä käsittelevää kirjallisuutta sekä muuta aineistoa.

Tulevaisuuden ennakointi tuo perusteltua tulevaisuustietoa päätöksenteon ja tuotekehityksen tueksi sekä toimintastrategioiden laadintaa varten. Yksi ennakointimenetelmä on toimintaympäristön kartoitus, jossa selvitetään kehityksen suuntaa ohjaavia trendejä ja määritellään niiden vaikutuksia omaan toimintaan. Tässä raportissa trendit on luokiteltu mega- ja orastavaa muutosta ennakoiviin metatrendeihin eli uusiin kehityssuuntiin, joista on havaittavissa heikkoja signaaleja. Ubiikin kannalta merkittävä megatrendi on globalisaatio, joka edistää monitahoisesti kansainvälistä verkottumista maapallolla. Tämän lisäksi ubiikkiin vaikuttavia yleisiä megatrendejä ovat ilmastonmuutos, väestönkasvu, energiapula, teknologian kehitys ja luonnon monimuotoisuuden, biodiversiteetin väheneminen.

Hankkeen kannalta kiinnostavia ovat lisäksi spesifimmät megatrendit ja heikkojen signaalien indikoimat orastavat suuntaukset, jotka ovat nopeampoisempia ja kytkeytyvät selkeämmin teknologian kehitykseen ja kuluttajakäyttäytymiseen. Nämä trendit avaavat ymmärrystä esimerkiksi siihen, mitkä sovellusalueet ovat lupaavimpia ubiteknologioille lähitulevaisuudessa 5–10 vuoden kuluessa.

Ubiteknologian eli jokapaikan tietotekniikan entistä laajempi käyttöönotto on jo sinällään yksi nykyisistä uusista megatrendeistä. Muita vahvoja ubiikkiin vaikuttavia trendejä ovat kuluttajalähtöisen ajattelun vahvistuminen, yksilöllistyminen, asumistilojen koon kasvu ja teknologisten laitteiden yleistyminen ja yhdentyminen. Myös suuriin ikäluokkiin kuuluvan väestön ikääntyminen luo uudenlaisia kuluttajien tarpeita ja paineita kehittää elämää helpottavia laitteita ja sovelluksia tälle kasvavalle kuluttajajoukolle.

Nykypäiväiseen kulutukseen liittyy kiinteästi elämyksellisyys ja kokemuksellisuus. Kuluttajat opiskelevat myös jatkuvasti uutta, kun teknologia kehittyy ja uudet laitteet ja palvelut vaativat jatkuvaa valppautta ja omaksumista. Itsepalvelun osuus ohjaa palveluinnovaatioiden menestystä, omasta hyvinvoinnista ja terveydestä huolehtiminen kasvattaa kysyntää terveyttä edistäville ja ylläpitäville sovelluksille niin elintarvikkeissa kuin erilaisissa urheiluvälineissä ja terveyttä mittaavissa laitteissa.

Lapset tottuvat varhain digiteknologiaan ja se ohjaa heidän oppimistaan. Nykyiset lapset ja nuoret tulevat aikuisina hyödyntämään tekniikkaa luontevasti osana jokapäiväistä elämäänsä. Yhtenä trendinä työn muutos merkitsee sitä, että työpaikkoja ja tuotannonaloja syntyy ja katoaa entistä nopeammin. Kokonaiset tuotannonalat voivat kadota muutamassa vuodessa Suomesta, mutta samaan aikaan nousee uusia toimialoja, joiden työvoima- ja resurssitarpeisiin pitäisi kyetä vastaamaan.

Heikkoihin signaaleihin puolestaan kuuluu merkit lisääntyvästä maailman moninapaistumisesta, mikä tarkoittaa uusien taloudellisesti vahvojen alueiden ja valtakoalitioiden syntyä. Polarisoituminen syvenee ja ihmisten välinen epätasa-arvoisuus lisääntyy, kun tietoverkkojen ja ubiikin ulkopuolel-

le syrjäytyy ihmisiä sekä kehittyneissä että kehittyvissä maissa. Nuorten keskuudessa lisääntyvästä nettiystävyydestä huolimatta yksi aikakauden huolenaiheista on yksinäisyyden lisääntyminen verkotuneessa yhteiskunnassa. Osittain näistä syistä turvallisuus- ja valvontateknologian kysyntä kasvaa.

Tiedon määrä lisääntyy, mutta aika on rajallinen ja sen myötä päätöksiä tehdään nopeasti ja pinnallisesti asioihin perehtymättä. Virtuaalitodellisuus sekoittuu arkitodellisuuteen, luksus-design ja ubiikki yhdistyvät käyttöesineissä, kun kuluttajat eivät tyydy ainoastaan järkeviin ja toimiviin tuotteisiin vaan niiden on oltava myös ulkonäöltään tyylikkäitä. Vastavoimana myös kyllästyminen uuteen teknologiaan on mahdollinen ilmiö, josta on heikkoja signaaleja näkyvillä. Ajattelutapa ja toimintamalli, jossa yksityinen kuluttaminen nähdään hyvinvoinnin päämääränä saattaa ajautua kriisiin. Merkittävänä ilmiönä on pidettävä ympäristöliikkeen radikalisoitumistakin. Radiotaajuuksien hallinnan painottaminen puolestaan viittaa tarpeeseen allokoita niukkaa resurssia, kaistanleveyttä mahdollisimman tehokkaasti. Villi kortti olisi jos verkkojen, sulautettujen järjestelmien ja langattomuuden todettaisiin aiheuttavan terveydellisiä haittoja. Se pysäyttäisi ubiteknologian kehittämisen ja sovelusten käyttöönoton todennäköisesti lähes kokonaan tai ainakin radikaalisti muuttaisi tutkimus- ja kehitystyön suuntaa. Edelleen jostain syystä tapahtuva globaalien verkkojen ”kaatuminen” sekä ubi-terrorismi, ovat myös mahdollisia kehityskulkuja ja syvällisesti vaikuttavia asioita, joihin pitäisi kyetä varautumaan.

Toisaalta läheskään kaikki heikkojen signaalien osoittamat nousevat kehityssuunnat eivät ole yhtä synkkiä. Esimerkiksi kolmannen sektorin ja uusien osallistumisen muotojen merkitys kasvaa, elämäntavoista Slow Life ja leppoisia elämäntyyli valtaavat alaa ja maaseudun, kansallisromantiikan sekä perinteiden arvostus nousevat. Väestöryhmistä voidaan erotella mielenkiintoisia elämäntavoiltaan ja kulutustottumuksiltaan erilaisia alaryhmiä, kuten lapselliset 3-kymppiset sekä virkeät, osaavat ja osallistuvat K70-kerholaiset. Edellä mainitut orastavat ilmiöt ja niistä kertovat heikot signaalit ovat kaikki tutkimisen ja pohtimisen arvoisia, vaikka niiden vaikutukset ubiikkikehitykseen ovatkin painoarvoiltaan erilaisia.

Tieto- ja viestintäteknologian (ICT) kehitys kytkeytyy entistä tiiviimmin muiden tieteenalojen kehitykseen sekä niissä tapahtuviin geneeristen eli laaja-alaisten sovellusteknologioiden kehitykseen. ICT kytkeytyy yhä syvemälle niin orgaanisen kuin epäorgaanisten aineiden mikro-, nano-, bio- ja geeniteknologioiden maailmaan. Näiden geneeristen teknologioiden välityksellä myös perinteiset tieteen ja teknologian alat konvergoituvat eli lähentyvät monin erilaisin tavoin, täydentävät toisiaan sekä mahdollistavat kokonaan uudenlaisten teknis-tieteellisten mahdollisuuksien syntymisen. Ubiteknologia on tällainen rajoja rikkova ala, jonka kehitystä luonnehtivat mm. seuraavat sanat: sulautunut älykkyys, langattomuus, mobiilius, etäperiaate/etäläsnäolo, interaktiivisuus, multimodaalisuus, saavutettavuus, online, virtuaalisuus, tietointensiivisyys, herkkyys, avoimuus, yhteen kytketty, asiayhteyteen sidottu ja läpinäkyvyys.

Ubiteknologia lisää älykkyyttä yhteiskunnan infrastruktuuriin, koteihin, opetukseen, tuotteisiin, laitteisiin tuotantojärjestelmiin, logistiikkaan, liikennevälineisiin ym. mobiili- ja lankaverkoilla, radiotaajuuksia hyödyntämällä, älykkäillä materiaaleilla, erilaisilla sensoreilla ja tageilla (esim. RFID), hyödyntämällä paikannusta ja uusia tunnistusmenetelmiä, yrittämällä matkia luonnon toimintaa ja hyödyntämällä pienoiskoon teknologioita (mikro-, nano- ja geeniteknologia).

Vaikka ubiikkiyhteiskunta on jo osittain nykyisyyttä, tarvitaan vielä mm. teknologioiden kypsymistä sekä konvergoitumista, infrastruktuurin laajentumista, uusia palvelusovelluksia ja oikeudellisia ratkaisuja (standardit ja protokollat), jotka rakentavat askel askeleelta ubiikkiyhteiskuntaa valmiimmaksi.

Tutkimuksemme mukaan vuoteen 2020 mennessä langattomat verkot toimivat saumattomasti, ad hoc -verkot sekä digitaaliset IC-verkot kehittyvät ja laajentuvat. Ihmisten arkiympäristö on kylästetty erilaisilla sulautetuilla ratkaisuilla, koneet ymmärtävät monia kieliä, ovat tehokkaita, tiedon merkityksen ymmärtäviä ja koneiden välinen kommunikaatio verkoissa paranee oleellisesti. Kolmiulotteisuus ja virtuaalisuus ovat päivän sanoja. Älykkäitä agenteja sekä biometrasta tunnistusta hyödynnetään laajasti ja infraan sulautuvaan turvallisuuteen panostetaan. Tarjolla on runsaasti henkilökohtaisesti räätälöitäviä ja itseoppivia viestintä- ja mediapalvelusovelluksia sekä käyttöliittymiin on tarjolla multimodaalisia ratkaisuja, jotka ovat entistä käyttäjäystävällisempiä sekä näkymättömpiä. Sovellusten pääasiallisena jakelukanavana käytetään Internetiä.

Ubiikkikehityksen mahdollistaviin teknologioihin ja tekijöihin lukeutuvat sekä langattoman- että valokuituinfrastruktuurin kehittyminen. Langattomien sovellusten kehittymisen edellytyksenä on taajuusspektrin tehokas hallinta ja -allokointi. Tulevaisuus onkin sovellusten, jotka käyttävät mahdollisimman vähän kaistanleveyttä. Keskeisimmiksi ubikehityksen mahdollistaviksi teknologioiksi luetaan sensori- ja RFID -teknologiat, joihin on jo tehty suuria tutkimuspanostuksia. Teknologiat ovat jo tuottaneet merkittäviä sovellusalueita esimerkiksi liikenteenhallintaan, kulunvalvontaan ja tavaroiden logistiikkaan ja tulevaisuudessa uusia sovelluksia nähtäneen jopa asevalvonnan alueella.

Teknologian pakkautumista entistä pienempään kokoon auttavat kehitysharppaukset muun muassa painettavan elektroniikan ja nanoteknologian alalla. Uudet työmenetelmät mahdollistavat suuremmat sarjakoot ja elektroniikan hinnan laskun, jolloin edullisempia komponentteja voidaan sulauttaa yhä moninaisemmin tavoin vaatteisiimme, asumuksiimme, ympäristöömme, käyttämiimme laitteisiin ja jopa tarvitsemiimme lääkkeisiin. Elektroniikan sähköistävät innovatiiviset virtalähteet, jotka tuottavat elektromagneettista energiaa, liikkeen kautta syntyvää mekaanista energiaa, ympäristöstä valon avulla hankittua, tai lämpötilaeron tuottamaa energiaa. Virtalähteiden kehitys on tärkeä edellytys RFID -sovellusten kehitykselle ja kummankin alan kehityskulut kietoutuvat toisiinsa yhä tiiviimmin. Koska sähköä käyttävien langattomien ja suoraan sähköverkkoon kytkettävien sovellusten lukumäärä ubiyhteiskunnassa kasvaa, on infrastruktuurin kehityksen edellytyksenä virtalähteiden taloudellisuus ja esimerkiksi aurinkoenergian entistä tehokkaampi valjastaminen hyötykäyttöön.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin useiden ubitekniikan sovellusalueiden tulevaisuuden kehitystä. Seuraavassa on lyhyt luonnehdinta kunkin sovellusalueen havainnoista.

**Asuminen:** Älykkään asumisen kehittyminen on lähtenyt liikkeelle pitkälti talotekniikan sekä rakennusautomaation puolelta. Tämä kehitys myös jatkuu, mutta markkinoille alkaa tulla myös yhä enemmän kotiautomaatioon liittyviä sovelluksia, kunhan yhteiset alustat ja standardit saadaan luotua. Pelkästään teknologialähtöinen älykkyyden lisääminen ei ole tähän asti ollut omiaan nopeuttamaan älykkyyden lisääntymistä asumisessa, vaan tekniikan lisäksi tulee korostaa ratkaisujen toimivuutta, käytännöllisyyttä ja inhimillisiä tarpeita.

Älykkään asumisen tulevaisuuden kehitykselle on ominaista avointen lähdekoodien hyödyntäminen, anturi- sekä tunnistustekniikan kehittyminen ja lisääntyvä käyttö, hajautetut järjestelmät ja mobiilit, kontekstin tunnistavat sekä multimodaaliset käyttöliittymät. Uusia joustavasti räätälöitäviä ja personoitavia tuotesovelluksia sekä materiaaleja tulee markkinoille. Palvelurobotteja on myös enenevässä määrin tarjolla monien kodin tehtävien hoitoon. Vuoteen 2020 mennessä voidaan jo puhua älykkäästä kodista sanan varsinaisessa merkityksessä sillä älykkäät ratkaisut ovat täydellisesti sulautuneet rakenteisiin sekä laitteisiin.

**Tuotannollinen valmistustoiminta:** Vuoteen 2020 mennessä kehittyvät voimakkaasti sekä yrityksen että verkoston tasolla toimivat tuotannon ohjaamiseen liittyvät työkalut, kuten esimerkiksi integroidut suunnittelu- ja johtamisjärjestelmät (ERP). Tuotannon tilaustoiminta kehittyy osittain automaattiseksi, tuotantotoiminta on tilanteisiin hyvin sopeutuvaa ja siinä käytetään hyödyksi agenttitekniologioita, RFID -tunnisteita sekä nykyistä huomattavasti älykkäämpiä robotteja. Tuotantoa ohjataan mobiilisti ja jopa täysin automaattisia tehtaita perustetaan. Yhtenä merkittävänä piirteenä voidaan myös nähdä koko tuotannollisen logistisen ketjun toimijoiden osallistuminen tuotannon suunnitteluun, räätälöintiin sekä simulointiin esimerkiksi web-pohjaisten työkalujen avulla. Energiiaan ja sen käyttöön liittyvät asiat ovat myös korostuneesti esillä.

**Liikkumisen ja kuljetuksen sovellukset:** Lähitulevaisuudessa keskeistä on erilaisten uusien teknologioiden tulo markkinoille. Muun muassa viihdepalvelut kehittyvät on demand-trendin mukaisiksi ja navigaatio-ominaisuuksien tulo matkapuhelinten vakio-ominaisuuksiksi mahdollistaa uudenlaisten sovellusten kehittämisen. Vähentyneet paperiteollisuuden raaka-ainekuljetukset korvautuvat pidemmällä aikajänteellä maan sisäisessä liikenteessä bioenergiateollisuuden raaka-ainekuljetuksilla, kun energiaklusteriksi muuttunut metsäteollisuusklusteri lisää ostotoimintaansa. Kuljetusten hallinta ja ohjaus on tärkeä sovelluskehityksen osa-alue, sillä erityisesti raideliikenteen kehitys on pitkällä aikavälillä välttämätöntä.

**Ostamisen ja kaupankäynnin sovellukset:** Lähitulevaisuudessa keskeistä on kysymys mobiilimaksamisen kehityksestä. Japanin mobiilimaksusovellukset ovat merkittävästi edellä Eurooppaa ja Suomea, ja onkin mielenkiintoista nähdä, kuinka alan lainsäädäntö maassamme kehittyy. Myös virtuaalimaailmoissa tapahtuva vaihdanta saavuttaa entistä suurempia volyymejä ja vaikuttaa reaalityteen merkittävästi. RFID -teknologian soveltamiselle avautuu uusi kenttä, kun RFID -lukijat saadaan sulautettua matkapuhelimiin. Myös sosiaalisen median merkitys korostuu, kun luotettujen tuoteeksperteiksi luokiteltavien sosiaalisen median käyttäjien panosta hyödynnetään tuotekehityksessä entistä enemmän.

**Koulutuksen ja oppimisen sovellukset:** Sosiaalisen median ja pelien merkitys oppimisympäristöjen rakentamisessa korostuu koulutuksessa ja oppimisessa. Tietotekniikkaa sovelletaan uusilla tavoilla esimerkiksi luokahuoneiden tauluihin yms. Oppijat tuottavat itse entistä enemmän oppimateriaalia esimerkiksi tallentamalla kiinnostavista ja historiallisista paikoista kuva- ja videomateriaalia. Kun oppimateriaali saadaan vielä kytkettyä navigointisovellusten tuottamaan paikkatietoon, tapahtuu oppimiskäytännöissä merkittäviä muutoksia. Pidemmällä aikavälillä sensoriverkot ja RFID -teknologia pystyvät tuottamaan helposti ja suhteellisen halvalla dataa hankalasti saavutettavista paikoista, kuten esimerkiksi valtameristä, jäätiköiltä ja vuoristoista. Tiedon helppo saatavuus vaikuttaa merkittävästi näiden alueiden tutkimukseen.

**Kulttuuri, vapaa-aika ja hovit:** Vapaa-aikaan sekä viihteeseen ja huveihin keskeisesti liittyvien virtuaalimaailmojen käyttäjämäärät kasvavat merkittävästi, kun entistä suurempi osuus maapallon väestöstä saa käyttöönsä tehokkaat tietoliikenneyhteydet. Virtuaalimaailmat laajenevat ja monipuolistuvat ja niihin syntyy omia alakulttuurejaan. Virtuaalimaailmoissa tapahtuvan reaalityteen vaikutus pohjautuvan vaihdannan määrä kasvaa niin suureksi, että sähköisiin rahavirtoihin kiinnitetään huomiota niin kansallisesti kuin globaalistikin. Kysymys näiden rahavirtojen verottamisesta nousee keskeiseksi.

**Hyvinvointi ja terveys:** Materiaalitekniologioiden kehitys tuottaa monia uusia sovelluksia terveydenhoitoon. Yhtenä sovellusalustana ovat älymetallit (ks. älynaula). Myös ennaltaehkäisy merki-

tys terveydenhoidossa korostuu. Ubi-sovellusten käyttöliittymiin liittyvät ongelmat ratkaistaan ja niitä pystytään ohjaamaan esim. äänen avulla. Sorminäppäryyttä vaativat nykyisen kaltaiset käyttöliittymät menettävät merkitystään.

Sovellusten tiiviin käsittelyn jälkeen voimme lopuksi todeta tämän raportin laadinnasta, että sukelluksemme ubiteknologian maailmaan oli hyvin antoisa, joskin samalla haastava kokemus. Teknologioita tutkiessamme jouduimme pohtimaan, millä perusteella erilaiset teknologiat jaotellaan esimerkiksi mahdollistaviin- ja avainteknologioihin. Käsitteiden välinen rajankäynti pohjautuu pääosin aikaisempiin tutkimuksiin, mutta joissakin kohdin jouduimme määrittelemään jaottelun periaatteita myös itse. Ubiikin käsitettä voikin kuvata valtavaksi sateenvarjoksi, jonka alle piiloutuu useita kokonaisia omia maailmoja ja sovellusalueita. Raportissa esitellyt sovellukset edustavat murto-osaa siitä kaikkien sovellusten poolista, jonka syntyamiseen erilaiset trendit viittaavat. Trendit ja ihmisten tarpeet luovat mahdollistavien teknologioiden kautta avainteknologioita, jotka puolestaan tuottavat sen sovellusten massan, josta tähän tutkimukseen on seulottu olennaisimmat. Sovellusten alue on niin laaja, että kirjallisuustutkimuksella ei sen tyhjentävään kartoittamiseen ole mahdollisuutta. Kirjallisuustutkimusta onkin tarkoituksenmukaista jatkaa täydentämällä sitä teknologian- ja muiden erityisalojen asiantuntijoiden verstastyöskentelyllä ja raportin tuloksia koskevalla yhteisellä pohdinnalla. Näin voidaan avata lisää näkökulmia ja uusia liiketoiminnan mahdollisuuksia ubiteknologian alalle.

Ubiikkiyhteiskunta käsittää nimensä mukaisesti koko yhteiskunnan kaikkine aloineen ja asiantuntijoineen. Tästä syystä aihetta pohtivien työryhmien koostumuksenkin tulisi olla mahdollisimman monipuolinen, eikä rajoittua pelkästään teknologisiin ja kaupallisiin asiantuntijoihin. Ubikehityksen ymmärtämiseen ja ennakoimiseen tarvitaan teknologian ymmärryksen lisäksi asiantuntemusta esimerkiksi lainsäädännön ja terveyteen vaikuttavien seikkojen sekä ympäristön kehityksestä. Ubiikin ymmärtäminen on ratkaisevan tärkeää, sillä kaikkialla meitä ympäröivien sulautettujen teknologioiden yhteiskunta ei ole epämääräinen, kaukana tulevaisuudessa häämöttävä käsite. Se on jo nykyhetken todellisuutta.



# 1. JOHDANTO

## 1.1. Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Tulevaisuuden ennakointi on yksi inhimillisen ajattelun ja toiminnan muoto. Ihmisille on luonteen- ja tavanomaista tulevien tapahtumien pohtiminen ennalta ja varautuminen siten tulevaisuuteen. Yksilöiden ohella yritykset, organisaatiot ja muut toimijatahot hyödyntävät ennakoititietoa, koska ne tarvitsevat tietoa esimerkiksi siitä, miten markkinat, asiakkuudet ja teknologiat kehittyvät. Ennakointitietoon pohjautuen erilaiset organisaatiot voivat suunnitella toimintastrategioita ja käyttää ennakoititietoa päätöksenteon tukena. Tämän Ubitrendit 2020 -tutkimuksen tavoitteena on kiteyttää kokonaiskuva ubiteknologian kehityksestä, siihen vaikuttavista trendeistä, heikoista signaaleista ja kuluttajien/ käyttäjien tulevaisuuden tarpeista. Tutkimus tarkastelee jokapaikan tietotekniikkaa teknologian, käyttäjän ja kuluttajan sekä yritysten (B to B) näkökulmasta. Tutkimusraportti pohjautuu aihetta kartoittavaan kirjallisuustutkimukseen, jossa on perehdytty ubiteknologian tiekarttoihin, ennakoitiraportteihin, tieteellisiin artikkeleihin sekä muuhun aihetta käsittelevään aineistoon.

## 1.2. Tutkimuksen toteutus ja eteneminen

Tutkimuksen toteuttivat Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen asiantuntijoista koostuva tiimi, johon kuuluivat professori Sirkka Heinonen, projektipäällikkö Timo Nurmi, projektipäällikkö Riikka Saarimaa sekä tutkimusharjoittelija Mikko Vähätalo. Tiekarttaprosessi koostuu yleensä kirjallisuuskatsauksesta, asiantuntijoiden haastattelusta sekä työpajoista (Alahuhta et al. 2004). Tämän tutkimuksen tiekartat laadittiin pelkästään kirjalliseen materiaaliin pohjautuen ja tutkimuksen kolme päävaihetta olivat: (1) tutkimusaineiston keruu, (2) tutkimusaineistoon perehtyminen sekä (3) kirjallisen yhteenvetoloppuraportin laatiminen.

Tutkimustyö ja raportin laatiminen oli kestoltaan kaksi kuukautta ajalla 15.12.2009–15.2.2010. Tutkimusprosessi oli neliportainen:

1. Ensimmäisessä vaiheessa etsittiin olemassa olevia ja aiheen kannalta sopivia ennakoitiraportteja, teknologian tiekarttoja (road maps), tieteellisiä artikkeleita ja muuta aiheeseen liittyvää materiaalia.
2. Toisessa vaiheessa järjestettiin palaveri tilaajan kanssa, jossa päätettiin muun muassa siitä, mitä raportteja ja muuta materiaalia käytetään jatkon tutkimusvaiheessa. Palaverissa otettiin kantaa myös siihen, mihin ubiteknologian osa-alueisiin tai sovelluksiin tutkimuksen painopistettä suunnataan.
3. Kolmannessa, tutkimusvaiheessa perehdyttiin näihin valittuihin raportteihin ja kartoitettiin ubiteknologian tulevaisuuden suuntaviivoja.
4. Neljäs vaihe koostui tutkimusraportin laatimisesta. Tutkimusraportin kirjoittaminen kulki osittain rinnan tutkimustyön tekemisen kanssa. Hankkeessa mukana olevat Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen asiantuntijat hyödynsivät myös omaa asiantuntemus-

taan, kokemustaan ja tietoaan trendien ja heikkojen signaalien kartoituksesta, kuluttajatutkimuksesta ja ubiikkiyhteiskunnasta. Seuraava taulukko selventää tutkimuksen vaiheita ja aikataulua.

*Taulukko 1. Ubitrendit 2020 tutkimuksen vaiheet ja aikataulu.*

	Joulukuu 2009	Tammikuu 2010	Helmikuu 2010
<b>1. vaihe:</b> Tutkimusaineiston etsiminen ja keruu	X	X	
<b>2. vaihe:</b> Palaveri Ubitrendit 2020 -hankkeen kanssa		X	
<b>3. vaihe:</b> Tutkimusaineistoon perehtyminen		X	X
<b>4. vaihe:</b> Tutkimusraportin kirjoittaminen		X	X

## 2. KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELYÄ

### 2.1. Mitä on ubiikki?

Ubiikilla tarkoitetaan tieto- ja viestintäteknikan (ICT) toimijoiden kuvaamaa murrosta tai kehitysvaihetta, jossa ICT on läsnä ja palvelee ihmistä hänen käytössään oleviin laitteisiin sulautuneen elektroniikan avulla (Tiedosta-lehti 1/2006). Ubiikilla tietotekniikalla (Ubicom, Ubiquitous Computing) tarkoitetaan kaikkialle ulottuvaa tai jokapaikan tietotekniikkaa, jossa tietotekniikan avustavaa läsnäoloa on kaikessa toiminnassa, joko näkyvänä tai eri laitteisiin ja palveluihin sulautettuna (Saastamoinen 2008). Ubiikki tietotekniikka pyrkii aktivoimaan ja tietokoneistamaan/soveltamaan tietokoneelle ihmisten ympäristön sekä kytkemään heidät toisiinsa langattomien tietovälineiden avulla (mm. Ahlqvist 2003).<sup>1</sup>

Jokapaikan tietotekniikan ensimmäinen visionääri ja käsitteen esittelijä oli Mark Weiser (Kaasinen et al. 2005). Weiserin mukaan kaikkein täydellisimmät teknologiat ovat niitä, jotka yhdistyvät arkipäivän rakenteisiin niin huomaamattomasti, että niitä ei voi siitä erottaa (Weiser 1991). Edelleen hänen mukaansa jokapaikan tietotekniikan korkein ideaali on rakentaa niin luonnollinen ja sulautettu tietokone, että käyttäjä ei edes ajattele käyttävänsä tietokonetta toimissaan.

Ubiikkikehitykselle on myös ominaista, että tieto- ja viestintäteknologia leviää yhteiskuntaan aivan samoin kuin teollisesti tuotetut hyödykkeet. Ubiikkikehitys etenee ja sovelluksille on tilausta, koska prosessorien kustannustehokkuus ja toiminnallisuus ovat parantuneet merkittävästi, jolloin esimerkiksi älykkäitä siruja on mahdollista sijoittaa materiaaliin ja laitteisiin. Lisäksi tietoliikenne on muuttumassa paikasta ja ajasta riippumattomaksi, mobiiliksi.

Joka paikan tietotekniikalle ominaisia asioita ovat (Kaasinen et al. 2005):

- Tietotekniikka sulautuu kaikkialle arkipäivän esineisiin ja ympäristöihin sekä myös paikkoihin tai yhteyksiin, joita ei aiemmin ole mielletty tietoteknisiksi.
- Web sulautuu kaikkialle ja useimmilla fyysisen maailman esineille ja asioille on olemassa virtuaalinen vastine webissä.
- Vuorovaikutus ihmisten ja esineiden sekä esineiden välillä on mahdollista aina ja kaikkialla.
- Ihminen on vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa luonnollisella tavalla, eikä käyttäjä välttämättä miellä hyödyntävänsä tietotekniikkaa käyttäessään esimerkiksi arkipäivän esineitä.
- Ympäristö seuraa jatkuvasti käyttäjän toimintaa ja tapahtumia, jotta se voi reagoida ja ennakoita käyttäjän tarpeisiin.
- Tekniikka ei häiritse käyttäjää ja se on läsnä kaikkialla näkymättömissä sekä käyttövalmiina, kun käyttäjä tarvitsee sitä.

<sup>1</sup> Ubiikki-termin (ubiquitous = kaikkialla oleva) pohjalla on latinankielen sana "ubi", joka tarkoittaa kirjaimellisesti "kaikkialla". Ubiikkiteknologia on yhdysvaltalaispainotteisena tullut käyttöön ja sille rinnakkaiskäsitteenä ja terminä on eurooppalaispainotteisena lanseerattu länsä-älyyn viittavaa "ambient intelligence" ilmaisu.

Mannermaan (2008, 30) mukaan ”Ubiikkiyhteiskunta on yhteiskunta, jossa langaton tiedonsiirto ja verkottuminen ovat mahdollista kenelle tahansa, milloin tahansa, missä tahansa ja minkä väliyksellä tahansa”. Hänen mukaansa ”Ubiikkiyhteiskunnassa äly on autojen renkaissa ja ohjauskeskuksissa, talojen seinissä, kaupan jauhelihapaketissa, motoristin haalareissa, hiihtokeskuksen hissilipussa, halinallessa, mummon pillerilaatikossa ja monessa muussa paikassa. Lisäksi nämä älyt kykenevät kommunikoimaan ihmisen ja toistensa kanssa” (Mannermaa 2008, 33). Ubiikkiyhteiskunnan tulevaisuuden visiossa ubiikkiverkot laajenevat henkilöiden välisen (person-to-person) ja henkilöiden ja kohteiden välisen (person-to-object) yhteyden (connectivity) yli ja ulkopuolelle yhdistäen arkielämän asiat ja esineet yhdeksi suureksi ubivuorovaikutuksen verkostoksi (Tuominen 2010, 14).

Jos ubiikkikehitys määritellään siten, että käytössä on laitteita, joilla on suuri laskenta- ja prosessoriteho ja joita voidaan käyttää langattomasti, niin ubiikkiyhteiskunta on jo toteutunut. Tämä puolestaan johtaa kahteen mielenkiintoiseen jatkokysymykseen, a) Miksi emme huomanneet sen tuloa ja b) Mitä meidän nyt pitäisi tehdä? (Bell & Dourish 2006)

Ubiikkiyhteiskuntaa hahmottelevat tekstit ovat kuvanneet sen olevan saumaton, siisti ja järjestelmällinen tietoyhteiskunta, jossa vuorovaikutus on hyvin sulavaa. Usein tähän visioon yhdistetään myös homogeenistävä kehitys ja erilaisuuden katoaminen. Todellisuudessa kehitys on huomattavasti mutkikkaampaa ja yhteiskunta säilyy edelleen hyvin moniäänisenä, mutkikkaana ja sekavana. (Bell & Dourish 2006) Ubiikkilaitteiden piti olla näkymättömissä ja niiden ei pitänyt huomattavissa määrin pistää silmään arkisessa elämässämme, mutta toisin kävi. Laitteet ovat hyvin näkyvästi läsnä, näkyvillä ja edustavat vahvoja brandeja. Tämä ei kuitenkaan ole negatiivinen johtopäätös, vaan pelkästään huomio siitä, että ubiikkiyhteiskunta on jo tullut ja me elämme sen jäsenenä. Haasteemme on nyt oppia ymmärtämään sitä. (Bell & Dourish, 2006). Oulasvirta (2008) kuvaakin monia ICT-laitteita käytäviä henkilöitä termillä tietokonejonglööri, joka viittaa siihen, että käyttäjällä on useita langattomia laitteita, joita hän käyttää tilanteesta (esimerkiksi sosiaalisesta hyväksyttävyydestä) ja työtehtävästä riippuen.

Ubiikkipalveluiden keskeisinä toimijoina on epäyhtenäinen joukko laitteita, jotka kommunikoivat keskenään muodostaen ubiikin tietokoneen käyttöympäristön (Sihvonen 2007). Ubiikkilaitteet ovat yleensä pieniä korkeintaan senttimetrin suuruisia muisteja, prosessoreita ja sensoreita sisältäviä laitteita, jotka voivat olla sisäänrakennettuja esineisiin ja niistä ei voi päätellä, että ne sisältävät tietotekniikkaa (Karhula toim. 2008).

Ubiikkiyhteiskunnassa tapahtuva viestintä voidaan jakaa kolmeen kategoriaan (Mannermaa 2008, s. 33):

1. Ihmisten välillä verkossa tapahtuva kommunikaatio (Person to Person, P2P)
2. Ihmisten ja esineiden välinen viestintä (Person to Object, P2O)
3. Ajan mittaan lisääntyvä tiedonsiirto esineiden välillä (Object to Object, O2O, Internet of Things). Tavaroiden Internet on globaali verkosto, jossa ei-inhimilliset oliot kommunikoivat ja suorittavat erilaisia toimintoja ihmisistä riippumatta.

Ubiikin, jokapaikan tietotekniikan sisarkäsitteitä ovat *Ambient Intelligence* (sulautettu tietotekniikka, läsnä-äly tai täsmä-äly), *Pervasive computing* (kaikkialla oleva/leviävä/läpitukenvea tietotekniikka ja sulautetut järjestelmät) sekä *Embedded computing* (sisäänrakennettu/sulautettu tietoteknologia (Ailisto 2009 sekä Karhula toim. 2008). Lisäksi Mark Weiser on esitellyt myös käsitteen *Calm Computing* käyttäen esimerkkinään älykästä taloa (Smart House). *Calm Computing* -käsitteelle

on ollut vaikea löytää suomenkielistä vastinetta, mutta keskeinen ajatus siinä on se, että tietotekniikka sulautuu huomaamattomaksi ihmisten ympäristöön. (Kaasinen & Rentto & Norros 2005)

Ambient Intelligence (Aml) viittaa ensisijaisesti elektroniikan ratkaisuihin, jotka mahdollistavat ympäristöjen olla herkkiä, joustavia sekä reagoivia. Sana Ambient viittaa laajasti sulautettuun teknologiaan tavalla, joka on huomaamattomasti integroitu jokapäiväiseen elinympäristöön. Sana Intelligence viittaa digitaalisiin ympäristöihin, jotka näkyvät erityisissä sosiaalisissa vuorovaikutuksissa. Toisin sanoen ympäristöt kykenevät sopeutumaan ihmisten ympäristöihin, tunnistamaan ihmisiä, personoimaan heidän tarpeitaan ja mieltymyksiään, oppimaan heidän käytöksestään ja toimimaan ihmisten toiveiden mukaan, heidän myötävaikutuksella tai jopa itsenäisesti. Aml:ssä koko ihmisen ympäristö sekä mikä tahansa laite ovat vuorovaikutuksessa ihmisten kanssa parantaen heidän hyvinvointiaan, tuottavuuttaan, luovuuttaan ja vapaa-ajan viettoa kehittyneiden käyttöjärjestelmien vuorovaikutuksen avulla. (Mukherjee et al. 2008)

Ubiikkiympäristön tiedonkeruuta kuvaa käsite Ambient Information, joka viittaa liikkeellä, keholla ja eleillä nopeasti, intuitiivisesti ja huomaamattomasti tuotettavaan tietoon. Laitteen käyttö ei edellytä keskittyneitä tiedonkeruuta sillä esimerkiksi tiedonkeruu sulautuu arkielämän toimiiin. (Karlhala toim. 2008)

Kaikkialle arkielämään sulautuvan tiedon, ts. ubiikkikehityksen ongelmia ja haasteita on runsaasti. Esimerkiksi kulttuurierot ja käyttäjäkokemusten erilaisuus ovat mielenkiintoinen ja paljolti vielä tutkimaton ubiikin kehityksen alue. Wyche et al. (2009) tutkivat ubiikkitekniikan käyttöä ja keräsivät käyttäjäkokemuksia Etelä-Amerikan herätyskristillisissä yhteisöissä. Tulosten mukaan läntisten teollisuusmaiden suunnitteluihanteet saattavat saada aikaan erilaisia merkityksiä yhteisöissä, joiden maailmankatsomus eroaa perustavalla tasolla teknologian kehittäneistä kulttuureista.

Tutkimuksen herätyskristillinen yhteisö pitää runsaasti raamatunlauseita, johtajiensa lausuntoja ja uskonnollisia esineitä esillä kodeissaan. He haluavat käyttämänsä ICT-teknologian välittämien viestien suodattuvan heille oikeaa ja hyvää elämää merkitsevien raamatun tulkintojen läpi. Esimerkkinä tästä kirjoittajat mainitsevat tutkimassaan herätyskristillisessä yhteisössä havaitun tavan, jossa ihmiset säilyttivät televisioidensa päälle rukouskirjoja. Heille rukouskirjat toimivat eräänlaisena suodattimena television välittämälle sanomalle. Näille käyttäjille taulutelevisiot, joiden päällä rukouskirjoja ei voi säilyttää, ovat oletettavasti huomattavasti vähemmän houkuttelevia, kuin perinteiset kuvaputkitelevisiot. Esimerkki osoittaa, miten kulttuurisidonnaista tuotekehitys ja -suunnittelu oikeastaan ovat, ja kuinka moninaisia käyttäjätarpeita siinä tulisi ottaa huomioon. (Wyche et al. 2009)

Herätyskristillisille liikkeille ICT tarjoaa usein ennen kaikkea mahdollisuuden evankeliumin tehokkaampaan levittämiseen. Television välittämät saarnat ovat viite suunnasta, johon mobiilitekniikan ja sosiaalisen median laaja käyttöönotto saattaa johtaa. Itse asiassa sosiaalisen median valjastaminen evankelioimisen välineeksi on hyvin looginen kehityssuunta televisiosaarnoista eteenpäin. Arvojen ristiriita uhkaa ubiikkikehitystä, koska vielä ei tiedetä, miten teknologian kehittäjät suhtautuvat siihen, että heidän teknologiaansa käytetään heille ideologisesti vieraisiin tarkoituksiin. Toisaalta on samalla kysyttävä, kuinka monen käyttäjän tarpeet marginalisoidaan, kun teknologiaa kehitetään vahvan länsimaisella arvopohjalla. (Wyche et al. 2009)

Kielellisesti ubiikkitekniikan kehityssuunta on myös valtava haaste. Teknologian käyttäjistä yhä suurempi osa on aasialaisia, jotka eivät puhu englantia äidinkielenään. Kuitenkin suurinta osaa käyttöliittymistä yms. ohjataan englanniksi. (Wyche et al. 2009) Tähän haasteeseen on teknologian kehittäjien tulevaisuudessa vastattava. Suuntaa antava tutkimuskin osoittaa, kuinka suuria arvopoh-

jaan ja kulttuurieroihin liittyviä haasteita ubiikkikehityksen tielle on kasautunut. Tulevaisuuden teknologioiden pitää entistä paremmin huomioida arvopohjaltaan ja taustaltaan hyvin erilaisten käyttäjien mielitekoja hyvän käyttäjäkokemuksen suunnittelussa. Suvaitsevaisuuden ja moniarvoisuuden lisääntyminen on keskeisessä asemassa myös teknologian suunnittelussa tulevaisuudessa.

## 2.2. Tiekartat

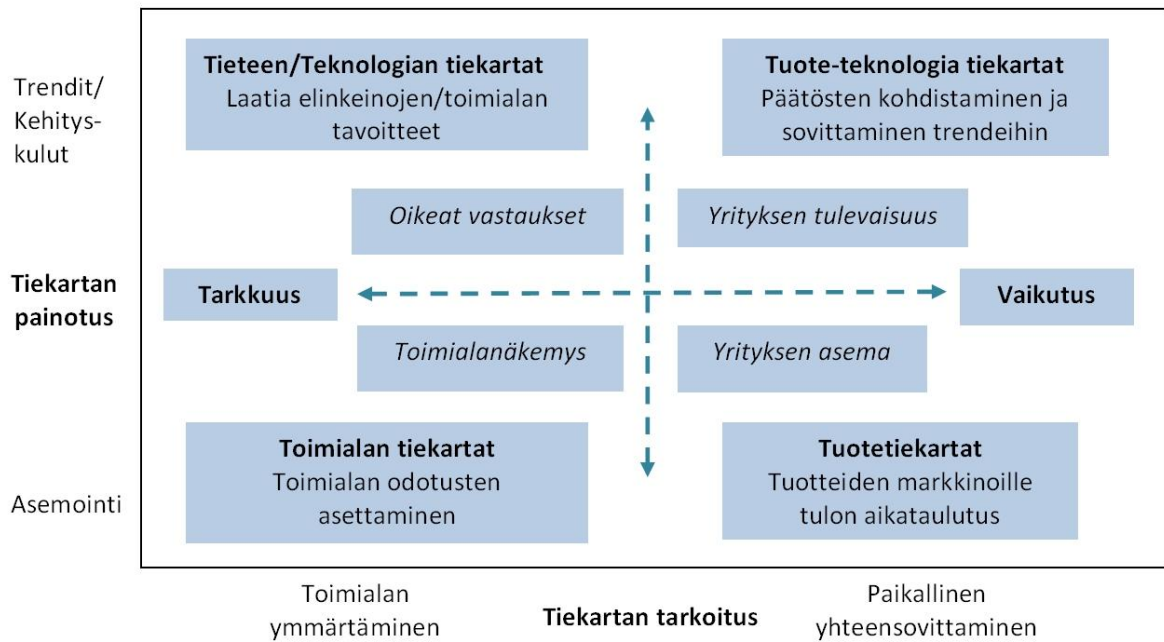
Yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa harjoitettiin 1970-luvulla teknologian suunnittelua (Technology Planning), 80-luvulla sitä kutsuttiin teknologian ennustamiseksi (Technology Forecasting) ja 90-luvulla alettiin käyttää nimitystä teknologian ennakointi (Technology Foresight) hankkeista, joilla pyrittiin kartoittamaan teknologian aikaansaamia pitkän aikavälin yhteiskunnallisia vaikutuksia. Teknologian tiekartasta ennakointimetodina ks. tarkemmin Gordon (2009). 2000-luvun alussa yleistyi nimitys tuotteiden/teknologian tiekartta (Product/Technology Roadmap) (esim. Gindy et al. 2006).

Teknologian tiekarttoja on laadittu 1970-luvulta lähtien, jolloin Motorola oli yksi ensimmäisistä yrityksistä maailmassa, jotka alkoivat käyttää tiekartta-menetelmää parantaakseen tuotekehityksensä laatua (Gindy et al. 2006). Syntymänsä jälkeen tiekarttoja on maailmassa laadittu eri alojen organisaatioissa. Metodia on sovellettu joustavasti myös eri tavoitteisiin kuin sitä alun perin käytettiin, kuten innovaatiotoiminnan tukemiseen, strategiaohjelmien laadintaan, toimintojen ym. kehittämiseen (Phaal et al. 2004).

Teknologia tiekartat voidaan luokitella myös vetokeskeisiksi ”pull” ja työntökeskeisiksi ”push” tiekarttoiksi (Garcia 1997; Albright 2002). Työntökeskeinen tiekartta liittyy organisaation kyvykkyyksiin ja sitä käytetään tyypillisesti tutkimus- ja tuotekehityslähtöisissä ohjelmissa ja tiekarttoilla osoitetaan looginen kehittämisen polku tämän hetkisestä tilanteesta eteenpäin kohti markkinoita. Veto-keskeinen tiekartta liittyy esimerkiksi markkinoiden vaatimukseen tai ajureihin, ja sitä voidaan käyttää asiakastarpeista lähtevässä tuotesuunnittelussa ja sen avulla voidaan tunnistaa lyhin reitti tavoitteeseen tai markkinoitavaan tuotteeseen.

Perinteisesti teknologioista laaditut tiekartat (Technology Roadmap) ovat keskittyneet yksinomaan teknologioiden kehityskulkuihin ja palvelemaan uusien tuotteiden kehittämistä. Toimintosuuntainen lähestymistapa tarkastelee teknologioiden kehityksen ohella laajemmin koko innovaatioketjua ja näin ollen ottaa huomioon myös käyttäjät, sovellukset sekä avaintoiminnot. Toimintosuuntainen lähestymistapa yhdistää teknologian työntövaikutus- ja käyttäjän vetoaikutus- lähestymistavat (Technology Push and User Pull). (Friedewald & Da Costa 2003)

Tiekartat voidaan esittää monilla eri tavoilla ja eri luokitteluun perustuen (Kameoka et al. 2003). Tiekartat voidaan jakaa teknologia-, toimiala-, tuote-teknologia- sekä tuotetiekarttoihin (Kappel 2001). Seuraava kuva 1 esittää Kappelin (Kappel 2001) neljän elementin tiekarttaluokittelun muokeltuna.



Kuva 1. Tiekarttojen luokittelu.

Tiekartta on teknologian, voimavarojen, kyvykkyyksien, tavoiteohjelmien, järjestelmien, uhkien, mahdollisuuksien ym. asioiden kehitystä ja tulevaisuuden ennakointia kuvaava visualisointi (DeGregorio 2000). Tiekartan laadintaprosessi on itsessään strategisen suunnittelun, päätöksenteon sekä ennakoinnin prosessi, jonka aikana luodaan tiekarttaa ja myös arvioidaan tiekartan laatimisprosessia (Kostoff & Schaller 2001).

Teknologian tiekarttoja laaditaan moniin eri tarkoituksiin (Phaal et al. 2001). Seuraavassa taulukossa 2 on esitetty koontina tiekarttojen käyttötarkoituksia sekä rakennetta.

Taulukko 2. Tiekarttojen käyttötarkoitus ja rakenne.

Tiekartan tarkoitus	Tiekartan luonnehdintaa	Y-akseli Vertikaaliset tasot (Ylhäältä alas)	X-akseli ⇒ Aika
<b>Tuote-suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kaikkein yleisin tiekarttatyyppi</li> <li>▪ Kytkee teknologian tuotekehitykseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tuotteet/tuoteperheet</li> <li>▪ Teknologiakehitys</li> </ul>	Aika
<b>Palveluiden/kyvykkyyksien suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sopii paremmin palveluyritykselle</li> <li>▪ Keskittyy siihen, miten teknologia tukee kyvykkyyksiä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alkusysäysasiat</li> <li>▪ Liiketoiminnan ja markkinoiden ajurit</li> <li>▪ Kyvykkyydet</li> <li>▪ Teknologiakehitys</li> </ul>	Aika
<b>Strateginen suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tukee strategista suunnittelua</li> <li>▪ Keskittyy vision/ tulevaisuuden liiketoiminnan kehittämiseen</li> <li>▪ Tunnistaa myös vision mukaisen toiminnan sekä nykyisen toiminnan välisen kuilun (gap -ajattelu)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Markkinat</li> <li>▪ Liiketoiminta</li> <li>▪ Tuotteet</li> <li>▪ Teknologiakehitys</li> <li>▪ Osaaminen ja taidot</li> <li>▪ Organisaatio</li> </ul>	Aika
<b>Pitkän aikavälin suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Käytetään usein kansallisen tason tiekartoissa</li> <li>▪ Ennakointi (foresight)</li> <li>▪ Etsii teknologioiden mahdollistamia ”kultahippuja”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teknologiakehitys</li> </ul>	Aika
<b>Tietämyksen-hallinnan/osaamispääoman suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kiinnittää osaamisen ja tietämyksenhallinnan liiketoiminnan tavoitteisiin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liiketoiminnan tavoitteet</li> <li>▪ Johtavat projektit ja toiminnot</li> <li>▪ Tietämyksenhallinnan mahdollistajat</li> <li>▪ Osaamiseen liittyvät prosessit</li> <li>▪ Osaamispääoma</li> </ul>	Aika
<b>Kehittämishjelmien suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Strategioiden implementointi</li> <li>▪ Kytkeytyy projektien suunnitteluun esim. R&amp;D -ohjelmat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektin kulkukaavio/ eteneminen</li> <li>▪ Projektin välitavoitteet</li> <li>▪ Avainpäättöksien ajankohdat</li> <li>▪ Teknologiakehitys</li> </ul>	Aika
<b>Prosessin suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tukee osaamisen hallinnan johtoa</li> <li>▪ Keskittyy tiettyyn prosessi-alueeseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kaupallinen tarkastelu/ näkökulma</li> <li>▪ Liiketoimintaprosessi (esim. tuotekehitys)</li> <li>▪ Tekninen tarkastelu/ näkökulma</li> </ul>	Aika



<b>Yhdistävä suunnittelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eri teknologioiden kehitystä yhdistävä tarkastelu, joka yhdistää tuotteet, systeemit ym. teknologioihin tai jopa muodostaa uusia teknologioita</li> <li>Aikaulottuvuutta ei osoiteta tietoisesti</li> </ul>		Ei tietoisesti
------------------------------	--	--	----------------

Tiekartat esitetään usein graafisena monitasoisena esityksenä, jossa aika etenee x-akselin suuntaisesti ja tapahtumat tai avaintoiminnot ovat merkitty aikajanalle omille tasoilleen, nuolien kuvatessa tapahtumien ja toimintojen riippuvuussuhteita (Gindy et al. 2006). Tiekarttoihin voi sisältyä myös esimerkiksi päämääriin, tavarantoimituksiin ja resursseihin jne. liittyviä tiedon tasoja (Phaal et al. 2005).

Phaal et al. (2001a) mainitsee kahdeksan erityyppistä tiekartan graafista ulkoasua ja esitysmuotoa. Seuraavassa taulukossa 3 on kuvattu nämä esitysmuodot.

*Taulukko 3. Tiekarttojen graafinen ulkoasu ja esitysmuoto.*

<b>Tiekartan esitysmuoto</b>	<b>Esitysmuodon kuvausta</b>
<b>Monitasoinen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaikkein yleisin esitysmuoto</li> <li>Yhdistää eri tasot toisiinsa kuten teknologian, tuotteet ja markkinat</li> <li>Mahdollistaa kunkin tason kehityksen tarkastelun erikseen</li> <li>Mahdollistaa myös tasojen välisten riippuvuuksien tarkastelun</li> </ul>
<b>Palkit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monet tiekartat esitetään näin</li> <li>Esitystapa koostuu eri tasoilla olevista palkkisarjoista</li> <li>Yksinkertaistaa ja yhdistää tiekartan tulokset helpottaen mm. kommunikointia, eri tiekarttojen yhdistämistä jne.</li> </ul>
<b>Taulukko</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Joissakin tapauksissa koko tiekartta esitetään taulukon muodossa</li> <li>Sopii erityisesti tapauksiin, joissa esimerkiksi suoritukset ovat määrällisesti mitattavia tai toiminnot koottu selkeiksi ryhmiksi</li> </ul>
<b>Kaaviokuva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Käytetään, jos tuotteiden tai teknologian esittäminen voidaan määrällisesti kuvata</li> <li>Tätä esitystapaa kuvataan toisinaan kokemukskäyrä-esitykseksi ja se on lähellä s-käyrä-ajattelua</li> </ul>
<b>Kuvaesitys</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jotkut tiekartat esitetään luovasti kuvina</li> <li>Toisinaan käytetään esityksessä metaforia kuten esim. puun mallinen esitys</li> <li>Helpottaa kommunikointia</li> </ul>
<b>Lohkokaavioesitys</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Käytetään tyypillisesti tiekarttaesityksestä, joka liittää toisiinsa tavoitteet, toiminnot ja tulokset</li> <li>Esimerkiksi organisaation visio voidaan liittää missioon, tieteellisiin kysymyksiin, liiketoiminta-alueisiin, eri aikajänteen tavoitteisiin jne.</li> </ul>
<b>Yksitasoinen esitys</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keskittyy tarkemmin yhden tason kehitykseen, vaikka muutoin esitys olisikin useampitasoinen</li> <li>Eri tasojen välisiä kytkentöjä ei yleensä esitetä</li> <li>Ei monimutkainen</li> </ul>
<b>Teksti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jotkut tiekartat esitetään kokonaan tekstinä tai lähes kokonaan tekstinä, jolloin teksti viittaa graafiseen esitykseen ja kuvaa asiaa tarkemmin</li> </ul>

Monitasoinen tiekartta on yleisin ja joustavasti sovellettavissa oleva muoto, kuten edellä esitettiin. Monitasoisella tiekartalla on seuraavat ulottuvuudet (Phaal et al. 2001a):

### 1. Aika

- Askelten ja vaiheiden ajoitus vastaa kysymykseen milloin, ”Know-when” ts. esim. milloin on odotettavissa teknologinen läpimurto tai milloin tietyt tuotteet ovat valmiita markkinoille.
- *Aikahorisontti*: lyhyt esim. e-kauppa tai ohjelmistot; pitkä esim. ilmailun tai rautateiden infrastruktuuri
- *Asteikko*: Logaritminen, jos halutaan allokoida enemmän tilaa lyhyen aikavälin asioille; Välimatka-asteikko esim. 6 kk, vuositaso, lyhyt, keskipitkä tai pitkä aikaväli
- *Tila*: Tiekartan ajallinen tila voidaan jakaa myös vision tai pitkän aikavälin sekä nykyisen tilanteen tarkastelulle, jolloin määritellään nykyisen ja tulevaisuuden tilan kuilu (gap).

### 2. Tasot

- Tiekartan vertikaalisen akselin suunnittelu on tärkeää, koska sen pitää sopia tietylle organisaatiolle ja käsiteltävän ongelman tarkasteluun.
- Yleisen tiekartan rakenteessa ylätaso liittyy organisaation päämäärään, tarkoitukseen tai strategiseen suuntaan, vastaten kysymykseen miksi, ”Know-why”. Voi pitää sisällään myös ymmärryksen sovelluksista, markkinoista, segmenteistä, kilpailijoista ym. riippuen siitä, minkä tasoisesta tiekartasta on kysymys.
- Tiekartan alin taso liittyy organisaation resursseihin, erityisesti teknologiseen osaamiseen, jota käytetään hyväksi tiekartan ylätasoinen asioiden saavuttamiseksi. Alin taso vastaa kysymykseen miten, ”Know-how”.
- Joskus tiekartan alin taso on ns. tekemisen taso eli ”To-Do”-taso, jolla määritellään mitä resursseja tai investointeja tarvitaan, mikä on toteuttamissuunnitelma ja mitkä ovat tärkeimpiä toteutettavia projekteja (Albright 2002).
- Tiekartan keskimäinen taso on tärkeä, koska se luo sillan sekä määrittelee ”toimitusjärjestelmän” rakenteen päämäärien ja resurssien välillä. Keskimäinen taso vastaa kysymykseen mitä, ”Know-what”.

### 3. Selitykset ja huomautukset

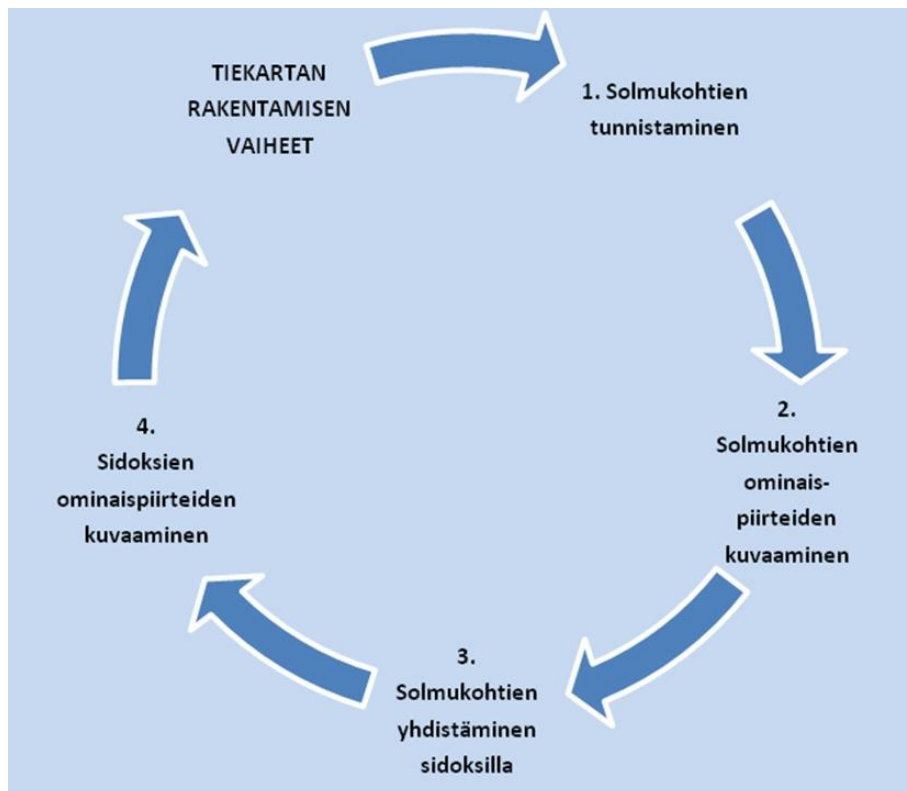
- Lisätietoa tarvitaan, vaikka tiekartalla onkin tietoa tasoilla ja aikajanalla.
- Tieto tai huomautus voi liittyä sidonnaisuuteen eri toimintojen välillä tietyllä tasolla tai tasojen välillä, olla täydentävää tietoa kuten liiketoimintastrategian avainkohtien tai markkinoiden ajureiden kuvausta ym. tai olla graafinen tyylillinen korostus kuten huomautus, värikoodi, kriittisen polun kuvaus, mahdollisuus tai uhka tms.

#### 4. Prosessi

- Tiekartan etenemisen askeleet ja prosessi ovat tyypillisesti erilaisia jokaisella organisaatiolla. Sopiva prosessi riippuu monesta tekijästä kuten käytettävissä olevat resurssit (ihmiset, aika, budjetti), tiekartan päämäärä ja alue, käytettävissä oleva informaatio (markkinat, teknologia ym.) sekä muut prosessit ja johtamismenetelmät (strategia, budjetointi, uusien tuotteiden kehittäminen, projektin hallinta, markkinatutkimus jne.).

Tiekartta on voimakas ja tehokas suunnittelun työkalu ja se on erityisen arvokas ohjelmissa ja projekteissa, joissa on mm. suuri mahdollisuus epäonnistua, epäonnistumisen seuraukset ovat merkittäviä, ne aiheuttavat suuria kustannuksia, sitovat työvoimaa tai niiden ympäristövaikutukset ovat suuret. (Gordon 2009)

Tiekartta on kaaviokuva toisiinsa kytkeytyneistä solmukohtista, joita viivat yhdistävät (Gordon 2008). Solmukohta kuvaa merkkipaalua tai virstanpylvästä tiekartalla. Se voi olla asia, joka voidaan määrittellä määrällisesti tai subjektiivisesti. Kun solmukohta on määrällinen, se voidaan määrittellä jostain tietokannasta ja kun solmukohta on laadullinen, se määritellään asiantuntijamielipiteiden avulla. Tiekartan viivat, jotka yhdistävät solmukohtia, ovat tiekartan teitä itsessään ja ne voivat sisältää myös informaatiota. Tiekartan rakentamisen vaiheet ovat kuvan 2 mukaiset (Gordon 2009):



Kuva 2. Tiekartan laadinnan vaiheet.

# 3. UBIIKKIIN VAIKUTTAVIA TRENDEJÄ JA KEHITYKSEN AJUREITA

## 3.1. Tulevaisuuden ennakointi ja trendit

Tulevaisuuden ennakoinnissa yhtenä keskeisenä tarkastelun lähtökohtana ja pontimena on murrosajattelu. Siihen perustuen toimintaympäristön muutoksia tarkastellaan ja analysoidaan nousevien ja laskevien megatrendien ja trendien sekä idullaan olevien uusien mahdollisuuksien, heikkojen signaalien näkökulmasta. (Hietanen 2005) Ubiikin ennakoinnissa on kartoitettava toimintaympäristön nykytilannetta ja tunnistettava megatrendimäisiä muutostekijöitä ja sellaisia yhteiskunnassa ilmeneviä taloudellisia, teknologisia ja ympäristöön liittyviä sekä kulutukseen ja arkielämään ja arvoihin kytkeytyviä trendejä, jotka vaikuttavat ubiikin kehityssuuntiin ja tulevaisuuteen.

Megatrendit ovat globaaleja, yleisesti tunnettuja vahvoja kehityssuuntia, joiden kulkua on vaikea nopeasti muuttaa. Megatrendit-käsitteen ja termin lanseerasi John Naisbitt (1982) jo lähes kolmekymmentä vuotta sitten. Megatrendeiksi voidaan määritellä esimerkiksi ilmastonmuutos, väestönkasvu, energiapula, globalisaatio, teknologian kehitys tai luonnon monimuotoisuuden, biodiversiteetin väheneminen (ks. esim. Kirveennummi et al. 2008).<sup>2</sup>

Megatrendit ovat kaikkialla maailmassa vaikuttavia trendejä, jotka aiheuttavat kansallisia, seudullisia, alueellisia ja paikallisia vaikutuksia ja sysäävät liikkeelle uusia trendejä, jotka voivat olla erilaisia ja keskenään ristiriitaisia ja jopa vastakkaisia. Yksi ja sama megatrendi voi aiheuttaa erilaisia ilmiöitä, kuten taloudellista kasvua tai laskua erilaisissa asioissa eri alueilla. Esimerkiksi niin sanottu Kiina-ilmiö, jossa investoinnit ja länsimainen tuotanto ja työ siirtyvät Aasian maihin aiheuttaa teollistumista Aasiassa ja palveluvaltaistumista länsimaissa. Muita megatrendejä ovat esimerkiksi kaupungistuminen, tiedonkulun ja liikkuvuuden nopeutuminen, monikulttuuristuminen, polarisaatio eli eriarvoistumisen kasvu, niukkuuden lisääntyminen maailmassa, vastuullisuus ja kestävä kehitys sekä myös teknologiahyppy mm. ubiteknologian käyttöönotossa. (Ahvenainen et al. 2009b)

Megatrendien ohella kiinnostavia ovat metatrendit, joista yleisimmin käytetään tutkimuksissa ja kirjallisuudessa uusien kehityssuuntien ja niistä indikoivien heikkojen signaalien käsitettä.<sup>3</sup> Ne voivat syntyä kun trendille syntyy vastatrendi eli vastavoima ja tästä ristiriidasta syntyy aluksi vain heikkoina signaaleina näyttäytyviä mahdollisuuksia. Ne voivat kasvaessaan ja kehittyessään muuttaa megatrendejä. (Ahvenainen et al. 2009b). Heikkoja signaaleja määritellään tavanomaisemmin siten, että ne ovat ensioireita tai merkkejä muutoksesta, jonka vaikutus on kuitenkin vielä niin lievä, ettei sillä ole suurta merkitystä. Heikkojen signaalien tarkkailussa ja tunnistamisessa kannattaa kuitenkin pysyä valppaana. Ne saattavat kertoa lähestyvistä villoista korteista, jotka puolestaan vaikuttavat lähes ennakoimattomasti asioiden kulkuun. Heikko signaali on merkki orastavasta uudesta kehityssuun-

<sup>2</sup> Trendit on jaoteltu joissakin selvityksissä giga-, mega- meta- ja antitrendeihin. Gigatrendit ovat laajoja ja melko hitaasti muuttuvia eräänlaisia ”perimmäisiä syitä”, jotka vaikuttavat megatrendien taustalla (Ahvenainen et al. 2009b).

<sup>3</sup> Metatrendeillä halutaan viitata muutokseen, joka on nousemassa jostain asiasta, ei niinkään vahvaan olemassa olevaan kehityssuuntaan.

nasta. Villi kortti on harvinainen, epätodennäköinen tapahtuma, jolla toteutuessaan on merkittäviä vaikutuksia.<sup>4</sup>

Ennakoinnissa trendit kertovat joka tapauksessa siitä mihin suuntaan toimintaympäristö tai tietyt toimialat ovat kehittymässä. Parhaimmillaan ennakoitujen tuloksena päästään tilanteeseen, jossa on tultu tietoisesti tulevasta muutoksesta ennen kuin se on nykyisyyttä. Toisinaan tulevaisuusprosessi voi olla hätkähdyttävä, kivuliaskin, koska siinä joudutaan toisinaan haastamaan nykyiset arvot, perususkomukset tai todellisuus ja tuomaan esille poikkeamia, anomaliaita. Ennakoinnissa pyritään tuomaan näkyväksi se, että yleisesti tunnetun takana on muita ilmiöitä (heikkoja signaaleja ja metatrendejä), jotka kertovat mahdollisista ja vaihtoehtoisista tulevista todellisuuksista. (Ahvenainen et al. 2009b). Usein tulevaisuuden ennakointi ei ole kuitenkaan näin dramaattinen prosessi, vaan se tuo perusteltua tulevaisuustietoa päätöksenteon ja tuotekehityksen tueksi sekä toimintastrategioiden laadintaa varten.

## 3.2. Ubiikin toimintaympäristö ja trendit

### 3.2.1. Ubiikiin yleiset megatrendit

Ubiikin kannalta merkittävä megatrendi on globalisaatio, joka edistää monitahoisesti kansainvälistä verkottumista maapallolla. Pekka Ylä-Anttilan (2009) mukaan näyttää siltä, että globalisaatio ei talouden taantumasta huolimatta pysähdy, vaan sitä ajava kansainvälisen työnjaon syventyminen jatkuu. Sen seurauksena esimerkiksi Aasian suhteellinen osuus maailmantaloudesta kasvaa entistä voimakkaammin. Globalisaatio sisältää lukuisia ilmentymiä, joista yhtenä on se, että informaatio- ja kommunikaatioteknologian (ICT) markkinat muuttuvat nopeasti. Globalisaatio ja sääntelyn purkaminen lisää kilpailua ja erilaistumista. Uudet liiketoimintamallit ovat enemmän verkottuneita ja monimutkaisempia kuin ennen johtuen sidosryhmien kasvaneesta määrästä ja ristiriitaisista intresseistä. (Alahuhta et al. 2004). Yritykset myös saneeraavat ja uudistavat rakennettaan kohti pienempiä, itenäisemmin toimivia yksiköitä, mikä lisää yhteistyön tarvetta eri osien välillä ja myös kasvavassa määrin yritysten välillä. Nämä muutokset taas jouduttavat yhteensopivien teknologioiden tarvetta, mikä puolestaan korostaa standardoinnin merkitystä. Toisaalta ICT- ala on menossa avointen ohjelmalustojen (Open Software Platforms) suuntaan, jotka mahdollistavat laajojen sovellusten kehittämisen esimerkkeinä Java ja Open Mobile Alliance.

ICT -teollisuuden yhdentymisen jatkuu. Yhdentymistä tapahtuu monella eri tasolla: teollisuuden, verkoston, sovellusten ja sisältöjen tasolla. Internet-protokollan (Internet Protocol) yhteensopivuus sekä digitalisoituminen mahdollistavat pääasiassa tämän kehityksen. (Alahuhta et al. 2004) Yhdentävä digitaalinen teollisuus yhdistää osia kuluttajaelektronikasta, viestinnästä, tietoteknologiasta, mediasta sekä viihdeteollisuudesta.

Ubiikin ennakoinnin kannalta muut megatrendit kuin globalisaatio eivät ole yhtä merkittävässä roolissa, vaikka ne toisaalta vaikuttavat kehityssuuntiin perustavanlaatuisesti kaikkialla maailmassa ja välillisesti myös ubiikin toimintaympäristöön. Ubitrendit -hankkeessa on ennakoinnin näkökulmasta katsoen kyse melko lyhyen tähtäimen ennakoinnista vuoteen 2020 asti ja megatrendit vaikuttavat

---

<sup>4</sup> Heikko signaali ja villi kortti eivät siis ole synonyymeja, vaikka niitä sellaisina joskus näkee käytettävän. Villi kortti -ilmiölle on olemassa samaa ilmiötä tarkoittava synonyymi ”musta joutsen” (Taleb 2007).

kehitykseen hitaammin. Teknologian ennakoinnin kannalta hankkeen aikajänteessä on melko pitkä tähtäys, koska teknologian kehityskulku yhteiskunnassa on nopeaa. Ubitrendit 2020- hankkeen kannalta yleisten megatrendien ohella on kiinnostavaa kiinnittää huomiota spesifeihin megatrendeihin, megatrendeiksi vahvistuviin trendeihin ja heikkojen signaalien indikoiviin orastaviin uusiin trendeihin, jotka ovat nopeampoisempia ja kytkeytyvät selkeämmin teknologian kehitykseen ja kuluttajakäyttämiseen. Nämä trendit avaavat ymmärrystä esimerkiksi siihen, mitkä sovellusalueet ovat lupaavimpia ubitekniologioille lähitulevaisuudessa 5-10 vuoden kuluessa. Seuraavassa trendikartoituksessa keskitytään erityisesti ubitekniologian kannalta mielenkiintoisiin trendeihin ja pääpaino on kuluttajatrendeissä.

### 3.2.2. Ubiikin spesifit megatrendit

Ubitekniologian eli jokapaikan tietotekniikan entistä laajempi käyttöönotto on jo sinänsä yksi nykyisistä megatrendeistä. Kaasinen et al. (2005) ovat luonnehtineet, että tietotekniikka sulautuu kaikkialle arkipäivän esineisiin ja ympäristöihin. Tähän liittyy myös se, että monilla fyysisen maailman esineillä ja asioilla on virtuaalinen vastine webissä ja näin web sulautuu kaikkialle. Tekniikka ei häiritse käyttäjiä vaan se on läsnä taustalla ja käyttövalmiina kun käyttäjä sitä tarvitsee. Vuorovaikutus ihmisen ja esineiden kesken sekä esineiden välillä on mahdollista aina ja kaikkialla. (Ibid.)

Käytännössä uusien teknologioiden kehitystä luonnehtivat seuraavat ominaisuudet: ”Älykkyys, langattomuus, liikkuvuus, etäperiaate, interaktiivisuus, saavutettavuus, on-line, ubiikkisuus, virtuaalisuus, tietointensiivisyys, täsmällisyys, manipulointi sekä kestävyys monessakin mielessä. Älykkyyttä lisätään tuotteisiin, tuotantojärjestelmiin, liikennevälineisiin jne. mikrosirujen avulla. Materiaalien älykkyyttä lisätään mm. niiden ominaisuuksien paremmalla hallinnalla (mm. älymagneetit) ja uudenlaisten materiaalikomposiittien avulla. Älykkyys lisääntyy myös teollisissa prosesseissa ja infrastruktuureissa (älykkäät moottoritiet, lämpö- ja energiahuoltoverkostot). Kaupan hyllyllä olevien tuotteiden äly- ja tietosisältö on suurempi kuin koskaan ja se kasvaa jatkuvasti, mikä mahdollistaa uudentyyppisten yritysten (esim. WIPRO) ja liiketoimintakonseptien syntymisen.” (Loikkanen & Eerola 2009, 31)

Miltä sitten näyttäisi trendien valossa ubitekniologian tulevaisuus? Aikoinaan informaatioteknologiasta muodostui todellinen sankarikertomus Suomen tietoyhteiskunnan synnystä. Sen ansiosta Suomen katsottiin nousseen erittäin syvästä 1990-luvun lamasta (Karvonen 2005; Hietanen 2005). Onko ubitekniologiasta IT:n kaltaiseksi pelastajaksi tilanteessa, jossa äkillisesti vuonna 2008 alkanut maailmanlaajuinen talouden taantuma ei ole vielä hellittänyt vuoden 2010 Suomessa, vaan luo synkkiä uhkakuvia maamme taloudelliselle tilanteelle? Täsmällistä vastausta kysymykseen on vaikea antaa, mutta seuraavat kuluttajakäyttämistä kuvaavat ja ubiikin kehitykseen vaikuttavat trendit antavat tietoa kehityksen suunnasta.

**Kuluttajälähtöinen ajattelu vahvistuu.** Tätä kehityssuuntaa voimistaa uusi teknologia, joka on tuonut markkinoille globaalit virtuaalilyhteisöt. Samoista asioista kiinnostuneet ihmiset ympäri maapallon voivat vaihtaa kokemuksia. Se asettaa suuria haasteita yrityksille ja politiikan toimijoille. ”Kuluttajat ovat tulevaisuudessa paljon muutakin kuin markkinoilla hankittavien tavaroiden ja palvelujen käyttäjiä; he toimivat aiempaa enemmän kansalaisen ja globaalisti jopa maailmankansalaisen roolissa.” Käsitelmä kuluttajasta passiivisena tuotanto- ja jakeluprosessin loppupisteenä on vanhentunut. Kuluttajilla on rooli olla mukana luomassa uusia tuotteita ja niiden käyttötapoja sekä jakamassa niistä

palautetta tuottajille ja muille kuluttajille. Osallistuminen median kautta julkiseen keskusteluun kulutuksen aiheuttamista ongelmista nousee keskeiseksi vaikuttamisen muodoksi. (Raijas & Repo 2009)

**Yksilöllistyminen korostuu.** Ihmisten elämäkulut eriytyvät siten, että ei ole vain yhtä tai kahda tapaa elää suomalaista arkea. Ihmiset ja heidän tarpeensa ovat erilaisia. Ihmiset haluavat tuntea olevansa yksilöitä. Mitä vanhemmaksi ihminen tulee, sen yksilöllisempiä valintoja hän uskaltaa tehdä. Aidosti yksilöllinen kuluttaja voi tehdä valintoja omien tarpeiden ja mieltymysten mukaisesti, ei sosiaalisen paineen tai kulloisenkin trendin mukaan. (Raijas & Repo 2009). Jatkuvasti kehittyvä interaktiivinen kommunikaatio- ja mediatekniikka mahdollistaa viihde-elämyksiä ja kokemuksia, mutta uusia medioita voidaan hyödyntää myös opetuksessa (Loikkanen & Eerola 2009).

Kysyntä terveyttä edistävästä ja ylläpitävästä sovelluksista niin elintarvikkeissa kuin erilaisissa urheiluvälineissä ja terveyttä mittaavissa laitteissa kasvaa. RFID -teknologiaan perustuva täsmäperiaate toteutuu mm. terveydenhuollossa lääkityksessä, mutta myös asiakkaiden tarpeiden mukaan yhä räätälöidyimmissä tuotteissa. Yhä parempi kasvi-, eläin- ja ihmisgeenien tuntemus antaa yhä suuremmat muuntelumahdollisuudet mm. elintarvike- ja terveydenhuollossa. (Loikkanen & Eerola 2009)

Asuntojen koon kasvu ja teknologisten laitteiden yleistymisen edistävät kuluttajien yksilöllistymiskehitystä. Kodit ovat runsaasti varusteltuja ja uutta teknologiaa omaksutaan. Laitteiden lukumäärä kodeissa kasvaa. Voidaankin sanoa, että kodeista on kasvamassa teknologia- ja viestintäkeskuksia. Tietämisyhteiskunnassa eläminen vaatii laitteita, joilla saa tietoa ja joiden kautta pääsee osallistumaan. Kotikeskeisyys onkin tärkeä yhteiskunnan trendi. Ihmiset työskentelevät ja ohjaavat palveluita kotoa käsin entistä enemmän. Koti itsessään nähdään turvasatamana yhteyden- ja huolenpidolle, levolle ja huvituksille. (Castells 1996) Kodin laitteet eivät kuitenkaan enää kokoaa perhettä yhteen. Teknologiaa hankitaan henkilökohtaiseen käyttöön. Yhteisöllisyys perheessä häviää kun jokaisella perheenjäsenellä on omat yksityiset laitteensa. (Raijas & Repo 2009)

Myös Friedewald & Da Costa ovat eritelleet asumiseen vaikuttavia trendejä, joita voidaan soveltaa kattamaan laajemmin yhteiskunnallista kehitystä ja ubiikin merkitystä ja roolia tulevaisuudessa (Friedewald & Da Costa 2003; Alahuhta & Heinonen 2003, 7):

- Jokapäiväisen elämänrytmin kiihtyminen, kiihkeä ja kiireinen elämäntyyli, kasvavat tehokkuusvaatimukset ja vaatimukset päivittäisten rutiinien joustavuudelle
- Ajan ja tilan rajojen rikkoutuminen (etäläsnäolo)
- Väestön vanheneminen, vaatimukset asua kotona pidempään
- Kasvava turvallisuuden ja varmuuden kysyntä (syynä esimerkiksi rikollisuuden kasvu)
- Kasvavat paineet hillitä ympäristöongelmia ja säästää energiaa (kestävä kehitys, korkeiden energian hintojen korvaaminen)
- Lisääntynyt elämän tarkoituksen ja kokemusten etsintä (Rifkin 2000 ja Jensen 1999) (kodit rakennetaan media- ja viihdekeskuksiksi)
- Kasvava tarve pitää koti pyhäkkönä ja turvapaikkana (kodit omistettu yksityisyydelle, levolle ja virkistykseen), teknologinen elämäntapa

**Väestön ikääntyminen** tuo uudenlaisia kuluttajia. ”Nykyinen voimakkaasti eriytynyt ja pirstaloitunut kulutus korostaa yksilöllisiä mieltymyksiä, jotka voivat olla tietyille ryhmälle yhteisiä. Syntyy erilaisia mikrokulttuureja eli makujen, kulutusmieltymysten, harrastusten tai tuotemerkkien ympäril-

le syntyviä elämäntaparyhmiä.” (Raijas & Repo 2009, 14) Myös monikulttuurisuus, maahanmuutto ja globalisaatio muuttavat asumista, elämäntapaa ja arvostuksia yhä monimuotoisemmiksi (Raijas & Repo 2009).

**Elämyksellisyys ja kokemuksellisuus** liittyvät kiinteästi nykypäiväiseen kulutukseen. Immateriaaliseksi kulutukseksi mielletty virtuaalikulutus vaatii nopeaan tahtiin uusittavia teknisiä laitteita, jotka ovat usein ongelmajätettä ja niiden uusiminen on uhka ympäristölle. Laitteiden toiminnallinen elinkaari lyhenee muodin, kestävyuden tai toiminnallisuuden vuoksi eikä varaosia ole saatavilla. Yhtenä ratkaisuna kulutuksen ympäristöongelmiin nähtiin se, että kestävä kulutus muodostuisi valtavirraksi ja aineettomia kulutusvaihtoehtoja tarjottaisiin markkinoilla enemmän. (Raijas & Repo 2009) ⇒ Haasteena tällöin mm. ubiteknologialle kehittää kestäviä tuotteita, vähentää tuotteiden ympäristövaikutuksia.

**Kuluttajien jatkuva uuden opiskelu.** Teknologian kehittyminen on johtanut siihen, että kuluttajien on jatkuvasti opiskeltava uutta. Opiskelun tarvetta on myös selitetty ihmisten tarpeella parantaa omaa suorituskyykyään. Hankkimalla laitteet henkilökohtaisiksi ja lähelle omaa ”nahkaa” niistä tulee olennaisen osa ihmisen identiteettiä. (Raijas & Repo 2009) ⇒ Ubiteknologiasta tulee osa identiteettiä. Oppiminen myös tapahtuu työn lomassa ja työn ja vapaa-ajan yhteensulautuminen jatkuu (ks. Glenn & Gordon 2007). Lapset oppivat digiin ja teknologia ohjaa oppimista: Heistä tulee digitaalisia natiiveja. Digitaalisiksi natiiveiksi kutsutaan nuoria, jotka ovat lapsesta saakka käyttäneet digitaalista tekniikkaa. ⇒ Nämä nuoret tulevat aikuisina hyödyntämään tekniikkaa luontevasti osana jokapäiväistä elämää.

**Itsepalvelun** osuus ohjaa palveluinnovaatioiden menestystä (Raijas & Repo 2009, 21) ⇒ ubiteknologian rooli ja kysyntä kasvavat, jos automatisointi lisääntyy. Henkilökohtaisten etäyhteyksien ohella, tuotantojärjestelmien älykäs etäohjaus, huolto ja valvonta tehostuvat. RFID -tyyppiset teknikat helpottavat tavaroiden seuranta ja valvontaa kuljetuksissa, kaupoissa, tulleissa jne. (Loikkanen & Eerola 2009)

**Työn muutos** merkitsee sitä, että työpaikkoja ja tuotannonaloja syntyy ja katoaa entistä nopeammin. Kokonaiset tuotannonalat voivat kadota muutamassa vuodessa maasta, mutta samaan aikaan nousee uusia toimialoja, joiden työvoima- ja muihin resurssitarpeisiin pitäisi pystyä vastaamaan.” (Ahola & Nieminen & Ruohomäki 2009, s. 34–35)

### 3.2.3. Ubiikin metatrendit ja heikot signaalit

Ubiikin tai ubiteknologian liittyvistä metatrendeistä kertovat heikot signaalit, jotka ennakoivat muutoksia. Marko Ahvenainen, Olli Hietanen ja Heikki Huhtanen ovat toteuttaneet osana Tulevaisuus paketissa -hanketta ”Radical Futures” -tulevaisuusprosessin, jossa määriteltiin megatrendien ohella metatrendejä. (Ahvenainen et al. 2009b) Niistä ubiikin ennakoinnissa voivat merkityksellisiä ovat seuraavat:<sup>5</sup>

**Kuluttajien asenteita koskevat muutossignaalit**, kuten kolmannen sektorin esiinmarssi ja uudet osallistumisen muodot sekä leppoisan elämäntavan, ns. Slow Lifen arvostus valtaavat alaa. Kaupungistumisen vastapainoksi maaseudun, kansallisromantiikan ja perinteiden arvostus kasvaa. Tunteita ja arvoja pidetään yhä merkittävämpinä ja monet suuntautuvat mystiikkaan. Yliluonnollisen

---

<sup>5</sup> Kaksikymmentäkaksi tulevaisuussignaalia ja niiden indikoimaa orastavaa ilmiötä on kuvattu Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen raportissa (Heinonen & Westerlund toim. 2009).



merkitys korostuu ja alat, kuten vaihtoehtoinen lääketiede menestyvät. Viihdettä ja viihtymistä arvostetaan ja virtuaalimaailmoissa vietetään yhä enemmän aikaa. (Ahvenainen et al. 2009b). Toisaalta ihmiset kyllästyvät uuteen teknologiaan ja sen aiheuttamaan häiriöön. Esimerkiksi ranskalaiset yksityishenkilöt ovat alkaneet hankkia kännykkäverkon häirintälaitteita. Ne lähettävät aaltoja, jotka estävät kännykkäverkon toimimisen niiden toimintasäteellä. (Suominen 2010).<sup>6</sup>

**Kuluttamisen arvostus hyvinvoinnin päämääränä ajautuu vähitellen kriisiin** ja esimerkiksi ympäristöliike radikalisoituu (Ahvenainen et al. 2009b). Toisaalta luksus-design ja ubiikki kohtaavat monissa käyttöesineissä. Kuluttajat eivät vaadi ainoastaan järkeviä ja toimivia tuotteita, vaan niiden on oltava myös ulkonäöltään tyylikkäitä. Yhtenä esimerkkinä on jo vuonna 2007 markkinoille tullut korun ja muistitikun yhdistelmä (ks. Elina Hiltusen blogi).

**Elinympäristöön ja yhteiskuntaan** liittyviä muutossignaaleita ovat esimerkiksi uusien väestösegmenttien, kuten vaikkapa lapsellisten kolmikymppisten ja K70-kerholaisten entistä suurempi merkitys. Maailma jatkaa edelleen moninapaistumistaan ja valtakeskittymiä on useita eri puolilla maapalloa. Teknologinen kehitys on entistä käyttäjälähtöisempää ja vastuullisempaa. Teknologiaa käytetään yhteisöllisesti ja uusien laitteiden käyttöön ottamisen sijaan pyritään löytämään kestäviä ratkaisuja vanhoihin ongelmiin. Tiedon määrä sen sijaan lisääntyy edelleen ja päätöksenteosta tulee entistä hektisempää. Asiantuntijaorganisaatioissa ei enää lueta kirjoja, vaan päätöksentekijät kuuntelevat useita asiantuntijoita päivässä (n. 20 min/asiantuntija). Päätöksiä tehdään nopean ja pinnallisen tiedon varassa. (Ahvenainen et al. 2009b)

**Yksinäisyys lisääntyy verkottuneessa yhteiskunnassa.** Yhdysvaltalaisen terveystutkijoiden mukaan keskiverto yhdysvaltalaisella on enää kolmannes ystäviä siitä määrästä mitä 25 vuotta sitten ja yhdellä neljästä ei ole yhtään läheistä ystävää. Yhtenä tekijänä tämän ilmiön taustalla pidetään Internetiä, joka kyllä verkottaa ihmisiä toisiinsa, mutta sen avulla ei rakenneta pysyviä ja läheisiä ystävyyssuhteita. Huolena on se, että ihmisillä ei ole enää todellisia ystäviä ja sen myötä tukiverkkoa vaikeissa elämäntilanteissa. Seurauksena eristäytymisestä ja yksinäisyydestä saattaa olla entistä useamman päätyminen itsemurhaan. (Futurist Update 2010). Suomalaisten nuorten vapaa-aikaa koskevasta tutkimuksesta käy ilmi, että nuoret tapaavat ystäviään entistä harvemmin, mutta toisaalta yhteydenpito on verkossa vilkasta (Myllyniemi 2009). Verkon kautta ujommatkin nuoret saavat keskustelukanavan, mikä toisaalta edistää ystävystymistä ja estää syrjäytymistä.

**Puhelin- ja nettiystävyyks yleistykin edelleen nuorten keskuudessa.** Nuorisotutkimusverkoston vuonna 2009 tekemän nuorten vapaa-aikatutkimuksen mukaan nuorten yhteydenpito ystäviin ja vanhempiin on muuttumassa. Vapaa-aikana nuoria kiinnostaa ennen kaikkea omaehtoinen toiminta. Järjestöihin kuuluvien määrä on laskenut ja lähes puolet nuorista on sitä mieltä, että vapaa-ajan toimintaan on mukava osallistua, kunhan ei tarvitse liittyä jäseneksi mihinkään. Ystäviään nuoret tapaavat entistä harvemmin. Lähes päivittäin ystäviään tapaavien nuorten määrä on vähentynyt huomattavasti. Tosin samaan aikaan nuorten välinen puhelin- ja nettiyhteydenpito on tiivistynyt. Myös eri sukupuolta olevien hyvien ystävien määrä on kasvanut selvästi. Vanhempiaan nuoret tapaavat aikaisempaa harvemmin, mutta silti puhelin- ja nettiyhteydenpito vanhempiin ei ole lisääntynyt. Puhelinhaastattelulla tehtyyn tutkimukseen osallistui 1200 nuorta. (Myllyniemi 2009)

**Teknologisia ja talouteen liittyviä** heikkoja signaaleja ovat esimerkiksi RFID -ratkaisujen hintojen laskupotentiaali lähitulevaisuudessa tai viimeistään vuoden 2015 vaiheilla (Kuusi 2008). Sarjatuo-

<sup>6</sup> Ranskassa on yrityksillä ja instituuteilla yleisesti käytössä kännykän käytön estoteknologiaa, etenkin elokuvateattereissa ja konserttisaleissa.

tantoon siirtymisen mahdollisuus puolestaan merkitsee yhä halvemmalla tuotettavia ja siten yhä moninaisimpiin kohteisiin sijoitettavia tunnisteita. Yritysten ja erityisesti voimakkaiden globaalien brandien halu taistella tuotevääreännöksiä vastaan on signaali, joka viittaa RFID -tekniologian laajempaan käyttöönottoon tulevaisuudessa.

Osittain yhteiskunnan eriarvoistumisen ja syrjäytymiskehityksen vuoksi **turvallisuus- ja valvontateknologian kysyntä kasvaa**. Erilaisten ampuma-aseilla tehtyjen väkivallantekeiden vuoksi asevalvonnan lisääntyminen on myös yhteiskunnallisessa keskustelussa viime aikoina voimakkaasti painotettu seikka. Asevalvonnan oletettavasti suurin potentiaali on juuri RFID -tekniologian sovelluksissa, joten tiukemman valvonnan tarve on heikko signaali paitsi uusien menettelytapojen, myös uusien tekniologioiden omaksumisen tarpeesta. RFID:n sovellukset asevalvontaa varten ovat jo lähes valmiina, joten ne ovat looginen lähtökohta tulevaisuuden lainsäädännön suunnittelulle. Samalla mahdollisuus entistä monipuolisempaan valvontaan nostaa pinnalle tietosuojakeskustelun. Kun kaikkea voidaan seurata sähköisesti aina ja kaikkialla, on tärkeää käydä syvälinen arvokeskustelu siitä, kenellä kaikkeen tähän tietoon on käyttöoikeus ja mihin tarkoituksiin informaatiovirtoja ohjataan.

**Taajuusspektrin rajallisuus ja kaistanleveyden säästöön keskittyminen** on mielenkiintoinen, Suomeen Nokian menestyksen kautta voimakkaasti vaikuttava heikko signaali. Tällä hetkellä esimerkiksi monet puhelinoperaattorit hinnoittelevat liittymänsä kuukausikohtaisella kointäsummaperiaatteella, mutta puhelinten älykehityksen vuoksi niiden välittämä datamäärä kasvaa nopeasti, joten mobiiliverkkojen kantokyky joutuu koetukselle. Tulevaisuudessa siirrytään todennäköisesti yhä useammin mobiililiittymien käyttöperusteiseen hinnoitteluun. Tällöin kuluttajien valinta kohdistuu laitteisiin, jotka käyttävät mahdollisimman pienen siivun kaistanleveyttä ja suoriutuvat eri toiminnoista tässä suhteessa mahdollisimman taloudellisesti. Taajuusspektrin rajallisuus ja kaistanleveyden säästöön keskittyminen ovat heikkoja signaaleja mahdollisesta toteutuvasta tulevaisuudesta, jossa datamäärien siirron taloudellisuus nousee monien laitteiden tärkeäksi valintaperusteeksi.

**Reaalimaailman ja virtuaalimaailmojen välisen kuilun kaventumista** saattavat edesauttaa reaalimaailman valuuttakriisit. Yhdysvaltain kansantalouden jättimäinen velkataakka ja euroalueen ongelmat (konkurssikypsän Kreikan lisäksi alijäämätaloudet Espanjassa, Britanniassa ja Irlannissa) uhkaavat sekä dollarin että euron asemia merkittävinä globaaleina vaihdon välineinä. Mikäli kummankin valuutta-alueen kriisit eskaloituvat, voi esimerkiksi Kiinan yuan näytellä tulevaisuudessa entistä suurempaa roolia globaalien vaihdon välineenä ja arvon mittarina. Virtuaalimaailman valuuttojen volyymit kuitenkin kasvavat jopa vielä nopeammin kuin minkään reaalimaailman valuutan, joten tulevaisuudessa globaalien valuuttajärjestelmän ”musta hevonen” saattaa löytyä virtuaalivaluuttojen joukosta.

Esimerkiksi Second Life-pelissä käytetyllä Linden-dollarilla on dollariin sidottu vaihtokurssi ja se on helposti vaihdettavissa reaalimaailman valuutaksi. Dollarikytköksen vuoksi on kuitenkin mahdollista, että Linden-dollarin sijaan joku muu toistaiseksi vielä tuntematon virtuaalivaluutta kaappaa johtavan aseman sähköisten maailmojen vaihdon välineenä. Mikäli tällainen valuutta onnistuu vielä saamaan vahvan kytköksen reaalimaailmaan, saattaa siitä tulla todellinen haastaja reaalivaluutoille. Alla olevaan taulukkoon 4 on tiivistetty keskeisimmät ubiikkiin vaikuttavat mega- ja metatrendit.

Taulukko 4. Yhteenveto ubiteknologiseen kehitykseen vaikuttavista trendeistä ja heikoista signaaleista.

<p><b>Yleiset megatrendit</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ilmastonmuutos</li> <li>▪ Väestönkasvu</li> <li>▪ Energiapula</li> <li>▪ Globalisaatio</li> <li>▪ Teknologian kehitys</li> <li>▪ Luonnon monimuotoisuuden väheneminen</li> </ul>
<p><b>Spesifit megatrendit</b></p>	<p><b>Elinympäristön ja yhteiskunnan muutostrendit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kaupungistuminen</li> <li>▪ Monikulttuurisuus</li> <li>▪ Niukkuuden lisääntyminen maailmassa</li> <li>▪ Polarisaatio eli eriarvoistumisen kasvu</li> <li>▪ Kiina-ilmiö</li> <li>▪ Väestön ikääntyminen</li> <li>▪ Työn lomassa oppiminen ja työn muutos</li> </ul> <p><b>Teknologian muutostrendit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiedonkulun ja liikkuvuuden nopeutuminen</li> <li>▪ Teknologiahypy mm. ubiteknologian käyttöönotossa</li> <li>▪ Syntymästään asti digitaaliteknoologiaan tottunut sukupolvi</li> <li>▪ Teknologisten laitteiden yleistyminen</li> </ul> <p><b>Kuluttajien asenteiden ja elämän muutostrendit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Asuntojen koon kasvu</li> <li>▪ Kuluttajalähtöisyys ja yksilöllisyyden korostaminen</li> <li>▪ Vastuullisuus ja kestävä kehitys</li> <li>▪ Elämyksellisyys ja kokemuksellisuus</li> <li>▪ Jatkuva uuden oppiminen</li> <li>▪ Itsepalvelun lisääntyminen</li> <li>▪ Omasta terveydestä ja hyvinvoinnista huolehtiminen</li> </ul>
<p><b>Heikot signaalit</b></p>	<p><b>Kuluttajien asenteiden ja käytöksen muutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kolmas sektori ja uudet osallistumisen muodot</li> <li>▪ Slow life ja leppoisa elämäntapa</li> <li>▪ Maaseudun, kansallisromantiikan ja perinteiden arvostus</li> <li>▪ Aistien ulkopuolisuus ja viihde             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Virtuaalitodellisuus ja satu (esim. roolipelit)</li> <li>○ Kaikki kiva (viihde ja viihtyminen)</li> <li>○ Yliluonnollisuus</li> <li>○ Vaihtoehtolääketiede</li> <li>○ Yhteiskunta henkistyy</li> </ul> </li> <li>▪ Tunteiden ja arvojen merkitys kasvaa</li> <li>▪ Yksityinen kuluttaminen hyvinvoinnin päämääränä ajautuu kriisiin</li> <li>▪ Toisaalta: Luksus-designia ja ubiikin sulautuminen käyttöesineisiin</li> </ul>

#### **Yhteiskunnalliset heikot signaalit**

- Lapselliset 3-kymppiset ja K70-kerholaiset
- Yksinäisyys yhteiskunnassa
- Lasten ja nuorten nettiystävyyden
- Muutos teknologisessa imperatiivissa
  - Käyttäjälähtöisyyden ja vastuullisuuden kasvu
  - Käyttäjyhteisöt
- Toisaalta: Kyllästyminen teknologiaan, vastarintailmiö
- Ympäristöliike radikalisoituu
- Tiedon lisääntyminen ja pinnallisuus

#### **Teknologiset ja taloudelliset heikot signaalit**

- RFID -teknologian hinnan lasku
- Taistelu tuotevääreännöksiä vastaan
- Turva- ja valvontateknologian kysynnän kasvu
- Taajuusspektrin rajallisuus ja kaistanleveyttä säästävät sovellukset
- Reaalimaailman valuuttakriisit vs. virtuaalivaluutat

### **3.3. Ajurit**

Uusien teknologioiden omaksumista ohjaavat tekijät voidaan jakaa muutamiin pääajureihin. Kasvanut tuottavuus on yksi pääajureista käyttää uutta teknologiaa yleisemminkin. Sama pätee myös informaatio- ja kommunikaatioteknologiainvestointeihin (ICT, Information and Communication Technology), joissa mm. panostukset IP -sovelluksiin (Internet Protocol) parantavat tuottavuutta ja laatua sekä säästävät kustannuksissa. (Alahuhta et al. 2004) Sääntely, lainsäädäntö, sosiaaliset ja taloudelliset olosuhteet ja rajoitteet ovat myös tärkeitä tekijöitä uuden teknologian käyttöönotossa. Yleisesti voidaan kuitenkin sanoa, että palvelut ja sovellukset ovat asian varsinainen ydin. Taustalla oleva teknologia ei ole merkityksellinen palveluiden loppukäyttäjille, vaan hän on kiinnostunut palveluista ja sovelluksista. Teknologia on siinä mielessä tärkeä tekijä, että sen avulla muutetaan tapaa rakentaa sovelluksia ja palveluita. Käyttäjien tulee olla keskeisessä roolissa uusien teknologian sovellusten kehittämisessä. (Alahuhta & Jurvansuu & Pentikäinen 2004)

Myös kulutuksen ja arvomaailman muutokset johtavat teknologian tarpeen jatkuvaan kasvuun. Samaan aikaan on nähtävissä varsin ristiriitaisia kehityssuuntia. Kulutuksen uskotaan määrällisesti kasvavan samaan aikaan kun niukkuuden merkitys elämäntapana ja arvona kasvaa.<sup>7</sup> Tähän ristiriitaan liittyy kasvava kysyntä teknologialle. Bioteknologian ja nanoteknologian uskotaan edelleen olevan keskeisiä aloja tämän kysymyksen ratkaisussa. (Ahola et al. 2009)

<sup>7</sup> Tähän liittyy ilmiö nimeltä downshifting – kulutuksen vapaaehtoinen vähentäminen ja nokkela niukkuus (Heinonen & Westerlund toim. 2009).

## 4. UBIKKISOVELLUKSET MAHDOLLISTAVAT UUDET TOIMINTAMALLIT JA -TAVAT SEKÄ TEKNOLOGIAT

Konomi ja Roussosin mukaan (2006, 507–508) keskeisin ubiikkikehityksen mahdollistava tekijä on teknologia, joka linkittää reaali maailman digitaaliseen. Jokaisella reaali maailman objektilla on oma digitaalinen peilikuvansa sähköisessä ympäristössä ja päinvastoin.<sup>8</sup> Tämän yhteyden ilmentymä on koneella luettava ainutlaatuinen identiteetti, joka on ihmisten lisäksi myös paikoilla ja tavaroilla. Mahdollisuus automaattiseen tunnistukseen avaa tien ubiikkimaailmaan lukemattomille toimijoille ja johtaa mahdollisesti järjestelmien valtavaan monimutkaistumiseen ja toimijoiden lukumäärän nopeaan kasvuun. (Konomi & Roussos 2006) Ubiikki-infrastruktuurin perustan luovia teknologioita ovat muun muassa WLAN, WCDMA ja FTTH-teknologiat (Lee et al. 2008). Kaksi ensimmäistä keskittyvät langattomaan kommunikaatioon, kun taas FTTH on valokuituyhteyksiin perustuva teknologia.

Langattomien sovellusten ja teknologioiden kehitys riippuu ratkaisevasti käytettävissä olevan taajuuspektrin määrästä. Taajuuksien hallinta on keskittynyt eri maissa valtionhallintoon tai taajuuslupien jakelusta vastaaviin virastoihin, joiden tehoton toiminta johtaa vapaiden taajuuksien väheneeseen ja luo siten esteitä langattomien sovellusten kehittymiselle. (Faulhaber 2006)

Keskusjohtoinen toimilupien jakaminen on Yhdysvalloissa osoittautunut hyvin tehottomaksi taajuuspektrin jakomenetelmäksi ja matkapuhelinteknologian kehityksen kannustamana ratkaisun uskotaan löytyvän entistä markkinaehtoisemmasta lähestymistavasta. Markkinaehtoisessa mallissa eri toimijat voivat vapaasti kilpailla taajuuspektrin jaosta ja kankean lisenssien myöntämisen sijaan markkinamekanismi määrittää suoraan taajuuspektrin optimaalisen käytön. (Faulhaber 2006)

Langattoman viestinnän valtava kehitys haastaa olemassa olevan arkkitehtuurin; radiotaajuuksien tehokkaasta jakamisesta ja hallinnasta tulee kriittinen tekijä monien palveluiden kehittymiselle. Radiotaajuusresurssien johtaminen (Radio Resource Management, RRM) määrittää osaltaan langattomien palveluiden laatua ja kehitystä. RRM pyrkii tehostamaan verkkoresurssien käyttöä. RRM voidaan jakaa muun muassa seuraaviin pääosiin:

- Radiokanavien allokointi, aikataulutus, lähettäminen, kaistanleveyden varaaminen ja tietoliikenteen johtaminen ja kontrollointi
- Tehonsäätely; lähetystehon säätely terminaaleissa ja perusasemilla (Chin et al. 2006)

RRM:n uskotaan kehittyvän automaattisesti ja optimaalisesti kulloisiinkin verkko-olosuhteisiin sopeutuvaksi järjestelmäksi, joka mukautuu verkon kulloinkin kuljettaman multimedioliikenteen mukaan (Chin et al. 2006).

Varsinaisiin ubiikkisovellukset mahdollistaviin teknologioihin luetaan kuitenkin ennen kaikkea sensori- ja RFID-teknologiat (Silberglitt et al. 2008; Suurnäkki-Vuorinen 2008; Ailisto & Alahuhta 2008). Sensoriteknologialla viitataan alun perin sotilassovelluksia palvelemaan kehitettyihin langattomiin sensoriverkkoihin. Teknologian halventuessa sensoriverkkoja on alettu soveltaa myös kotitalouksissa esimerkiksi varashälyttiminä ja energian kulutuksen valvonnassa. (Ailisto & Alahuhta 2008)

---

<sup>8</sup> Puhutaan tällöin jopa digimaailman ja todellisuuden yhdistelmästä ”Digeality” (digital + reality) (Heinonen & Halonen 2007, 36).

Sensoriverkoissa käytetyt laitteet ovat pieniä, sulautettuja komponentteja, jotka kykenevät havainnoimaan ympäristöään ja välittämään tietoa edelleen (Lee et al. 2008).

RFID (Radio Frequency Identification) puolestaan merkitsee tiedon etälukua ja tallentamista radiotaajuuksilla toimivien tunnistimien avulla (Seppä 2009). Erityisesti RFID -teknologian kehityksen uskotaan mahdollistavan kaikkialla läsnä olevan tavaroiden Internetin, jossa jokaisella reaali maailman objektilla on oma digitaalinen peilikuvansa sähköisessä ympäristössä (Seppä 2009). Seuraava kappale paneutuukin tarkemmin RFID -teknologian perusteisiin ja tulevaisuudennäkymiin.

#### 4.1. RFID mahdollistavana teknologiana

Radiotaajuinen tiedon etäluke ja -tallennus eli etätunnistus RFID (Radio Frequency Identification) on heijastusperiaatteeseen perustuva tiedonvaihtomenetelmä, jonka kaksi keskeistä komponenttia ovat etätunniste ja lukulaite (Seppä 2009). Etätunniste on tarrakiinnitteinen levy, joka sisältää tietoja kantavan piisirun lisäksi antennin, joka välittää dataa radioaaltoille. Kun etätunniste on RFID -lukulaitteen radiokentän kantoalueella, se välittää antennin ja piisirun avulla tunnistustietonsa lukulaitteelle. Lukulaitteelta etätunnisteiden tiedot voidaan lähettää erilaisten sovellusten, kuten vaikkapa yrityksen resurssienhallintaohjelmistojen (ERP) käyttöön. (Heim et al. 2009) Useimmiten RFID -tekniikalla välitetään tietoa esimerkiksi etätunnistetta kantavan objektin sijainnista (Hozak & Collier 2008). Langattomat tiedonsiirrot sekä arkojen ja suurten tietomäärien käsittely edellyttävät suojausta, joka estää valtuuttamattoman tai epäasiallisen käytön ja pääsyn tietojärjestelmiin. Suojaus voidaan tehdä esimerkiksi tiedon salauksella salausavaimilla kuten Physical Unclonable Functions (PUF), jota käytetään salausavaimena RFID -järjestelmissä. (Mukherjee et al. 2008)

2010-luvulla etätunnisteiden tuotantomäärien uskotaan nousevan 100 miljardiin kappaleeseen ja lukulaitteiden määrän miljardiin, kun matkapuhelimiin sijoitetut lukulaitteet yleistyvät. Yhteensä molempiin RFID -lukulaitteisiin (etätunniste ja lukulaite) liittyvän liiketoiminnan uskotaan nousevan vähintään yli 10 miljardin euron arvoon. Pitkällä aikajänteellä lukulaitteiden ja tunnistimien osuuden ennustetaan kuitenkin olevan alle 10 prosenttia RFID -alan kokonaisliikevaihdosta. (Seppä 2009) Leijonanosan toimialan liikevaihdosta uskotaan kertyvän järjestelmien ja palveluiden tuomasta tulovirrasta.

Sovellusten kehittymisen kannalta Internetillä uskotaan olevan keskeinen merkitys. Matkapuhelimen ja RFID -teknologian onnistuneen yhdistämisen jälkeen puhelinta voidaan käyttää esimerkiksi sähköisenä matkalippuna, maksamisessa ja palveluiden aktivoinnissa. Kun yhtälöön lisätään vielä kytkentä Internetiin, voi matkapuhelin kommunikoida myös logistiikassa käytettyjen tunnistimien kanssa, jolloin jokaiselle tuotteelle saadaan aikaan ja paikkaan sidottuja palveluja. RFID -teknologian kehitys voi johtaa läsnä-älyn (Ambient Intelligence) syntyyn, kun tietoa tavaroista ja ympäristöstä on saatavilla ja sitä voidaan jakaa muiden teknologiaa käyttävien kesken. (Seppä 2009) Syntyvä tavaroiden Internet on globaali verkosto, jossa ei-inhimilliset oliot kommunikoivat ja suorittavat erilaisia toimintoja ihmisistä riippumatta (Mannermaa 2008).

Suuresta potentiaalista huolimatta RFID-teknologian käyttöönottoa hidastaa epätietoisuus siitä, mihin teknologiaa on mahdollista soveltaa jo tällä hetkellä (Heim et al. 2009). Epävarmuustekijät voidaan jakaa kaupallisiin ja teknologisiin tekijöihin (ks. Taulukko).

Taulukko 5. RFID -teknologian yleistymistä haittaavat epävarmuustekijät. (Heim et al. 2009, mukailtu)

Kaupalliset epävarmuustekijät	Teknologiset epävarmuustekijät
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RFID -investoinnin takaisinmaksuaika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kehityksen suunta ja aikajänne</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sijoitetun pääoman tuoton määrittämisen vaikeus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Järjestelmien käyttöönotto</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kuluttajien hyväksyntä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tietoturvaongelmat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esimerkeiksi kelpaavien RFID- liiketoimintatapausten (Case) puute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teknologiaan itseensä liittyvä epävarmuus</li> </ul>

Suomessa RFID-teknologian ensimmäisiä sovelluksia olivat eläinten ja metalliesineiden merkitseminen, matkaliput ja kulunvalvonta (Seppä 2009). Tekesin mukaan tulevaisuudessa RFID-teknologiaa voidaan hyödyntää muun muassa liikenteen ohjauksessa ja valvonnassa. Teknologiaa voitaisiin soveltaa myös asevalvonnassa. Merkitsemällä aseet RFID-tunnisteella voitaisiin asekaupoissa ja -varastoissa olevia aseita valvoa reaaliaikaisesti. Valvonnan lisäämisen mahdollisuus tuo mukanaan myös uhkakuvia, sillä teknologiaa voidaan helposti käyttää kansalaisten yksityisyyden loukkamiseen. (Seppä 2009)

## 4.2. Materiaalit ja elektroniikka

Varsinaisten sulautettujen järjestelmien ja läsnä-älyn (Ambient Intelligence) suunnittelussa laitteiston näkökulmasta katsottuna päätavoite on laitteiden koon pienentäminen (miniaturization) (Mukherjee et al. 2008). Miniaturisointia, eli mahdollisimman pieneen kokoon pakkautuvaa elektroniikkaa puolestaan edistää nanoteknologian kehitys. Äly sulautuu yhä pienempiin ja monimuotoisempiin laitteisiin, kun elektronisia komponentteja osataan käsitellä nanometrien tarkkuudella. (Silberglitt et al. 2008; Suurnäkki-Vuorinen 2008; Ailisto & Alahuhta, 2008) Sulautettuja teknologioita ovat mm. puettava elektroniikka, valaisevat tekstiilit, RFID -tagit, pienet itsenäiset verkkolaitteet (esim. sensorit) sekä elektroninen paperi (Mukherjee et al. 2008).

Puettavassa elektroniikassa elektroniikka on sisäänrakennettu vaatteisiin, jossa se tarkkailee esimerkiksi kehon toimintoja ja ottaa langattomasti yhteyttä tiedonvälitysjärjestelmiin tiedon lukemista tai hätätoimintoja varten. Valaisevat tekstiilit ovat interaktiivisia valoa lähettäviä rakenteita, jotka on kudottu kankaan sisälle ja ne toimivat valosovelluksina luomaan tunnelmaa, valon hohtoa ja loistoa. Elektroninen paperi on korkean värierottelun elektronisen musteen näyttö, jolla on paperisyyden hyvät ominaisuudet kuten erinomainen kontrasti ja selkeät kuvat, joita voidaan katsella mistä tarkastelukulmasta hyvänsä. (Mukherjee et al. 2008)

Tulevaisuuden elektroniikasta tulee ohutta ja joustavaa. Ohuen ja joustavan elektroniikan tuotanto edellyttää uusia tuotantomenetelmiä, joista yksi tärkeimmistä on painatus. (Rantanen 2008) Suomalaisia elektroniikan painatus kiinnostaa, sillä puulle ja paperille haetaan uusia käyttötapoja. Painatuselektroniikan avulla paperille, muoville tai muulle alustalle painetaan tekstin ja kuvien sijasta

näyttöjä, aurinkokennoja, akkuja, paristoja, sensoreita, muisteja, transistoreita ja muita komponentteja.

Painatus on nopea tapa tuottaa elektroniikkaa. Perinteisessä askeltavassa elektroniikan tuotannossa piikiekkopysyys paikallaan ja päälle kerrostetaan materiaalia. Tällä tavalla tuotetta syntyy noin tuhat kappaletta tunnissa. Rullalta-rullalle eli R2R-tekniikkaa (Reel-to-Reel) käytettäessä tuotantovauhti voi olla tuhatkertainen, jolloin elektroniikan tuotantosarjat mitataan miljoonissa. Painettua elektroniikkaa syntyy miljoonia tätäkin enemmän eli miljardien sarjoja. Painettu elektroniikka pudottaa tuotteiden yksikköhintoja roimasti. (Rantanen 2008)

Älykkään ympäristön rakentamiseen tarvitaan materiaalitekniikan kehitysharppauksia, missä nanoteknologian kehitys myös on keskeisessä asemassa. Materiaalitekniikan kehitystä ajaviin suuriin trendeihin lukeutuu kasvava ympäristötietoisuus, vaatimus kustannustehokkuudelle ja elinkaarijäätelu. Tuotteiden on oltava kierrätettäviä ja halpoja valmistaa. Kierrättämisen tiukempia vaatimuksia edustavat esimerkiksi EU:n materiaalien uudelleenkäyttöä ohjaavat direktiivit. (Macgowan 2004). Uudet kestävätkä materiaaliseokset ovat ubiikkiympäristön rakennusaineita. Nano- ja bioteknologiaa tullaan hyödyntämään myös itsepuhdistuvien materiaalien pinnoitukseen.

### 4.3. Virtalähteet

Jokapaikan tietotekniikan laitteiden tehokas ja riittävä virransaanti on suunnittelun tärkeä haaste ja ubiikkikehityksen mahdollistaja (Mukherjee et al. 2008). Laitteiden virtalähteitä voidaan tarkastella kolmen luokan kautta, joita ovat itsenäiset laitteet, mobiilit laitteet sekä kiinteät laitteet. Itsenäiset laitteet ottavat tarvittavan käyttöenergian ympäristöstä ”imemällä” valoa tai elektromagneettista energiaa, mekaanista energiaa liikkeen kautta tai lämpötilaeron tuottamaa energiaa. Esimerkkejä itsenäisistä laitteista ovat erilaiset elektroniset laput ts. tagit ja sensorit.

Mobiililaitteet käyttävät ladattavia paristoja, jotka antavat virtaa muutamiksi tunneiksi tai päiviä. Tämänhetkinen paristoteknologia, joka käyttää sinkki-, litium- tai alkalikemialia, ei tarjoa riittävästi virtaa, jos mobiililaitteita käytetään esimerkiksi videokuvan monituntiseen katseluun. Esimerkkeinä mobiililaitteista ovat erilaiset henkilökohtaiset digitaaliset apulaitteet, kännykät, langattomat näytöt, ulkoiset muistit sekä älykkäät kaukosäätimet. (Mukherjee et al. 2008)

Kiinteillä laitteilla on lähes rajoittamaton energiasaanti, koska ne ovat verkkoon kytkettyjä. Toisaalta älykäs ympäristö voi käsittää kymmenistä satoihin kappaleisiin kiinteitä laitteita, jotka aiheuttavat runsaasti hukkalämpöä ja ympäristökuormaa, eikä niiden käyttäminen perinteisellä virtalähteellä (sähköllä) ole järkevää. Tarvitaan matala-energiavirtalähteitä ja sirupohjaisia energianhallintajärjestelmiä. Esimerkkeinä kiinteistä laitteista ovat suuret litteät näytöt, äänitys- ym. tallentavat laitteet, (koti)serverit sekä isot muisti- ja tiedonkäsittelylaitteet. (Mukherjee et al. 2008)

Maapallolle tulee aurinkoenergiaa vuoden tarpeeksi yhdessä tunnissa. Aurinkokennoja suunnitellaan ja rakennetaan, mutta niiden voimakkaan yleistymisen esteenä on tähän asti ollut hinta. General Electric on valmistanut painamalla mm. orgaanisia led-valaisimia. Heidän mukaansa aurinkokennoja ja näyttöjä voidaan valmistaa samalla tavalla. Painettuun aurinkokennoon voidaan yhdistää akku, jolloin esimerkiksi kännykkää ei jatkossa tarvitse ladata eikä kaukosäätimeen vaihtaa paristoja. Painettu aurinkokenno voi olla muodoltaan muovista ohutta kennonauhaa, jota on helppo istuttaa eri laitteisiin ja sitä voidaan vaikka värjätä. (Rantanen 2008)



Suomalainen Enfucell on tuomassa markkinoille painettua SoftBattery-paperiparistoa, joka on miniatyyrikokoinen kertakäyttövoimalaitos. Se sopii hyvin radiotaajuustarroihin, soiviin postikortteihin ja muihin tämäntyyppisiin lyhytikäisiin tuotteisiin. Paristo on liitettävissä myös kosmetiikka-, lääke- tai nikotiinilaastariin, jolloin pariston antama pieni sähkövirta auttaa lääkkeen imeytymistä ihon lävitse. Painettu elektroniikka on myös myrkytöntä, sen voi heittää kotitalousjätteeseen tai upottaa vaikka leluihin. Painetun elektroniikan seuraava askel on syötävä elektroniikka, joka sopii esimerkiksi liitettäväksi nieltävän lääkkeen yhteyteen, jossa elektroniikka tehtävänsä tehtyään liukenee maha-happojen ansiosta. (Rantanen 2008)

Kalifornialaiset tiedemiehet ovat kehittäneet uuden prosessin e-tekstiilien valmistukseen muuttamalla tavallisen puuvilla- tai polyesterikankaan sähköä johtavaksi käsittelemällä kangasta sähköä johtavalla musteella (valmistettu hiili-nanoputkista, jotka ovat 1/50000 hiuksen paksuudesta). Tällöin lähitulevaisuudessa esimerkiksi päälle puettava t-paita voi toimia iPod:in virtalähteenä, kun laite kytketään paitaan. Musteella tuotetulla e-tekstiilillä on loistava kyky varastoida sähkövirtaa. (ScienceDaily 2010)

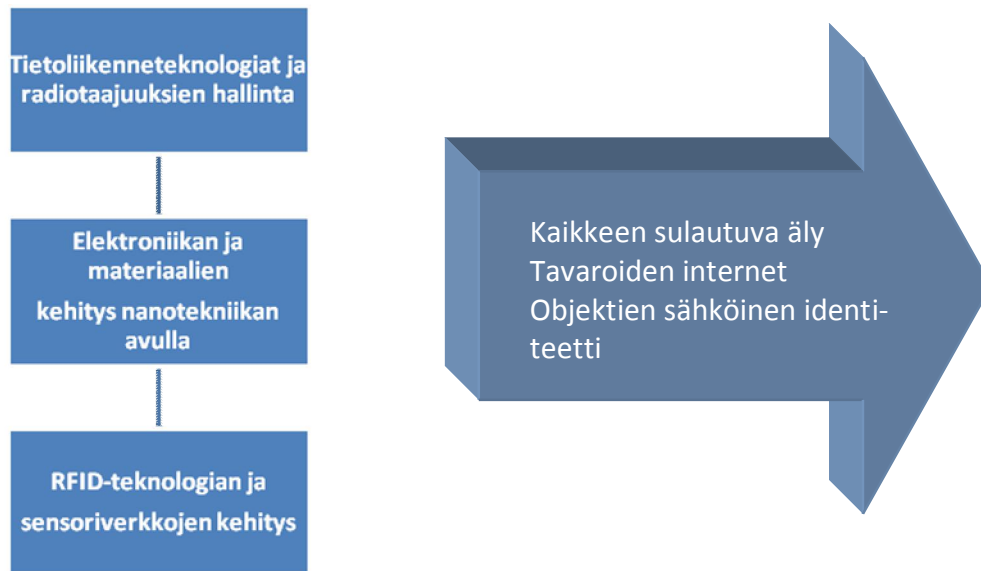
Brow:n yliopiston insinöörit ovat kehittäneet uudenlaisen pariston, joka käyttää sähköjohtamiseen muovia metallin sijaan. Uusi paristo on hybridilaitte, jossa on yhdistetty tavallisen pariston kyky antaa virtaa pidemmän aikaa sekä kyky antaa voimakas virtasykäys nopeasti. Uusi hybridiparisto toimii nopeasti latautuen ja virtaa jakaen sekä toisaalta toimien kuten paristo, joka varastoi ja jakaa virtaa pitkäkestoisesti. Uudella hybridillä on kaksi kertaa niin suuri varauskapasiteetti kuin kondensaattorilla ja se antaa virtaa sata kertaa pitempään kuin tavallinen alkaliparisto. Kehittäjien mukaan hybridiparisto valmistetaan polymeerimuovista, josta voidaan valmistaa vaikka kännyköiden kuoret, jotka toimivat samalla virtalähteenä. Edelleen materiaalista voidaan valmistaa virtalähteenä toimivaa kangasta. (ScienceDaily 2006)

#### **4.4. Mahdollistavien teknologioiden kehityskulut**

Ubiikkiteknologian kehityksestä voidaan tiivistäen todeta, että perustan sille luo tietoliikenneinfrastruktuurin kehittyminen. Valokuitutekniikka tuo entistä nopeamman Internetin tietoyhteiskunnan kansalaisten koteihin ja langattomissa teknologioissa tapahtuva kehitys tekee matkapuhelimesta entistä keskeisemmän vaikuttamisen välineen. Radiotaajuuksia käyttävien sovellusten taajuusspektristä tulee entistä niukempi resurssi, jonka allokointiin kehitetään erilaisia järjestelmiä ja teknologioita. Sensoriverkkoteknologioiden kehitys edesauttaa älykkäiden komponenttien sulauttamista yhä useampiin kotitalouksienkin käyttämiin sovelluksiin, kuten energiankulutuksen tarkkailu- ja turvajärjestelmiin. Nano- ja materiaalitekniikoiden kehitys puolestaan mahdollistaa yhä moninaisempiin alustoihin ja pienempiin komponentteihin pakkautuvan elektroniikan ja virtalähteiden valmistuksen.

Konomin ja Roussosin mukaan (2006) ubiikissa yhteiskunnassa reaali maailma on linkittynyt digitaaliseen maailmaan siten, että jokaisella reaali maailman objektilla on oma sähköinen koneella luettava identiteetti. Tämän määritelmän mukaisen ubiikkikehityksen ehkä tärkeimpänä mahdollistajana voidaankin pitää RFID -teknologiaa, jonka ansiosta äly sulautuu fyysisen maailman objekteihin tunnisteiden muodossa. Kun matkapuhelimiin saadaan sulautettua RFID -lukijat ja tehokas langaton yhteys Internetiin, syntyy valtava määrä aikaa ja paikkaan sidottuja palveluita ja RFID-vallankumouksen suuri liiketoimintapotentiaali alkaa realisoitua.

Erilaisten RFID-teknologiastandardien kilpajuoksu on vielä kesken, minkä ansiosta sovellusten kehittäjillä ei ole yhtä selkeää alustaa, jonka päälle palveluita rakentaa. Standardisodan päättymisen tai edes kaikkien osapuolten hyväksymä "aselepo" on tulevaisuudessa merkittävä rajapyykki, sillä se määrää suunnan koko RFID-toimialan kehitykselle. Yhteen teknologiaan sitoutuminen on askel lähemmäs tulevaisuudessa hämmöttävää tavaroiden Internetiä ja kaikkialle yltävää läsnä-älyä.



Kuva 3. Ubiquitikehityksen mahdollistavat teknologiset osaamisalueet.

## 5. UBIIKKIAJAN AVAINTEKNOLOGIOITA

Tulevaisuutta keskeisesti muuttavat teknologiat Loikkasen & Eerolan (2009) mukaan on esitetty seuraavassa taulukossa 6.

Taulukko 6. Tulevaisuutta muuttavat teknologiat.

<b>Elämän teknologiat</b> Bioteknologia, genetiikka ja lääketiede kehittyvät voimakkaasti.	<b>Tietämyksen ja kanssakäymisen teknologiat</b> Tieto- ja kommunikaatioteknologia, internetiin, tietokoneisiin ja käsipuhelimiin perustuva tieto-teknologian kehitys jatkuu ja nopeutuu.
<b>Elinympäristön teknologiat</b> Energia-, ympäristö- ja kuljetusteknologia sekä liikenne edistyvät. Kestävät ratkaisut ympäristöongelmin ratkaisemiksi vaativat edellisten asioiden kehittämistä.	<b>Tuotannon ja käytön teknologiat</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Materiaali- ja valmistusteknologioissa sekä robotiikassa kehittämis-kohteena on älykkyyys.</li><li>▪ Materiaalien älykkyyttä lisätään mm. niiden ominaisuuksien paremmalla hallinnalla (mm. älymagneetit) ja uudenlaisten materiaalikomposiittien avulla.</li><li>▪ Tekstiili- ja vaateteollisuus ovat tärkeä uusien älykkäiden ratkaisujen alue ja tässä hyödynnetään sekä älymateriaaleja että ICT-pohjaisia ratkaisuja.</li></ul>

”Tieteen ja teknologioiden nykykehitystä luonnehtivat geneeristen eli laaja-alaisia sovelluksia omaavien teknologioiden merkityksen kasvu. Tällaisia ovat esimerkiksi tieto- ja viestintäteknologiat yhä monipuolistuvine mahdollisuuksineen sekä yhä syvemälle niin orgaanisen kuin epäorgaanisten aineiden mikromaailmaan tunkeutuvat nano-, bio- ja geeniteknologiat.” ”Paljolti geneeristen teknologioiden välityksellä perinteiset tieteen ja teknologian alat konvergoituvat eli lähentyvät monin erilaisin tavoin, täydentävät toisiaan sekä mahdollistavat kokonaan uudenlaisten teknis-tieteellisten mahdollisuuksien syntymisen.” (Loikkanen & Eerola 2009, 29)

”Uusien teknologioiden kehitystä luonnehtivat älykkyyys, langattomuus, liikkuvuus, etäperiaate, interaktiivisuus, saavutettavuus, online, ubiikkisuus, virtuaalisuus, tietointensiivisyys, täsmällisyys, manipulointi sekä kestävyys monessakin mielessä. Älykkyyttä lisätään tuotteisiin, tuotantojärjestelmiin, liikennevälineisiin jne. mikrosirujen avulla. Materiaalien älykkyyttä lisätään mm. niiden ominai-

suuksien paremmalla hallinnalla (mm. älymagneetit) ja uudenlaisten materiaalikomposiittien avulla. Älykkyyks lisääntyy myös teollisissa prosesseissa ja infrastruktuureissa (älykkäät moottoritiet, lämpö- ja energiahuoltoverkostot). Kaupan hyllyllä olevien tuotteiden äly- ja tietosisältö on suurempi kuin koskaan ja se kasvaa jatkuvasti, mikä mahdollistaa uudentyyppisten yritysten (esim. WIPRO) ja liiketoimintakonseptien syntymisen.” (Loikkanen & Eerola 2009, 31)

”Ubiikkiyhteiskunta edellyttää uudenlaista infrastruktuuria, johon kuuluvat yhteensopivat teknologiat ja palvelut sekä niihin liittyvät standardit ja lainsäädäntö.” (Karhula toim. 2008, 14) Ubiikkiyhteiskunta on jo osittain nykyisyyttä, mutta vielä tarvitaan teknologioiden kypsymistä, infrastruktuurin laajentumista, oikeudellisia ratkaisuja ja eri osien liittämistä yhteen, jotka rakentavat askel askeleelta ubiikkiyhteiskuntaa valmiimmaksi. (Karhula toim. 2008)

Seuraavat tekijät edistävät sulautetun (Ambient Intelligence) ja myös jokapaikan tietotekniikan (Ubiquitous Computing) toteutumista (Friedewald & Da Costa 2003):

- Huomaamaton laitteisto (pienoiskokoon rakentaminen, nano-teknologia, älykkäät laitteet, sisäänrakennettu tietotekniikka, sensorit ym.)
- Saumaton mobiili/kiinteä web-pohjainen viestinnän ja tiedonvälityksen infrastruktuuri (yhteen toimivuus, uudelleenmuunneltavat verkot)
- Kehittyvät ja laajasti levinneet laiteverkot (yhteen toimivat laitteet ja asian ja tilanteen mukaan muunneltavat verkot, verkkoihin sisäänrakennettu älykkyyks)
- Inhimilliset tunteet huomioivat käyttäjäliittymät (älykkäät toiminnot, monimuotoiset käyttäjäliittymät, asiayhteyden tunnistavat mallit (Models of Context Awareness))
- Käyttövarmuus ja turvallisuus (kestävät ja luotettavat systeemit, itse testaava, itse järjestävä ja korjaava ohjelmisto, yksityisyyden mahdollistavat teknologiat ym.)

Avainteknologioiden avainsanat ovat: herkkyys, avoin, yhteen kytketty, asiayhteyteen sidottu, läpinäkyvä ja älykäs.

## 5.1. Kommunikaatio ja verkostot

ICT -tiekartoissa nähdään yleisesti, että elinympäristössämme on tulevaisuudessa yhä enemmän digitaalisia palveluita sekä toimintoja ja teknologia on sisäänrakennettuna (Embedded) jokapäiväiseen elämäämme, kotona, töissä, autossa, vaatteissa ym. Edelleen palveluiden käyttäminen on siirtymässä kiinteistä ympäristöistä paikasta, ajasta, ympäristöstä sekä välineestä riippumattomiin ympäristöihin ja mobiilipalveluiden saatavuus on kasvussa, jolloin käyttäjät voivat saada palveluita missä tahansa ja milloin tahansa. Mobiilit systeemit tulevat olemaan erottamaton osa arkipäivän elämäämme työssä, koulussa, huveissa, vapaa-ajalla, terveydenhuollossa, kaupankäynnissä ym. (Alahuhta et al.2004; Alahuhta & Heinonen 2003)

Mobiili maailma mahdollistaa erilaisten elämäntyylien toteutumisen. Ihmiset etsivät persoonallisesti rikastuttavaa elämää, terveyttä, hyvinvointia, kulttuuria, joustavuutta, monipuolisuutta, mukavuutta, turvallisuutta jne., jotka ICT:n kehitys mahdollistaa. Lisäksi palveluiden sovittaminen käyttäjille on proaktiivista ja automaattista, huomioiden käyttäjien sijainnin, profiilin, käyttöliittymän ym. (Alahuhta et al. 2004)

Suomessa verkot eivät vielä ole ubiikkiyhteiskunnan näkökulmasta riittävän korkealla tasolla, vaikka laajakaistojen suorituskyky kehittyy kaiken aikaa 3 G:stä eteenpäin kohti 4 G:tä. Tarvitaan vielä valokuituverkon laajentamista sekä radiotaajuuksiin perustuvan verkon käyttöönottoa, jotta monimuotoisen median edellyttämä gigabittien nopeus tietoliikenneyhteyksissä tulisi mahdolliseksi. (Liikenneministeriö 2006)

Esimerkiksi Google aikoo rakentaa ultranopean laajakaistaverkon Yhdysvaltoihin, jossa verkon nopeus nousee jopa yhteen gigabittiin sekunnissa. Verkon peitto asettuu 50 000–500 000 käyttäjän välille ja Google on pyytänyt yhteisöjä ja kaupunkia ilmoittautumaan halukkaiksi testiryhmään. Gigabitin yhteyksiä tarjotaan kotikäyttöön muun muassa Japanissa ja suomalainen kaapelioperaattori Welho aloitti yhden gigabitin yhteyksien testaamisen lokakuussa 2009. (Savolainen 11.2.2010)

Nykyisten verkkojen lisäksi on tulossa laaja kirjo erilaisia verkkoja saataville, jotka mahdollistavat laitteiden ja verkkojen keskenään yhteen toimivuuden. Nykyisten kiinteiden laajakaistojen, GSM-verkkojen ja WLAN -verkkojen (Wireless Local Access Network) lisäksi on enenevässä määrin tulossa verkkoja, jotka ovat rakentuneet sisäkkäisesti alkaen kehon tasolta laajemmalle alueelle esim. kehon alueen (BAN = Body Area Network, esim. ihmisen toimintoja mittaavat sensorit), henkilökohtaisen toiminta-alueen (10 m, PAN = Personal Area Network), paikkakunnan/alueen (100 m, sis. mobiiliverkot ja internet, LAN = Local Area Network), maailmanlaajuisen alueen (world, WAN = Wide Area Network) sekä aina kyberavaruuden Cyberworld) tason palveluita varten. (Alahuhta et al. 2004; Friedewald & Da Costa 2003)

Perinteisesti verkot on kehitetty suorittamaan yhtä tehtävää kuten esimerkiksi puhelinverkko. Uudet verkot, vaikkakin ovat tarkoitettu tiettyä käyttöä varten, ovat yhteen toimivia IP -verkon kautta. Tämä kehitys tarkoittaa, että verkot ovat kehittymässä yhden palvelun verkosta kohti monipalveluverkkoa. (Alahuhta & Jurvansuu & Pentikäinen 2004)

Pääsy jokapaikan tietotekniikan verkkoon kaikkialta (Ubiquitous access) edellyttää digitaalisen välineen tuottaman audion, videon, kuvien sekä tiedon saantia milloin ja mistä tahansa (Mukherjee et al. 2008). Tiedon noutamisen ja virtaamisen sekä välineen tiedonkäsittelytehtävä vaatii mobiilien tai kiinteiden laitteiden käyttöä. Digitaalinen väline edellyttää muistilaitteita, jotka voivat olla paikallisia välinekohtaisia tai sulautettuja laajakaistaverkkoihin.

Langattomuus kehittyi yhä etäpohjaisemmaksi ja interaktiivisemmaksi helpottaen on-line yhteydenpitoa, valvontaa ja uudentyypisiä etätoimia kuten telelääketiede (Loikkanen & Eerola 2009).

Paikannuksen avainteknologia on Suomessakin ollut GPS (Global Positioning System), jonka radiopohjainen paikannus mahdollistaa paikannuksen 3 metrin tarkkuudella. Tähän tekniikkaan perustuva paikannuspalvelu voidaan kytkeä älypuheliin, kelloihin, rannekeisiin, autoon tai muihin laitteisiin. (Karhula toim. 2008)

GPS:n kolmen metrin paikannustarkkuus ei kuitenkaan riitä kaikenkokoiseen paikantamiseen esimerkiksi sisätiloissa. Tällaisia tarpeita varten on olemassa erilaisia täydentäviä paikannuksen teknologioita kuten radiotaajuuksiin perustuvat langattoman verkon WiFi, Bluetooth, Ultra-wideband sekä RFID -teknologia, joka mahdollistaa sirunsa avulla paikannuksen tuuman tarkkuudella UWB -ympäristössä. (Morville 2006)

## 5.2. Ohjelmistot

Nykyinen www on kehitetty ihmistä varten. Kuitenkin Internetin käyttäjinä ovat entistä enemmän myös koneet kuten erilaiset sovellusohjelmistot, hakukoneet, sähköisen kaupan agentit ym., joille Internetissä olevan sekalaisen ja jäsentymättömän tiedon tunnistaminen on vaikeaa. Tähän tarpeeseen on kehitetty ns. semanttista webbiä, jonka ideana on, että tietoverkkojen tiedot ja rakenne koodataan siten, että niiden sisältöä, merkitystä ja semantiikkaa päästään automaattisesti tulkitsemaan. Semanttinen web on suuri kehitysalue, joka tulee yhdistämään Internetin jättimäisiksi relaatiotietokannoiksi. Semanttinen web ei ole mikään uusi ja erillinen web, vaan se on nykyisen webin laajennus. (mm. Lahti 2008)

Standardit ovat tärkeitä tietämyksenhallinnan näkökulmasta katsottuna sillä ne tukevat erilaisen ympäristöjen yhteensopivuutta sekä vuorovaikutusta. Tiedon jakaminen verkkojen kautta tarvitsee standardeja mahdollistaakseen tiedon saamisen, varmistuksen, hallinnan, jakamisen ja uudelleen käytön. (Friedewald & Da Costa 2003)

Ohjelmistopohjaisen liiketoiminnan ennakoidaan olevan lähivuosina maailmanlaajuisesti nopeasti kasvava ala. Vuosikasvun on ennustettu olevan yli 10 %. Ohjelmistotuotealan globaaleilla markkinoilla korostuvat markkinaosaaminen, liiketoimintalogiikoiden ja -verkostojen hallinta sekä tuotekehityksen nopeus. Ohjelmistoalaa on vuonna 2015 vaikea tunnistaa omaksi selkeäksi toimialakseen sillä se on integroitunut ja sulautunut lähes kaikkialle laitteiden, ohjelmistojen ja prosessien myötä. Ohjelmistopuolella Internet on kehittymässä laajamittaiseksi ohjelmistojen jakelu- ja palvelukanavaksi sekä avoimen lähdekoodin käyttö on nousemassa vaihtoehdoksi yhden tai muutaman keskeisen markkinajohtajan mallille. (Hietanen et al. 2006)

Langattomaan, mobiiliin, kehittyneisiin tietokoneisiin ja älykkäisiin sekä uusiin materiaaleihin liittyvät jokapaikan tietotekniikkasovellusten uusia alueita ovat muun muassa paikannuksen uudet käyttötavat, tietokoneistettu terveydenhuolto, etäopetus ja -oppiminen, pelit, musiikki ja viihde -sisällöt, edistyksellinen tiedon varastointi, sensorit ja havaintimet, kansalaisten suora päätöksentekoe-äänestykset ja mielipidekyselyt, semanttinen verkko, seuraavan sukupolven Internet, digitaalinen oikeuksien hallinta (DRM), konenäkö ja digitaalinen kuvantaminen, tietoturva ja monienergiamuotojen hyväksikäyttö. (Hietanen et al. 2006)

Jokapaikan tietotekniikka tunnistaa käyttöyhteyden kolmen vaiheen avulla (Mukherjee et al. 2008). Ensiksi langattomassa verkkoyhteydessä toimivat sensorit aistivat ympäristöä. Erilaisia sensoreita voidaan käyttää keräämään mekaanista, fyysistä, kemiallista tai biologista dataa. Tyypillisiä esimerkkejä tällaisista sensoreista ovat paikkaa, nopeutta, kiihtyvyyttä, lämpötilaa, painetta, kirkkautta, happoisuutta, magneettikenttiä, ihon kosteutta ja sydämen lyöntiä mittaavat sensorit. Toiseksi raaka tieto prosessoidaan asiayhteyden sopivaksi tietyn mallin mukaisesti. Kolmanneksi prosessoitua tietoa luokitellaan ja tulkitaan lisää käyttöympäristöön ja ihmisten käyttäytymiseen soveltuvien mallien avulla, jotta saadaan uutta merkityksellistä tietoa älykkään ympäristön proaktiiviseen toimintaan.

Tetojärjestelmien yhteiskäyttöisyyttä tukevat standardit ja avoimet rajapinnat kuten esimerkiksi XML ja RDF, jotka tukevat erilaisten tietojärjestelmien yhteensopivuutta ja lisäpalveluiden liittämistä. Tuloaan tekevät myös nykyistä tehokkaammat ja älykkäämmät välineet tietosisältöjen analysointiin, paikannukseen sekä tietojärjestelmien suunnitteluun ja etähallintaan liittyen. (Karhula toim. 2008)

Yksilön työlle tietokoneistuminen tuo myös uusia haasteita. Työntekoon liittyvien tietoteknis- ten ongelmien yhteydessä mainitaan usein konfiguroinnin puute. Eräänä konkreettisena esimerkkinä ubiikkikehityksen ongelmista on monille langattomille laitteille tallennetun tiedoston päivitys. Esimerkkinä vaikkapa yrityksen x tuotteen y esittely PowerPoint - tiedostona. Usein käyttäjä haluaa säilyttää varmuuskopioita esityksestä monella eri laitteella, jotta teknisten ongelmien yllättäessä tai yhden laitteen kadotessa esityksen saa käyttöön joltain muulta laitteelta. Jos käyttäjä kuitenkin haluaa muuttaa esitystä ja kohdentaa sitä vaikkapa paremmin tietyille kohdeyleisölle sopivaksi, hän avaa tiedoston valitsemallaan laitteella, tekee muutokset ja päivittää tiedoston. Muille muistitikuille, ser- vereille tai langattomille laitteille tehdyt tiedostot eivät kuitenkaan päivity itsestään, vaan niiden saattaminen ajan tasalle jää käyttäjän oman muistin ja ahkeruuden varaan. (Oulasvirta 2008)

Yhtenä tulevaisuuden ubiikkiteknologian sovelluksena voitaisiinkin nähdä ns. Smart Document, tiedosto, joka on tietoinen toisista samaa tunnusta kantavista versioistaan, jotka sijaitsevat muilla laitteilla tai esimerkiksi servereillä. Halutessaan tiedostoon muutoksia tekevä käyttäjä voi aktivoida kaikki eri kohteissa sijaitsevat saman tiedoston eri versiot huomioimaan tekemänsä muutokset ja päivittymään automaattisesti, jotta jokainen tallennettu versio sisältää tuoreimmat tiedot ja viimeksi tehdyt muutokset.

Smart Document tarjoaa mittavat mahdollisuudet erilaisiin sovelluksiin. Esimerkiksi taulukko- laskentaohjelman tiedosto voidaan kytkeä seuraamaan valitussa kohteessa, vaikkapa tietyllä pörssi- kurseja listaavalla Internet -sivustolla tapahtuvia muutoksia (kurssien heilahteluja) ja päivittää tie- dostossa esiintyviä laskelmia muutosten mukaan ajantasaisiksi. Tällöin esitetyt laskelmat ovat aina ajan tasalla ja esimerkiksi hankkeen budjetointi voidaan tehdä parhaalla saatavissa olevalla kustan- nustiedolla, kun tiedot raaka-aineiden hinnan vaihteluista päivittyvät automaattisesti. Tällainen kehi- tys, jossa älykkäät tiedostot reagoivat reaaliajassa tietoverkossa tapahtuviin muutoksiin, asettaa luonnollisesti aivan uusia, mittavia haasteita tietoturvalle.

Tietojen hyödyntämistä tehostavat myös kehittyvät tiedon keruun käytännöt sekä analysoinnin menetelmät, jotka tarjoavat monipuolisia ja nopeita välineitä tietojen yhdistelylle ja hyödyntämiselle. Kehittyneiden tiedonkeruu- ja analyysimenetelmien avulla tietomassoista voidaan jäljittää merkityksel- lisiä yhteyksiä, niihin liittyviä suhteita, riippuvuuksia, poikkeamia tai kehityskulkuja. (O'Harrow 2005)

Tiedonhallinnan perustana ovat kerätyt, vaihdetut tai tiedon louhinnan avulla edelleen käsitel- lyt tiedot. Tiedon keräilyyn ja käsittelyyn liittyviä termejä ovat muun muassa tiedon keruu (Data gat- hering), tiedon vaihto (Data exchange), tiedon louhinta (Data mining), tiedon liittäminen (Data mer- ging), tietojen yhteensopivuuden vertailu (Data matching), profiilien luominen (Pattern recognition), kohderyhmien luokittelu ja segmentointi (Classification, Segmentation). Ubiikkiyhteiskunnan analyys- iä puolestaan edustaa "todellisuuden louhinta" (Reality mining), jossa ympäristöstä sensoreilla ja kännyköillä koottua dataa hyödynnetään. (O'Harrow 2005)

Ubiikkiympäristön älykkäät teknologiat tulkitsevat esimerkiksi kohdehenkilöiden käyttäytymis- tä, jopa mielentilan ja terveyden arviointiin asti ja oppivat siitä. Tiedonkeruu, analyysi ja sen pohjalta käynnistyvät toiminnot ovat yksilöllisiä, personoituja. Ihmisten käyttäytymistä voidaan ennakoida täsmällisesti heidän aiempien toimien perusteella. Tietojenkäsittely on ubiikkiajassa nopeaa, auto- maattista ja ihmistä kokonaisvaltaisemmin arvioivaa. (Karhula toim. 2008)

### 5.3. Käyttö- ja käyttäjäliittymät

Ympäristöön sulautuva tietotekniikka tarjoaa paljon mahdollisuuksia, mutta sisältää myös haasteita käyttöliittymille. Merkittävänä haasteena voidaan nähdä irti pääsy tutusta ja kömpelöstä hiireen, näppäimistöön, näyttöön sekä valikkoihin perustuvasta käyttöliittymätoteutuksesta. Jokapaikan tietotekniikalle sopivampia käyttöliittymiä olisivat luonnollisen vuorovaikutuksen aikaan saavat käyttöliittymät, jotka perustuvat esimerkiksi osoittamiseen, koskettamiseen, eleisiin sekä puheeseen. Edelleen käyttöliittymissä korostuu multimodaalisuus (monijakoisuus) ja niissä tulisi voida hyödyntää käyttäjän eri aisteja, jolloin käyttäjä voi valita hänelle kulloinkin sopivimman modaliteetin tai yhdistellä niitä kuten esimerkiksi osoittaminen ja puhe yhdessä. (Kaasinen et al. 2005)

Itse tietokoneilla on tulevaisuudessa myös aistit, joiden avulla ne kykenevät havaitsemaan ympäristön valoa, haistamaan, tuntemaan, kuulemaan, näkemään, maistamaan sekä ymmärtämään luonnollista kieltä. Mainittakoon, että kommunikoiva, kieltä ymmärtävä ja kääntävä kone oli tutkijoiden mielessä jo tietokonetta keksittäessä. (Kaasinen et al. 2005)

Kaikkialla läsnä oleva, jokapaikan tietotekniikka (Ubiquitous) ja tiedonvälitys yhdentyvät (Convergence) ja älykkäät käyttäjäliittymät vievät meidät kohti ympäröivän älykkyyden aikakautta (Ambient Intelligence Era) (Alahuhta et al. 2004).

Perinteiset ihmisen ja tietokoneen sekä ihmisen ja koneen vuorovaikutuksen kehittäminen on nykyisin entistä haastavampaa sillä yksi ihminen ja yksi kone käyttäjäasetelma ei enää sovellu jokapaikan tietotekniikkaan. Jokapaikan tietotekniikan sovelluksissa ihminen on samaan aikaan vuorovaikutuksessa lukuisten tietotekniikalla varustettujen koneiden ja ympäristöjen kanssa. Siksi tekniikan ja käyttöliittymien suunnittelu tulee nähdä yhtenä luovana käyttäjäkeskeisenä suunnitteluprosessina, johon osallistuu lukuisia eri tahoja teknologian ja sovellusten osaajista, vuorovaikutuksen tutkijoihin sekä käyttäjiin. (Kaasinen et al. 2005)

Jokapaikan tietotekniikassa vuorovaikutukseen liittyvä kehittäminen liittyy toisaalta suurten tietomäärien hallintaan sekä toisaalta uusiin vuorovaikutustekniikoihin. Käyttöliittymien tulee kyetä tarjoamaan käyttäjälle informaatiotulvan sijaan kulloiseenkin käyttötilanteeseen sopivaa ja tarvittavaa tietoa. Kontekstiherkkyys, personointi sekä luonnolliset ja intuitiiviset käyttöliittymät ovat niin ikään oleellisia uusien palveluiden ominaisuuksia. Tässä valossa arkipäivän esineiden ja toimintaympäristöjen käyttöominaisuudet vaativat vielä paljon tutkimista ja kehittämistä. (Kaasinen et al. 2005).

Koneiden välisen kommunikaation (M2M, Machine to Machine Communication) ja sovellusten merkitys tulee lisääntymään ja IP -ympäristöä (Internet Protocol) tullaan käyttämään laajalti verkkoliikenteen väylänä (Alahuhta et al. 2004).

Koneen ja ihmisen välinen luonnollinen vuorovaikutus (Natural interaction) voidaan luoda itsenäisillä, mobiileilla tai kiinteillä laitteilla. Itsenäiset laitteet luovat luonnollista vuorovaikutusta valvomalla ja ohjaamalla älykkään ympäristön toimintaa. Esimerkiksi lähikommunikaatioverkkoihin perustuvia teknologioita voidaan käyttää valvomaan ja ohjaamaan sulautettuja valojärjestelmiä tagien avulla. Näkemiseen, puheeseen ja asennon tai liikkeiden tunnistamiseen perustuva vuorovaikutus (Multi-modal interaction) edellyttää tiedonkäsittelyssä erilaisia algoritmeja ja vaativat mobiileja tai kiinteitä laitteita. (Mukherjee & Aarts & Doyle 2008)

Ubiikikssa ympäristössä toimivat verkottuneet sovellukset ja palvelut tarvitsevat toimiakseen väliohjelmistoja (Middleware), jotka mahdollistavat laitteiden ja sovellusten keskinäisen toimivuuden



(Interoperability), kykenevät toimimaan erilaisista (Heterogeneity) laitteistoista koostuvissa verkoissa sekä sovittamaan järjestelmät erilaisiin ympäristön muutoksiin (Dynamics). (Mukherjee et al. 2008)

Laitteiden ja sovellusten keskinäinen toimivuus edellyttää yleisten kommunikaatioon liittyvien protokollien (Protocol) kehittämistä, jotka tukevat Plug and Play -toimintoja kuten esimerkiksi Bluetooth ja UpnP (Universal Plug and Play Protocol) (Mukherjee et al. 2008). Esimerkiksi Universal Plug and Play (UPnP) on joukko verkkoprotokollia, joiden tarkoituksena on saada erilaiset laitteet (esimerkiksi mediatoistimet, mediapalvelimet ja palomuurit) toimimaan helposti yhdessä valmistajasta riippumatta (Wikipedia).

Heterogeenisuus viittaa välittävien rakenteiden kykyyn käyttää ohjelmia laitteissa, joilla on erilaisia suoritusominaisuuksia kuten esimerkiksi mobiililaitteet vs. kiinteät laitteet tai yleiset vs. erikoistuneet laitteet. Tässä tarvitaan väliohjelmia, jotka kykenevät skaalautumaan erilaisiin jalanjälkiin ja toiminnallisiin järjestelmiin. Heterogeenisuus viittaa myös yhdistäviin sekä porttirakenteisiin, jotka tukevat eri protokollia soveltavissa verkoissa tapahtuvaa tiedon vaihtoa. (Mukherjee et al. 2008)

Toiminnallisuus tarkoittaa verkottuneiden järjestelmien kykyä sovittaa toimintansa erilaisiin ympäristön muutoksiin kuten sijainti, käyttötarkoitus, laitteiston ja ohjelmistojen kokoonpano, tiedon laatu ym. (Mukherjee et al. 2008).

## 5.4. Laitteet

Tieto- ja kommunikaatioteknologiaan (ICT), Internetiin, tietokoneisiin ja kännyköihin perustuvan tietoteknologian kehitys jatkuu ja nopeutuu. Nykyisiä tietokoneita 1000-kertaa nopeampia optisia tietokoneita otetaan käyttöön 10 vuoden kuluessa. Niitä seuraavat biotietokoneet, jotka tallentavat tietoa atomien välisiin sidoksiin ja kehityksen alkuvaiheessa olevia kvanttietokoneita käytetään 15 vuoden kuluttua. Kvanttietokoneet suorittavat sekunneissa tehtävän, johon nykytekniikalla kuluisi miljardeja vuosia. (Loikkanen & Eerola 2009)

Nykyisessä digitaalisten tietokantojen valtameressä tiedonkeruu ja käytön prosessit nopeutuvat ja tehostuvat kaiken aikaa (Karhula toim. 2008). Tiedon analysointia ja käsittelyä nopeuttavat tehokkaammat tietokoneet ja supertietokoneiden hilaverkot (Grid). Ryhmä eurooppalaisia tutkijoita on kehittänyt väliohjelman (Middleware), joka mahdollistaa minkä tahansa ja millä tahansa käyttöjärjestelmällä toimivan tietokoneen kytkeytyä yksinkertaisesti, suorituskykyisesti ja kustannustehokkaasti hajallaan oleviin tietokoneisiin, jotka muodostavat hilaverkon (ScienceDaily 9.2.2010). Tietokoneiden hilaverkkoon kuuluu valtava määrä esimerkiksi servereitä ja hilaverkko mahdollistaa näiden verkkoon kuuluvien koneiden tietojenkäsittelykapasiteetin käytön kaikkialla hilaverkossa olevien päätelaitteiden kautta yhtä helpolla tavalla kuin tiedonsaanti Internetin kautta (Friedewald & Da Costa 2003).

Chicagon yliopiston tutkijat ovat kehittäneet menetelmän kontrolloida tiedon varastoinnissa (Data storage) käytettävän magneetin ominaisuuksia siten, että seuraavan sukupolven tietokoneiden kovalevyjen tallennuskapasiteettia voidaan parantaa. Magneetteja, jotka vaihtavat polariteettiaan helposti, käytetään laajassa mitassa tietokonealalla tiedon varastointiin, mutta tähän asti asiaan on liittynyt teknisiä haasteita sillä magneetin polariteetin tulee olla helposti vaihtuva, kun tallennetaan dataa muistiin, mutta polariteetin tulee olla vaikeasti vaihtuva, kun tietoa varastoidaan tai luetaan. Tähän asti magneettia on lämmitetty ja pehmennetty, kun tietoa tallennetaan sekä jäädytetty ja

kovetettu, kun tietoa varastoidaan ja luetaan. Uudessa metodissa ei tarvita lämmittämistä ja jäähdyttämistä, vaan magneetin toimintaa ohjataan käyttämällä pientä ulkoista magneettikenttää, joka mahdollistaa kirjoittamisen, varastoinnin ja lukemisen kiinteässä lämpötilassa. (DailyScience 7.2.2010)

Monikosketusnäytöissä ja interaktiivisissa pinnoissa on valtava potentiaali, koska ne mahdollistavat luonnollisen ja intuitiivisen vuorovaikutuksen tietokoneen kanssa sekä digitaaliteknologian käytön inhimillisellä tavalla (Haller 2008). Kehittämistyötä tehdään valtavasti myös interaktiivisten pöytien tai muiden pintojen kaupallistamiseksi. Tällaiset pinnat ovat oivia luovien prosessien tallentamiseen ja esittämiseen, luonnosten tekemiseen, avioriihiyöskentelyyn sekä opetukseen. Tällaisia pintoja on jo olemassa (mm. Microsoft, Mitsubishi, Xerox) ja ne perustuvat usein kameratekniikkaan sekä RFID -antureihin. Ne ovat toistaiseksi vielä hieman kömpelöitä ja niiden kaupallisesti kannattavaan toimintaan menee vielä jokunen vuosi. (Haller 2008)

Lähitulevaisuudessa on todennäköistä, että elektronisesta paperista ja OLED (Organic Light-Emitting Diode) materiaalista valmistetut näytöt tehdään joustaville alustoille. OLED on valoa heijastavaa muovipohjaista materiaalia, jossa useita ohuita orgaanisia kalvoja laitetaan päällekkäin. OLED säästää sähkövirtaa tai paristojen energiaa sillä näytöt ovat perinteisesti olleet taustavalolla varustettuja ja kuluttaneet melkoisesti virtaa. (ScienceDaily 1.6.2005) Tämä mahdollistaa taivutettavat ja rullattavat näytöt, jotka voidaan tehdä isommiksi kuin laitteet, joissa niitä käytetään (esimerkiksi kännykät, DVD -laitteet). E-paperi-teknologia mahdollistaa halpojen ja isojen näyttöpintojen valmistamisen esimerkiksi seinään laitettavaksi. (Haller 2008)

Elektroninen muste on uusi materiaali, jolla on laajat vaikutukset siihen, miten yhteiskunnassa vastaanotetaan informaatiota tulevaisuudessa. Se voi pian korvata kirjat sekä sanomalehdet sillä Sonyn tiedemiesten kehittämä elektroninen versio musteesta, jota käytetään E-lukijassa (E-Reader) mahdollistaa tuhansien kirjojen sisällön tallentamisen energiatehokkaalle kannettavalle laitteelle. (ScienceDirect 1.3.2007) Elektroninen muste on yhdistelmä fysiikkaa, kemiaa sekä elektroniikkaa. Pienet elektroniset mustekapselit (jokainen kapseli sisältää positiivisesti varautuneita valkoisia hiukkasia sekä negatiivisesti varautuneita mustia hiukkasia) ovat sähköisesti aktiivista ainetta, jotka voidaan magnetisoida ja tällä tavalla voidaan aikaansaada paperinkaltaiselle filmille näkymään tekstiä. (Friedewald & Da Costa 2003)

On myös sanottu, että kymmenen vuoden kuluessa televisiotekniikassa siirrytään paneelista arkkiin. Tuolloin television voi rullata suoraan auki kuin julisteen tai levittää kuin lehden. (Rantanen 2008) Samanlaisia näyttöjä voi kuvitella kehitettävän myös tietokoneille.

Kentin yliopiston tutkijat ovat saaneet merkittävää edistymistä molekyyllisen tietojenkäsittelyn alueella. Molekyyllinen tietojenkäsittely (laskenta) yrittää käyttää elävän organismin aineksia kuten geenejä suorittamaan laskutoimituksia elävän solun sisällä. Tällä hetkellä suurin osa tämän alueen työstä on lähinnä teoreettista, mutta tutkijoita kiinnostaa elävän koneen, biologisen tietokoneen suunnitteleminen ja rakentaminen. (ScienceDaily 17.12.2009)

## 5.5. Teko-/keinoäly

”Tekoälyllä ymmärretään älykkyyden (Intelligence) esiintymistä elottomissa ihmisen luomissa tekosysteemeissä (Artificial Systems).” (Lahti 2008, s. 57) Tekoälyn tarkoituksena on luoda älykäs tietokoneohjelma, jonka avulla pyritään matkimaan tai ylittämään ihmisen älyllistä käyttäytymistä (Louhiala 1985). Tekoäly on ihmisen veroinen tuotannontekijä rutiinitehtävissä, eikä tekoälysovellusten ongelma ole tallennuskapasiteetti, vaan olennaisen tiedon erottaminen ympäristöstä (Lahti 2008).

Jotta tekoälyä voidaan hyödyntää tehokkaasti, kommunikointi ihmisen ja koneen/järjestelmän välillä täytyy toimia hyvin. Ihmismielen monimuotoisuus on tekoälyn soveltamisen ongelma. Vaikka ihmisten toimintaan liittyvät käsitteet voidaan ohjelmoida koneelle, käsitteiden takana olevilla merkityksillä kuten ihmisten kommunikointiin tärkeinä liittyvät äänensävyt ja eleet, ovat lähes mahdottomia huomioida älykästä konetta rakennettaessa. Voidaan sanoa, että pitkällä aikavälillä tietokoneet tulevat olemaan älykkäämpiä, mutta ihmisen kaltaista kompleksista systeemiä on mahdotonta rakentaa, koska muisti (aivoihin ja geeneihin tallentuneet asiat) ja elämäkokemukset erottavat ihmiset koneista. (Lahti 2008)

Lisäksi, vaikka tietokoneet ovat huomattavasti nopeampia kuljettamaan viestejä kuin ihmisäivot, mutta ihminen vastaanottaa aistiensa välityksellä niin paljon informaatiota, että sen määrä bittitasolle muutettuna on niin valtava, että tietokoneen kapasiteetit eivät millään pystyisi tallentamaan tätä aistien kautta saatua kokemustietoa (Lahti 2008).

Tekoälysovellusten toinen ongelma on ympäristön mallintaminen. Tekoälysovelluksen toimintaympäristön perusrakenne sekä perustoimintaohjeet pitää ohjelmoida ennakkoon. Tekoälyn älykkyys ei synny itsestään, vaan tekoälyssä kokemus syntyy aina ennalta luodun mallin pohjalta. Se, miten uusi tieto vaikuttaa jo tallennettuun tietoon ja ehkä koko perusmalliin, on vaikeata toteuttaa tekoälyn avulla. Edelleen koska tietokoneiden on vaikeaa hahmottaa olennainen epäolennaisesta, tietojärjestelmä prosessoi tietoa aina ennalta määriteltyjen sääntöjen pohjalta. (Lahti 2008)

Tekoälytieteessä voidaan nähdä kaksi koulukuntaa, joista toinen on tuotantokoulukunta ja toinen on älyn olemusta pohtiva koulukunta (Lahti 2008). Tuotantokoulukunta pohtii asioita, joiden on tarkoitus helpottaa ihmisten, yritysten ja yhteisöjen arkista toimintaa. Tällaisia asioita ovat mm. erilaisten robottien, hahmontunnistuksen (Computer vision) sekä puheentunnistuksen (Speech recognition) sovellusten kehittäminen.

Teollisuuden massatuotannossa robotteja käytetään tänä päivänä rutiinitehtävien suorittamiseen. Robottisovellukset tulivatkin ensin teollisuuteen, mutta nyttemmin painopiste on siirtymässä palvelurobottien puolelle sillä älykkäämpiä robottiversioita, jotka kykenevät kävelemään, kiipeämään portaissa, puhumaan ihmisten kanssa sekä suorittamaan monimutkaisempia tehtäviä, kehitetään jatkuvasti. On arvioitu, että älykkäät robotit, jotka kykenevät aistimaan ympäristöään, tekemään päätöksiä ja oppimaan tulevat yleisempään käyttöön vuoteen 2020 mennessä. (Halal & Wang 2010)

Ihmistyövoiman tilalla käytettävä robottitekniikka on hyödyllistä tuotantotehtävissä sekä olosuhteissa, joissa ihmisen toiminta on vaarallista tai mahdotonta kuten syväasukellus, avaruustutkimus, tutkimus maan sisällä tai vaikka palomiehen työt. Hahmontunnistusta käytetään nykypäivänä paljon erilaisissa robottisovelluksissa, jossa robotti kykenee tekemään päätöksiä liikkumisensa ja toimintansa suhteen sekä poliisin käyttämissä rikollisten kasvojen tunnistuksessa. (Lahti 2008)

Ihmiskielen käsittely, sen äänteiden ja sanojen tunnistaminen sekä tuottaminen koneen avulla ovat vaikeita asioita ja siksi automaattisten puheentunnistussovellusten kehittäminen on kariutunut usein milloin suoritintehoon ja milloin tarvittavien sovellusten puutteellisuuteen (Lahti 2008).

Älyn olemusta pohtiva koulukunta, kognitiotieteilijät, psykologit aivo- ja kielitieteilijät ym. eivät enää usko, että kognitiivisia prosesseja voidaan tutkia tyhjentävästi abstraktien mallien tai tietokoneohjelmien avulla. Vaikka älyn olemusta pohtivan koulukunnan ensisijaisena tavoitteena on rakentaa älykkäitä koneita, onkin heidän lopullisena tavoitteena rakentaa hermo- eli neuroverkkotietokoneita, jotka toimisivat samankaltaisella periaatteella kuin ihmisaivot. Tämä koulukunta soveltaa teorioita tekoelämästä (Artificial Life) ja tutkimuksen kohteena on esimerkiksi tunteilla varustetut agentit (Emotional Agents), jotka voisivat tekomaailman evoluution (Artificial Evolution) kautta luoda agenttimaailmoissaan ”lapsiagenteja”. Agenttien kommunikointi ja yhteistoiminta on kuitenkin vaikeuttanut tämän tekomaailman evoluutioskenaarion toteutumista. (Lahti 2008)

Agenteilla tarkoitetaan tekoälyn yhteydessä joko fyysisiä agentteja eli robotteja tai ohjelmistojaa (Software Agents) (Käytetään myös mm. seuraavia nimityksiä: Knowbots, Softbots, Sodabots, Network Agents, Autonomous Agents ja Mobile Agents) (Lahti 2008). Agenttien tehtävänä on avustaa ihmistä ja toimia hänen puolestaan, myös käyttäjän poissa ollessa.

## 5.6. Luottamus ja turvallisuus

Jokapaikan tietotekniikassa luottamus ja turvallisuus pitävät sisällään yksityisyyden suojan, anonymiteetin sekä tietojen, ohjelmistojen ja laitteiden suojauksen (Friedewald & Da Costa 2003). Yksityisyys viittaa toisaalta haluun pitää kommunikaatio salassa niiltä, joille se ei ole tarkoitettu (tiedon suojaus ja salaus erilaisin salausalgoritmein) ja toisaalta varmistaa, että ihmisillä säilyy oikeus valvoa, mitä informaatiota heistä kerätään, miten sitä käytetään, kuka sitä käyttää, mihin tarkoitukseen sitä käytetään ja kuka säilyttää heitä koskevaa tietoa (informaation ja viestinnän infrastruktuuriin liittyvät kysymykset). Anonymiteetti viittaa tiettyyn yksityisyyden palveluun, joka varmistaa, että käyttäjää ei voida tunnistaa, tekipä hän mitä tahansa toimintoja verkossa. Yksityisyys ja anonymiteetti ovat käsitteitä, eivät teknologioita ja ne voidaan tuottaa eri tavoin erilaisilla teknologioilla ja sovelluksilla.

Digitaalinen oikeuksien hallintaan (DRM = Digital Rights Management) liittyvät asiat ovat nykyisin entistä tärkeämpiä, koska verkkojen välityksellä jaetaan, myydään ja kopioidaan multimedia ym. tuotteita. DRM:n tarkoituksena on suojata tekijänoikeudellista materiaalia luvattomalta käytöltä ja kopioinnilta. DRM järjestelmä koostuu tiedon salauksen, pääsyn ja kopioinnin valvonnan, johtamisen sekä maksamisen mekanismeista. (Friedewald & Da Costa 2003)

Turvallisuuden ja luottamuksen näkökulmasta katsottuna ubiikkiympäristön kulmakiviä ovat myös tunnistus (esimerkiksi RFID), paikannus (esimerkiksi GPS), yksilöinti, langattomat verkot sekä all-IP -ympäristö (Internet Protocol). (Karhula toim. 2008)

Käyttäjien entistä varmempi tunnistaminen erilaisilla kone- sekä etäluettavilla menetelmillä edellyttää RFID -pohjaisen tunnistuksen sekä biometristen tietojen yhdistämistä (Karhula toim. 2008). Sormenjälkiä kootaan ja tallennetaan Suomessa passien haun yhteydessä sillä EU:n passiasetus velvoittaa sormenjälkien käyttämisen matkustusasiakirjoissa (U 41/2007 vp.) Edelleen ihmisten kudoksenäytteiden ja muiden biologisperäisten näytteiden kokoamista kansainvälisesti käytettäviin biopankkeihin on kiirehditty (Sosiaali- ja terveysministeriö 2007).

Biometrinen tietojen yhdistely paikannuksen, etätunnistuksen ja älykkäiden visuaalisten teknologioiden sovelluksiin näyttää olevan ubiikkiedon hyödyntämisessä seuraava kehityksen askel (Nakashima 2007). Esimerkiksi USA:ssa on kehitteillä tunnistussovellus, jossa kasvokuvan perusteella voidaan tavoittaa ihminen ihmisjoukoista. Biometrinen tunnistus käytetään passia tarvitsevan matkustamisen lisäksi myös laajemmin haluttujen henkilöiden jäljittämiseen kaikkialla.

Tunnistus ja paikannus yhdistävät verkosta ja fyysisestä ympäristöstä kootut sähköiset tiedot ja havainnot tiettyyn yksilöön sillä ubimaailmassa ihmisillä onkin jatkuvasti päällä oleva langaton yhteys ja sähköinen identiteetti. IP -osoitteiden avulla tunnistetaan eri puolilla maailmaa sijaitsevat laitteet. Mainittakoon, että uusin IP -protokolla versio 6 antaa välineet henkilöiden, esineiden ja laitteiden maapallon jokaiseen kolkkaan ulottuvaan tiedonhallintaan ja kontrolliin verkossa. (Alahuhta et al. 2004)

Personoidut ja asiayhteyden/kontekstin tunnistavat palvelut ovat käyttäjien saatavilla missä tahansa ja milloin tahansa soveltuvien välinein. Palvelut ovat helposti löydettävissä ja helppokäyttöisiä. Palveluita voidaan käyttää anonyymisti, mutta tarvittaessa käyttäjät voidaan luotettavasti tunnistaa. Henkilön tunnistamisteknologia mahdollistaa turvallisen ostamisen ja palvelut verkon kautta. Uudet palvelut perustuvat avoimiin standardeihin ja yhteensopiviin käyttöliittymiin IP -verkoissa. Joustavat palvelualustat tarjoavat hallintopalvelut, veloitukset sekä yhteistoiminnot muiden verkkoalueiden ja -alustojen kanssa. (Alahuhta et al. 2004)

Jokapaikan tietotekniikalle on ominaista, että ihmisiä tunnistetaan ja paikannetaan tunnistaiden, kuten RFID -tunnisteet, avulla. Turvallisuuteen ja yksityisyyteen liittyvä haaste tulee siitä, että kaiken voi tunnistaa ja paikantaa, tunniste toimii vaikka ikuisesti ja myös rikolliset osaavat lukea RFID -muisteja. Voidaan sanoa, että paikannustiedot ovat yksityisiä, mutta jaossa vapaaehtoisesti ja ubiikkikyhteiskunnassa jokuvelin valvoo, eikä koskaan unohda. Tässä mielessä tietoturvan on kestävä teknologian kehitys. (Kasvi 2008)

Suomessa tietoyhteiskuntaa on tähän asti pidetty ensisijaisesti teknologisenä kysymyksenä, mutta teknologia määrittelee vain sen, mikä on mahdollista ja mikä ei ole ja laki määrittelee sen, mitä saa ja mitä ei saa tehdä. Lainsäädäntöprosessi on tyypillisesti hitaampi kuin teknologian kehitys ja jokapaikan tietotekniikkaan liittyvä ydin eli paikka- ja sijaintitietojen käyttöä koskeva lainsäädäntö on hajanaista ja puutteellista. (Kasvi 2008)

## 5.7. Ubiikkien avainteknologioiden kehitysnäkymät

”Tulevaisuudessa laitteet ovat saumattomasti verkottuneita. Kehitys lähtee käyttäjien tarpeista ja johtaa sopeutuviin päätelaitteisiin, paikalliseen prosessointiin ja paikalliseen tallennuskapasiteettiin.” (Tulevaisuuden elinvoimainen Suomi 2006, 26)

Tieto- ja viestintäteknologiassa on tapahtunut viime aikoina voimakasta kehitystä muun muassa prosessoreiden nopeudessa, muistikapasiteetissa, verkkojen siirtonopeudessa ohjelmistoissa sekä käsiteltävän ja varastoitavan informaation määrässä. Avoimet lähdekoodit ovat yleistymässä ja hillitsevät kehityskustannuksia. Tiedon arvo määräytyy käyttäjän sekä käyttötilanteen mukaan. Käyttöliittymät kehittyvät yhteystilannetta ja vuorovaikutusta ymmärtäviksi. Tiedon määrä kasvaa ja sen hallinta ja jalostaminen tarvitsevat kehittyneitä ratkaisuja. Semanttinen web, joka ymmärtää tiedon

rakenteita ja merkityksiä vaatii vielä kehitystyötä ja osaamista. (Tulevaisuuden elinvoimainen Suomi 2006)

Tekesin strategian sisältölinjauksissa (2005) tieto- ja viestintäklusterin kehitysnäkymissä pitkällä yli 10-vuoden tähtäyksellä Internet-tekniikan yleistymisen langatonta teknologiaa ja antureita käyttävissä päätelaitteissa on toteutunut, mutta langattomien tuotteiden saumaton yhteistoiminta digitaalisia palveluita tarjoavien ympäristöön piilotettujen laajakaistajärjestelmien kanssa vaatii kehittämistyötä. Multimediaviestintä langattomissa ja laajakaistaisissa Internet-verkoissa toimii, mutta kaikkialla saatavissa olevat personoidut ja tilannetietoiset palvelut kaipaavat vielä kehittämistyötä kuten myös verkkojen saumaton yhteistoiminta.

Nordic ICT Foresight -projekti on (Ahlqvist et al. 2007) määritellyt tieto- ja viestintäteknologian kehitystä lyhyellä (1–5 vuotta), keskipitkällä (5–10 vuotta) ja pitkällä aikavälillä (yli 10 vuotta). Perusvuotena tutkimuksessa käytettiin vuotta 2006 (on tiekarttoja käsitelleen workshopin pitovuosi). Tutkimuksen lyhyen aikavälin kehitys kuvasi vuosia 2006–2010, joten se ohitetaan tässä tutkimuksessa nykytilan kuvauksena. Keskipitkän aikavälin kehitys kuvaa vuosia 2011–2015 sekä pitkän aikavälin kehitys vuodesta 2016 eteenpäin. Tämän tutkimuksen näkökulmasta katsottuna em. vuosien ajankohdat päivitettyinä tarkoittavat lyhyen (vuodet 2011–2015) sekä keskipitkän (vuodet 2016 ja eteenpäin esim. vuoteen 2020 asti) aikavälin kehitystä. Seuraavaan taulukkoon 7 on koottu asiantuntijapäätelmiä ICT:n kehityksestä vuosille 2011–2020. Samaan taulukkoon on koottu myös von Hertzen et al.:in (2007), von Hertzen et al.:in (2009), Friedewald & Da Costa:n (2003), Loikkanen & Eerola:n 2009, Haller:in 2008 sekä ScienceDirect 1.3.2007 ja 17.12.2009 artikkelien näkemyksiä ICT-tekniikan kehityksestä.

Taulukko 7. Tieto- ja viestintäteknologian tulevaisuuteen liittyviä asioita.

Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<p><b>ICT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Käytössä on suuri joukko verkkojen verkkoja</li> <li>▪ Teknologinen valmius saavuttaa mobiiliverkkoihin pohjautuva yhteiskunta</li> <li>▪ BAN (Body Area Network) käytössä</li> <li>▪ Käytössä on kaikkialle ulottuva radiotaajuuteen pohjautuva yhteys</li> <li>▪ Ultralaajakaista kaupallisessa käytössä</li> <li>▪ 4G (osa asiantuntijoista tätä mieltä)</li> <li>▪ Verkot ovat käyttäjille näkymättömiä</li> <li>▪ Kehittyneiden maiden kodit ja toimistot ovat itsessään digitaalisia verkkoja</li> <li>▪ Tuotealustat sekä modulaariset sovellukset, joissa laitteet kommunikoivat erilaisissa verkoissa, kehittyvät</li> <li>▪ Itse oppivien palvelusovellusten tarjonta on laajaa</li> <li>▪ Toimialakohtaisten yrityssovellusten tarjonta on laajaa, mutta käyttäjien räätälöinti- ja sovellusosien kokoonpanomahdollisuudet ovat kasvaneet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vuonna 2017 7 triljoonaa/biljoonaa (am.) langatonta laitetta palvelee 7 miljardia ihmistä</li> <li>▪ 4G käytössä (osa asiantuntijoista tätä mieltä)</li> <li>▪ Mobiiliverkkoihin perustuva yhteiskunta on todellisuutta ja arkipäivän elämä on täynnä sensoreita, kommunikaatiopäätelaitteita sekä jatkuvasti muuttuvia ad hoc -kytkentöjä</li> <li>▪ Langattomien tuotteiden saumaton yhteistoiminta on toimivaa digitaalipalveluita tarjoavien sekä ympäristöön piilotettujen laajakaistajärjestelmien ym. kanssa</li> <li>▪ Älykkäät agentit ovat laajamittaisesti käytössä</li> <li>▪ Sensorit ovat laajasti sulautettuina yhteiskunnan infrastruktuuriin sekä materiaaleihin mahdollistaen spontaanien ad hoc -verkkojen muodostumisen</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tapahtuu voimakasta kehitystä mobiileissa sekä tiedon merkityksellisyyden ja olemuksen huomioivissa sovelluksissa</li> <li>▪ Henkilökohtaisesti räätälöityjä viestintä- ja mediapalveluita saatavilla esim. ubipalveluita, jotka hyödyntävät älykkäitä agentteja sekä levitettyä tiedon varastointia reaaliajassa</li> <li>▪ Käyttöliittymät ovat tulleet merkittävästi käyttäjäystävällisimmiksi</li> <li>▪ Käytössä on yhteensopivia, monikanavaisia konvergoituvia sekä käyttöyhteyden tunnistavia laitteita, jotka muodostavat heterogeenisiä verkkoja, myös ad hoc -periaatteella toimivia</li> <li>▪ Ohjelmien palvelualustoilla ei ole merkitystä loppukäyttäjälle sillä palveluntuottaja valitsee ja tarjoaa sopivat alustat</li> <li>▪ Yhä enemmän sovelluksia on saatavilla käyttöliittymän kautta webistä</li> <li>▪ Kehitetään uusia älykkäitä materiaaleja sekä kankaita, joihin on sulautettu sensoreita sisään</li> <li>▪ Taivutettavat ja rullattavat näytöt yleistyvät</li> <li>▪ Monikosketusnäytöt sekä interaktiiviset pöydät kaupallisessa käytössä</li> <li>▪ Isojen pintojen näytöt (e-paperi)</li> <li>▪ e-muste sanomalehtien ja kirjojen korvaajana yleistyy</li> <li>▪ IC -teknologia on entistä enemmän sulautettu materiaaleihin sekä esineisiin</li> <li>▪ Uusia teknologisia sovelluksia kuten, esimerkiksi 3D, joustavat näytöt sekä polttokennot paristot kehittyvät</li> <li>▪ Ensimmäinen Post -IP otetaan käyttöön</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ubiikkiyhteiskunta on tullut todeksi ja arkiympäristö on kyllästetty ubiikeilla ratkaisuilla ja sulautetuilla järjestelmillä</li> <li>▪ Multimodaaliset käyttöliittymät voimakkaasti käytössä (luonnollinen puhe, kosketus, ilmeet, asennot, äänenpainot)</li> <li>▪ Monikielisen puheen tunnistavat käyttöliittymät käytössä</li> <li>▪ ICT -laitteet verkottuvat spontaanisti toisten laitteiden, alustojen sekä arkipäivän laitteiden kanssa</li> <li>▪ Elektroninen paperi ja e-muste yleisesti käytössä</li> <li>▪ Holografiset sekä 3D näytöt yleistyvät</li> <li>▪ Nanoteknologiaan perustuva tiedon varastointi kehittyy voimakkaasti</li> <li>▪ Semanttinen web on käytössä</li> <li>▪ Optiset tietokoneet</li> <li>▪ Kvanttitietokoneet</li> <li>▪ Älykkään pölyn sovelluksia laajalti käytössä (jos ylipäättään koskaan)</li> <li>▪ ICT -laitteisiin on kehitetty uusia tehokkaita virtalähteitä ja paristoja</li> <li>▪ 3D virtuaalisuus yleisesti käytössä</li> </ul>
<p><b>ICT ja turvallisuus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biometristä tietoa kerätään tageilla ja biotunnisteilla</li> <li>▪ Biometristä tietoa on digitaalisessa muodossa ja avainkysymyksenä on sen säilyttäminen</li> <li>▪ Ei-kopioituvat (Non-reproducing) teknologiat kehittyvät ja tarjoavat pohjan kehittää vankkoja (Robust) turvajärjestelmiä</li> <li>▪ Luodaan uusia luotettavia ja turvallisia järjestelmiä sekä turvaprotokollia verkossa liikkuvan informaation turvaksi (estävät salakuuntelua, yksityisten tietojen tutkimista sekä tarjoavat suoja viruksia ym. vastaan)</li> <li>▪ Verkkoihin, pääsyyn, laitteisiin, sovelluksiin sekä loppukäyttäjään liittyvät turvallisuusasiat hoidetaan proaktiivisesti, integroidusti ja etukäteen (eikä jälkikäteen kuten aiemmin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Otetaan käyttöön laaja-alaisia turvakäytäntöjä sekä menetelmiä ad hoc -verkkosovelluksia sekä yleistä viestintäinfrastruktuuria varten</li> <li>▪ Yleiset turvallisuus- ja tiedon suodatusratkaisut sulautuvat viestintäinfrastruktuurin sisälle</li> <li>▪ Infrastruktuurin turvallisuus nousee tärkeäksi kehittämiskohteeksi, koska sensorteknologiaa on sulautettu kiinteisiin infrastruktuurirakenteisiin kuten tiejärjestelmät, sähköverkko sekä energijärjestelmät</li> </ul>

## 6. UBIIKKEJA SOVELLUSALUEITA

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan ubiteknologiaa seuraavien sovellusalueiden kautta: Asuminen, Tuotannollinen valmistustoiminta, Liikkuminen ja kuljetus, Ostaminen ja kaupankäynti, Koulutus ja oppiminen, Kulttuuri, vapaa-aika ja hovit sekä Hyvinvointi ja terveys.

### 6.1. Asuminen

#### 6.1.1. Yleistä

Merkittävänä asumiseen vaikuttavana megatrendinä pidetään ihmisten halua tehdä asumisesta rentouttavaa ja hoivaavaa vastapainoksi työelämän hektisyydelle ja tuottavuuden tehostamispaineille. Vapaa-ajan arvostuksen uskotaan kasvavan entisestään, mikä korostaa asumisen roolia arjen ja elämänhallinnan päänäyttämönä. Asunnon ja asuinympäristön kautta halutaan myös yhä paremmin ilmentää omaa elämäntapaa ja identiteettiä. Tutkimusten mukaan myös turvallisuuteen ja viihteeseen liittyvät asumisen tekniset ratkaisut kiinnostavat kuluttajia. (Heinonen 2008; Koistinen 2008)

Koteihin ja asumiseen liittyvä älykkyyks ei yksinomaan muodostu teknisistä laitteista, vaan siihen vaikuttavat joukko muitakin asioita kuten: rakennusten muunneltavuus, rakenteiden aktiivisuus (esimerkiksi automaatti-ikkunat ja ikkunanpesu), tila- ja energiajousto (esimerkiksi lämmityksen säätyminen ulkolämpötilan mukaan), rakenteiden ja toimintojen integroitavuus (esimerkiksi ilmanvaihto- ja sähkökanavana toimiva ontelovälipohja), vuorovaikutteisuus, turvallisuus, terveellisyys ja terapeuttisuus, viihtyvyys ja palvelevuus sekä taloudellisuus. (Lehto 2003; asumisen läsnä-älystä ks. myös Alahuhta & Heinonen 2003)

Älykäs koti termin rinnalla käytetään myös termiä älykäs asuminen (Oikarinen 2004). Älykkyyks voi olla teknologista älykkyyttä, jossa korostuu teknisten ratkaisujen merkitys. Se voi olla myös käytännöllis-inhimillistä älykkyyttä, joka korostaa toimivia ratkaisuja ja inhimillisiä tarpeita tekniikan ohella. Kokonaisvaltainen älykkyyks integroi tekniikan sekä käytännöllisyyden ja toimivuuden.

Älykkääseen kotiin kuuluvat kehittyneet automaatio- ja viestintäratkaisut. Älykkäästä kodista voidaan puhua, kun koti on terveellinen ja viihtyisä ja se palvelee asukkaitaan tarjoamalla heille apuvälineitä arjesta selviytymiseen, tukee ja turvaa vaaratilanteissa sekä tarjoaa mahdollisuuksia henkilöiden itsensä toteuttamiseen kuten käsillä tekeminen sekä elämänhallinnan tunteeseen. (Oikarinen 2004)

Tulevaisuudessa ei ehkä tarvitse puhua älykkäästä kodista, koska kodin laitteiden, varusteiden ja rakenteiden älykkyyks on itsestään selvää ja älykäs koti on muuttunut lisäarvoajattelusta perustarpeeksi (Oikarinen 2004).

Suomalaisessa asuntosuunnittelussa otetaan liian vähän huomioon uuden tekniikan mukanaan tuomia haasteita (Cube-News 1/2004). Autoon, joka on toiseksi tärkein oleskelutilamme, on integroitu asuntoja paljon enemmän ja johdonmukaisemmin tietotekniikkaa (Rakennuslehti nettiiutiset 26.8.2004). On löydetty satoja teknisiä suoritteita, joita on mielekäs integroida asuntoihin ja taloihin. Monet niistä ovat sellaisenaankin hyviä ratkaisuja, mutta lisäarvo niistä syntyy vasta sitten, kun ne saadaan toimimaan yhdessä, ja ohjatuiksi yhden käyttöliittymän ja siihen yhteydessä olevan langat-



toman päätelaitteen kautta. Verkotetun ja älykkään talon markkinoiden läpimurron tärkeimpänä esteenä ovat tähän asti olleet eri laitteiden erilaiset tiedonsiirtoprotokollat ja kykenemättömyys keskinäiseen kommunikaatioon.

Asuntojen tilan puute asettaa usein haasteita tekniikan sijoittamiselle kotiympäristöön. Kun tilaa on vähän, saamaa huonetta voidaan joutua käyttämään useaan eri tarkoitukseen. Olohuone ja keittiö ovat ensisijaisesti kodin sosiaalisia tiloja. Täten olohuoneeseen voidaan luontevasti sijoittaa sekä viihde- että hyötypainotteista tekniikkaa, keittiöön taas sopii hyöty- ja viestintätekniikkaa tarjoavat laitteet. Keittiössä tulisi kuitenkin olla mahdollisuus myös mediahiljaisuudelle. Kodin yksityiset tilat kuten makuuhuoneet ja työ- sekä takkahuoneet voivat sisältää säästeliäämmin kodintekniikkaa. Näissä huoneissa on voitava rauhoittua ja keskittyä työn tekemiseen. Edelleen älykkään kodin tulisi huomioida myös tavaroiden varastoinnin sekä kotona tehtävän ansiotyön tarpeet. (Cube-News 1/2004; Alahuhta & Heinonen 2003)

Kodin älykkyudessa on keskeistä, että tekniikka valjastetaan palvelemaan ihmistä ja sopeutumaan muuttuviin olosuhteisiin. Tekniikka on siis ihmistä varten, eikä päinvastoin. Yksinkertaisuus ja helppokäyttöisyys ovat myös avainasioita ja lisäksi älykkään kodintekniikan tulee helpottaa ihmisten arkipäivän elämää, vähentää työtaakkaa sekä lisätä asumisen ja vapaa-ajan mukavuutta. (Cube-News 1/2004)

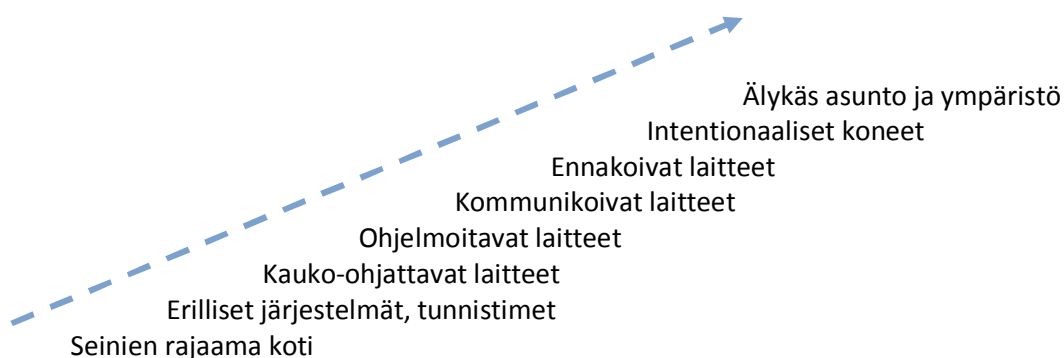
Koska koti on sekä yhteisöllisyyden että yksityisyyden kehto, älykkään asumisen tulee sisältää kotiautomaation, kommunikaation, sosialisointia, levon, virkistykseen, viihteen, työn ja opiskelun (Friedewald & Da Costa 2003; Alahuhta & Heinonen 2003 ja Cube-News 1/2004).

Henkilökohtainen työn tekeminen on tähän asti vaatinut aina tätä varten tarkoitettuja tiloja sekä tietokoneita. Nykyisin mobiilit ja ubiikit laitteet, tietokoneiden siirtyminen esimerkiksi pöydiltä seiniin sekä puheentunnistuksen kehittyminen ovat tehneet työn tekemisen helpoksi, tilavaatimuksiltaan joustaviksi ja muunneltaviksi. Työtä tehdään yhtäläisesti kotoa käsin kuin työpaikoillakin. (Halal 2003)

Palveluita älykkääseen asumiseen tuottavat sekä julkinen että myös yksityinen sektori. Julkinen sektorin rooli on tuottaa lähinnä peruspalveluita sekä tiettyjä erikoistoimintoihin liittyviä palveluita. Julkinen sektori luo pelisäännöt ja olosuhteet muiden toiminnalle. Siellä missä julkinen palveluntarjonta ei riitä, yksityinen palveluntarjonta tulee mukaan. Yksityisen sektorin ohella myös kolmas sektori tarjoaa älykkään kodin palveluita esimerkiksi osuuskunnat, jotka voivat tuottaa erilaisia hoivapalveluita sekä virtuaalisia tiloja erilaisiin tarkoituksiin kuten lomaelämysten kokeminen virtuaalimatkillalla. (Ahvenainen et al. 2009)

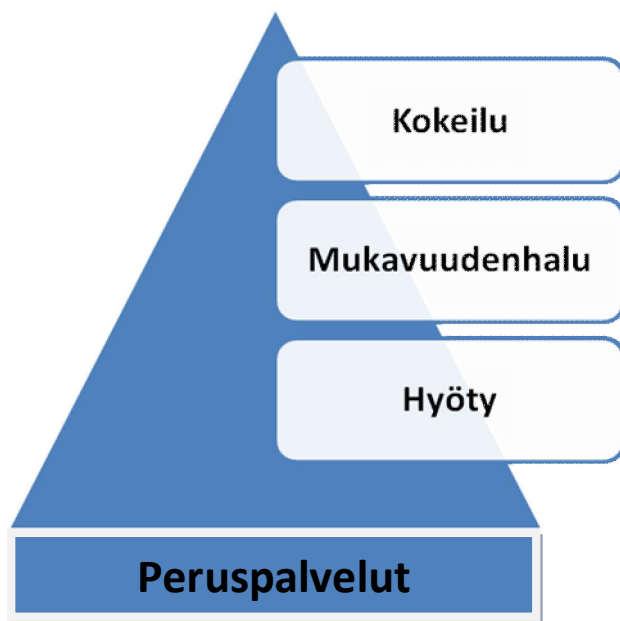
Älykkään kodin laitteiden ja tekniikoiden kirjo on laaja ja kasvaa koko ajan. Yhtenäisiä standardeja eri järjestelmille on jo olemassa, joskaan ei vielä riittävän kattavasti. Eri laitevalmistajat eivät vielä tee riittävästi yhteistyötä, jotta laitteiden yhteensopivuus olisi taattu. Yhtenäiset standardit mahdollistavat koneiden ja laitteiden verkottamisen, mutta koneiden oma älykkyys on vielä kaukana visioiden palvelevista roboteista. (Oikarinen 2004)

Pantzar (2000) on kuvannut hyvin älykkään kodin evoluutiota, joka etenee pelkkien seinien ympäröimästä kodista, tunnistimiin, mobiililaitteisiin sekä etäohjaukseen, verkkojen muodostamiin kokonaisuuksiin, ennakoivien laitteiden kautta tarkoitushakuisiin laitteisiin ja vasta tämän jälkeen voidaan aidosti puhua älykkäästä asunnosta ja ympäristöstä. Seuraava kuva 4 selventää asiaa.



Kuva 4. Älykkään kodin evoluutio.

Älykkään kodin palveluita on mahdollista myös ryhmitellä Maslowin tarvehierakian mukaan (esim. Kotler 2000). Seuraava kuva 5 (Älykoti 2001) selventää asiaa:



Kuva 5. Älykkään kodin palvelut Maslowin tarvehierarkialuokittelun mukaan.

Hierarkiapyramidin alustalla olevat palvelut ovat tämän päivän saatavilla olevia asuinkiinteistöjen peruspalveluita kuten esimerkiksi arjen sujuvuuteen sekä perusturvallisuuteen liittyvät palvelut, joiden hankkiminen ja olemassaolo perustellaan järkisyillä. Ylöspäin mentäessä seuraavan tason palvelut liittyvät vaativampaan turvallisuuteen ja huolettomuuden sekä vapaa-ajan lisäämiseen liittyvä hyötynäkökulma on tällä tasolla selkeästi mukana. Kolmannella tasolla mukaan tulee statusajattelu ja tällä tasolla koti nähdään modernina ja toimivana kokonaisuutena, jossa on pieniä ja vaikuttavia yksityiskohtia. Korkeimmalla tasolla on kyse kokeilevasta elämäntyylisestä, jossa tärkeää ei ole tekniikan

tuoma hyöty itsessään, vaan halu kokeilla jotain uutta ja näyttää esimerkiksi varallisuutensa. (Älykoti 2001)

### 6.1.2. Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio liittyy rakennusten rakennusvaiheeseen ja rakennusten teknisiin järjestelmiin (Kilpinen 2003). Rakennusautomaatio pitää sisällään kodin perustoiminnot kuten lämmityksen, putkistot, ilmanvaihdon, ilmastoinnin sekä sähköiset ja muut laitteistot. Turvallisuus on myös osa kotiautomaatiota ja pitää sisällään seuraavia mm. kulunvalvonnan, murto- ja varashälytysjärjestelmät, terveyteen ja materiaaleihin liittyvän turvavalvonnan sekä yleisemminkin kodinvalvonnan. (Friedewald & Da Costa 2003; Alahuhta & Heinonen 2003)

Mukavuustrendin lisäksi rakennusautomaatiossa korostuu myös ilmastomuutoksen torjunnan merkitys. Asumisen ekologiseen jalanjälkeen aletaan kiinnittää yhä enemmän huomiota kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Euroopassa asuminen on hyvin suuri energian kuluttaja, sillä kiinteistöt käyttävät kaikesta maanosan kuluttamasta energiasta peräti yli 41 prosenttia. Energiankulutuksen hallintaan liittyvät tavoitteet ja säätely lisäävätkin tulevaisuudessa entisestään kiinteistöjen valaistuksen, lämmityksen ja jäähdytyksen säätöön tarvittavaa automatiikkaa ja älyä. (Heinonen 2008; Koistinen 2008)

Älykkäiden talojen automaatiossa ilmanvaihdon ja sisäilman kehittyneet säätöjärjestelmät houkuttelevat erilaisilla terveysvaikutuksillaan ja matalaenergiataloissa edistyksellisen säätötekniikan lisäksi uudenlaiset rakenteelliset ratkaisut tehostavat energiankulutusta (Oikarinen 2004). Matalaenergiatalojen rinnalla tulevaisuudessa on ns. plus energiataloja, jotka tuottavat niin paljon energiaa, että sitä jää oman käytön lisäksi vielä myytäväksi vaikka paikalliseen sähköverkkoon (Ahvenainen et al. 2009). Helposti säädeltävän kodin lisäksi asuinalueen moninaiset palvelut ovat tärkeitä ja niiden on oltava personoitavissa, tavoitettavissa ja käytettävissä asunnon, kiinteistön ja asuinalueen yhdistävän palveluportaalin kautta (Oikarinen 2004).

Rakennusten tekniset järjestelmät esimerkiksi lämmitys-, vesi-, ilmastointi-, sähkö-, valaistus, tele-, hissi-, kulunvalvonta-, murtosuojaus-, palovaroitus-, sammutus- ja videovalvontajärjestelmät ovat jo pitkän aikaa kuuluneet rakennustemme tekniikkaan. Rakennusautomaation alalla merkittävä ja yleisin kaupallinen standardi on ns. avoin LON -standardi (Local Operating Network), jota mm. Suomen Rakentajien Keskusliitto RAKLI suosittelee. (Kilpinen 2003)

Asumiseen liittyvien turvajärjestelmien kuten murto-, kulunvalvonta-, lukitus-, palovaroitus- ja sammutus- sekä häkävaroitussjärjestelmäsovellusten kirjo on kasvanut huomasti elektroniikan kehityksen mahdollistamien halvempien laitteiden tuottamisen myötä. Turvajärjestelmiin kuuluvat myös erilaiset vedenkulutuksen vuotovahtijärjestelmät sekä pihojen, portaiden, kävelykatujen ym. sulana pitojärjestelmät. (Oikarinen 2004)

Älytaloprojektista on hyvänä esimerkkinä saksalaisen Fraunhofer -instituutin inHaus -älytalo, jonka toteuttamisessa on yhdistetty lukuisten rakennus-, sähkö- ja tietotekniikka-alan yrityskumppanien (mm. myös suomalaisen Oraksen) osaamista (Rakennuslehti nettiuutiset 26.8.2004). InHaus -älytalon tietoverkkojen kommunikaation erilaiset protokollat hallitaan residential Gateway -moduulien kautta, jotka käyttävät hyväkseen avointa OSGi -standardia (Open Service Gateway Initiative), joka on avoin palvelualusta mahdollistaen kehittyneiden kodin laitteita hyödyntävien palveluiden toimittamisen asiakkaalle (Kilpinen 2003).

InHaus -älytalon tietotekniikka tarjoaa mm. seuraavia palveluita (Rakennuslehti nettiuutiset 26.8.2004):

- Asunnosta poistuttaessa ja oven lukittuaan järjestelmä ilmoittaa vihreällä valolla, että talossa on kaikki kunnossa. Oven sulkeuduttua myös kaikki muut ovet sekä ikkunat lukittuvat. Samalla hälytysjärjestelmä menee päälle, lämmitys ja ilmastointi vähenevät, valot sammuvat tai ryhtyvät simuloimaan läsnäoloa ja sähkölaitteet, joista voisi aiheutua asukkaiden poissa ollessa vaaraa, kytkeytyvät pois päältä.
- Ovivalvonta tunnistaa kamerallaan poislähtevän henkilön ja muistuttaa lähtijää ulkona odottavista tehtävistä, jotka tulevat hänelle talon hallintaan kuuluvasta henkilökohtaisesta sähköisestä muistiosta.
- Jos talo jää pidemmäksi aikaa tyhjilleen, talon viestintäkeskus siirtyy mobiililaitteelle esimerkiksi kännykkään langattoman käyttöliittymän kautta etäohjattavaksi.
- Häiriötilanteissa lämmitys-, sähkö- tai muut laitteet reagoivat anturien avulla heti, katkaisevat toimintansa ja lähettävät tilanteesta viestin sekä asukkaille että huoltofirmalle.

Edellä esitellyn älytalon palveluita ja tuotteita myydään sekä erikseen, kohderyhmien mukaisina varustuspaketteina että myös kokonaisina älytaloina (Rakennuslehti nettiuutiset 26.8.2004). Suomalaisilla yrityksillä on tarjolla myös samanlaisia tuotteita ja palveluita kuin InHaus -älytaloon kuuluu.

Kodin rakenteiden on mahdollistettava laitteiden sijoittelu piilotettavaksi, sulautettavaksi ympäristöön tai ainakin laitteiden pitäisi miellyttää silmää ja olla ns. esteettistä teknologiaa. Edelleen älykästä kotia on kehitetty varsin teknologialähtöisesti mieltien, mikä on teknologisesti mahdollista, eikä sitä, mikä on inhimillisesti järkevää ja käyttäjäystävällistä.

Asumiseen liittyy myös älymateriaalit, jotka eivät ole itsessään tietoteknisiä järjestelmiä, vaan tässä mielessä passiivisia järjestelmiä tai materiaaleja, joiden toiminta aktivoituu vasta sopivien olosuhteiden muutoksesta. Tällaisia älykkäitä materiaaleja voivat olla esimerkiksi kosteusvauriosta väriään muuttava maali seinässä, ikkunoissa itseään puhdistavat lasipinnat sekä pinnat, jotka päivällä imeyttävät aurinkoenergiaa huokoisten materiaalien avulla ja yöllä luovuttavat varastoitunutta lämpöä. (Oikarinen 2004)

Laajakaistainen tietoliikenne infrastuktuuri on luonut edellytykset asumiseen ja rakennuksiin liittyvien uusien palvelumuotojen kehittämiseksi ja käyttöönotolle. Kiinteistöjen yleiskaapelointi tai huoneistojen sisäinen langaton lähiverkko mahdollistaa tietokoneen ja erilaisten laitteiden kytkemisen tietoverkkoon kaikkialla asunnoissa ja muissa rakennuksissa. Erityisesti langaton tiedonsiirto on tuonut tietoverkot kaupunkiin, koteihin ja kaduille. Yleisissä tiloissa kuten lentokentillä langaton lähiverkko mahdollistaa verkkoyhteyksiä asiakkaille, autoissa verkkoyhteydet mahdollistavat kartta-, paikannus- sekä viihdepalveluita ym. palveluita käyttäjälle ja asuntomessuilla voi tutustua älytaloihin. (Kilpinen 2003).

Älykäs koti on osa joustavaa palvelukokonaisuutta. Kotiin voi liittyä sopiva pohjaratkaisu, joka mahdollistaa esimerkiksi kotipalvelun laitospalvelun vaihtoehtona tai sijasta silloin, kun itsenäinen pärjääminen ei enää onnistu. Toisaalta koti voi mukautua myös joustavasti elämäntilanteisiin - perheen kasvaessa ja myöhemmin lasten muuttaessa pois kotoa. Seiniä voidaan liikutella tarpeen mu-

kaan ja kodin palvelukonsepteihin kuuluvat virtuaaliset asuntopankit, joihin voi tallettaa vuokrattavaksi ylimääräisiä huoneita. (Ahvenainen et al. 2009)

Älykkäiden kotien infrastruktuuri on ehkä pisimmälle kehittynyt Etelä-Koreassa, missä hallitus on tietoisesti tukenut ubiikkikaupunkien rakentamista. Tähän kehitykseen on suunnattu merkittäviä taloudellisia investointeja ja sitä on edistetty lainsäädännöllä, joka tukee digitaalisia kaupunkeja rakentavia toimialoja. Esimerkkinä ubiikkiasumisesta, tai paremminkin ubiikkikaupungista on ubiikkiasumisen koelaboratorio Etelä-Koreassa, jonka ominaispiirteitä ovat jatkuvat muutokset ja katkeamaton informaatiovirta (joiden on samalla väitetty aiheuttavan yksilöissä turvattomuuden tunnetta) (Shin 2009). Ihmisen, paikan ja teknologian kohtaaminen on väistämätön kaupunkien ominaisuus, jota ilman urbaania suurkaupunkia ei voi kuvitella (Choi & Grove, 2008). Etelä-Koreassa ongelmana on kuitenkin ollut, että vaikka ubiikkikehitys ja tietoyhteiskuntaan investoiminen tuo maalle selkeitä kilpailuetuja, saattavat monet suunnitelluista sovelluksista epäonnistua, jos ne eivät ota paremmin huomioon ihmislunnon ominaisuuksia (Shin 2009).

Etelä-Korean ubiikkikaupungit on suunniteltu teknologian tarjoamien mahdollisuuksien pohjalta, eikä niinkään ihmisten tarpeiden ja toiveiden mukaan. Tämä saattaa olla Aasian mallin keskeinen ongelma, jos kehitystyö tapahtuu pelkästään liike-elämän etunäkökohdista ja ihmisen huomioiminen jää toissijaiseksi. (Shin 2009) Länsimaissa vastaavanlainen kokeilu saattaisi myöskin helposti törmätä eettisten rajoitusten aiheuttamiin ongelmiin, sillä Etelä-Korean mallissa koekenttänä on kaupunki ja ”koe-eläiminä” sen asukkaat (Ibid.).

Menestyksellinen resepti ubiikkiteknologiaa hyödyntävän asumisen kehittämiseen lieneekin entistä tiiviimpi yhteistyö teknologian käyttäjien kanssa. Vaikuttaa siltä, että perinteinen asumisen toimintamalli, jossa yhdyskuntasuunnittelija tietää, mikä on kansalaiselle parasta asumista ja rakentaja toteuttaa kustannustehokkaasti tämän vision, onkin tullut tiensä päähän. Tulevaisuudessa kuluttajat haluavat entistä tiiviimmin osallistua kotinsa suunnitteluun rakennushankkeiden alusta lähtien. (Koistinen 2008; Shin 2009) Tämä onkin tarpeen, sillä erityisesti maailman suurkaupungeissa tullaan kuitenkin tulevaisuudessa etenemään kohti ubiikkiarkkitehtuuria (Choi & Grove, 2008).

### **6.1.3. Kotiautomaatio**

Jos edellä kuvattu rakennusautomaatio liittyy enemmän rakennusten rakennusvaiheeseen ja rakennusten teknisiin järjestelmiin, kotiautomaatio puolestaan kohdistuu enemmänkin valmiiden asuntojen ja asuinrakennusten irralliseen kodintekniikkaan. Kotiautomaatiolla tällöin tarkoitetaan yksittäisiin asuntoihin suunnattua elämän laatua parantavaa tekniikkaa. (Kilpinen 2003)

Kotiautomaatio lähtee verkkoajattelusta, jossa kodin elektronisten laitteiden ajatellaan muodostavan keskenään sekä ulkomaailman kanssa kommunikoivia verkkoja, jotka käyttävät hyväkseen kodin sisällä olevia sekä kotiin tulevia siirtoteitä kuten puhelinverkkoa, sähköverkkoa, kaapeliverkkoa tai langatonta verkkoa (Kilpinen 2003). Kodin verkkojen alueella on useita paikallisverkko-, kotiautomaatioverkko- sekä viihde-elektroniikkaverkkostandardeja. Käytössä on esimerkiksi verkkostandardi 802.11, joka tunnetaan yleisemmin nimellä Wi-Fi ja se määrittelee langattomien lähiverkkojen standardin. Kotiautomaatioon liittyviä standardeja ovat X-10, KNX sekä Zigbee. (Mikrobitti verkkolehti 9/2007)

Kuluttajat haluavat ostaa älykkään kodin ratkaisuja pikku hiljaa, yksittäisinä laitteina tai osapakketeina ja palveluina, joten eri osakomponenttien tulee olla yhteensopivia ja helposti kytkettävissä toisiinsa sekä liitettävissä verkkoon (Cube-News 1/2004).

Verkoissa olevat koneet, laitteet ja robotit yleistyvät asunnoissa. Tulevaisuuden ihmisen ei tarvitse enää huolehtia kodin päivittäisistä rutiineista niin paljon kuin nykyään ja verkossa keskustelemaan oppivat koneet tekevät myös yhä enemmän päätöksiä siitä, mikä on ihmiselle hyväksi. (Oikarinen 2004) Toisaalta vaikka esimerkiksi älykkäälle pyykinpesukoneelle voisi sanella pesuohjeet, aivan lähitulevaisuudessa ei ole odotettavissa sovellusta, joka myös laittaisi pyykkiä koneeseen. Voidaankin sanoa, että keskeisenä haasteena tämäntyyppisten järjestelmien suunnittelussa on ymmärtää käyttäjän toimintaa kokonaisuudessa sekä liittää tekniikan avulla toteutettavat osatehtävät saumattomasti toisiinsa. (Kaasinen et al. 2005)

Lepo ja virkistys ovat tärkeä jokapäiväisen elämän peruselementti kodeissa. Tärkeä osa virkistystä on myös viihde, joka pitää sisällään kotielektroniikan, videot, TV:n, musiikin sekä pelit ym. viihdeen. Koti voi olla myös paikka harrastuksille. (Friedewald & Da Costa 2003; Alahuhta & Heinonen 2003)

Älykkään kodin teemoja ovat digi-tv, laajakaistat, asumisen terveellisyys, turvallisuus ja erilaiset lähialueen palveluiden käytettävyyttä parantavat tietokonesovellukset (Oikarinen 2004). Uudenlaiset räätälöidyt turvajärjestelmät ovat rakennuttajien tarjoamia tuotteita, joilla houkutellessa erityisesti ikääntyvää kohderyhmää, joita eivät palvelutalot ja vanhainkodit houkuttele (HS 25.2.2002).

Tietoteknisten järjestelmien ja laitteiden lisäksi älykkääseen asumiseen kuuluvat erilaiset älymateriaalit esimerkiksi seinissä ja muissa pinnoissa, jotka ottavat ympäristöstään vastaan informaatiota ja reagoivat valon, kosteuden tai esimerkiksi lämpötilan muutoksiin jollain loogisella ja ennustettavalla tavalla (Oikarinen 2004). Muutoksen reagoinnin lisäksi älykkään materiaalin tuottama tieto voidaan ohjata kodin tietoverkkoon raportointia ym. tarkoitusta varten (Oikarinen 2004).

Ihmisellä on tahto olla kotona ja vanha sanonta ”Kotini on linnani” pitää edelleen paikkansa, mutta sanontaan on tullut pieni lisäys nimittäin ”Kotini on linnani ja linnani on siellä, missä minäkin” (Ahvenainen et al. 2009). Koti on enemmän kuin asunto tai asumista. Se on myös muistoja, turvallisuutta, tuttuutta ja onnellista perhe-elämää jne.<sup>9</sup> Koti voi olla linna myös muualla kuin kotona esimerkiksi jossain julkisessa tilassa kuten olohuone kirjastossa. Tämä on esimerkki tuotekonseptista, jonka ansaintalogiikka ei perustu omistamiseen, vaan pääsyyn ja käyttöoikeuteen. Tällaisten tuotekonseptien määrä tulee kasvamaan merkittävästi lähitulevaisuudessa.

Turvallisuussovelluksiin panostaminen, joita edustavat mm. omaisuusvahinkojen sekä murtojen ehkäiseminen, ovat kasvava alue rakennettaessa älykkäitä koteja (Cube-News 1/2004). Eräs kotiin liittyvä turva-alan sovellus on myös Elisan lanseeraama Internetin kautta toimiva Vahti-turvapalvelu. Palvelun avulla pääsee seuraamaan kotiin tai mökille asennetun kameran välittämää kuvaa joko tietokoneen verkkoselaimen tai kännykän kautta. Tietokoneelle kameran välittämä kuva päivittyy reaaliajassa ja kännykkään kymmenen sekunnin välein. Palvelua markkinoidaan paitsi tunkeilijoiden varalta suojautumiseksi, myös vaikkapa yksin kotiin jääneen lemmikin tarkkailuun. Vahti-palveluun voidaan kytkeä myös eri lämpötiloja ja kosteutta mittaavia sensoreita, joiden välittämää tietoa voidaan helposti tarkkailla kotitietokoneelta tai mobiililaitteesta. (Elisan Internet-sivut)

---

<sup>9</sup> Asumisen ja kodin käsitteistä ja merkityksistä ks. tarkemmin Heinonen & Ratvio (toim. 2007).

Toinen merkittävä älyratkaisu kodeissa on viihde- ja informaatiokeskus, joka rakentuu digi-televisiosta ja sen ympärille rakennetusta monikanavaisesta digitaalisesta viihdekeskuksesta sekä paluukanavan kautta mahdollistuvasta verkkoyhteydestä. Kolmanneksi voidaan mainita erilaiset sähköiset asioimis- ja tehtävien hoitamistavat, jotka mahdollistavat sekä kotiasioiden hoidon matkan päästä että työhön tai viranomaisasiointiin liittyvien tehtävien hoitamisen kotoa käsin. Edellä kuvattut asiat ovat jo arkipäivää, mutta esimerkiksi älykäs varasto, virtuaalitapetti sekä tarpeen mukaan muunneltava sänky vaativat vielä lisäkehittelyä. Erityisryhmille on myös tarjolla apuvälineitä kuten turvaranneke, älyvessa ja ruoka-automaatti. (Cube-News 1/2004)

Yksi varhaisista ubiikkikodin sovelluksista on asukkaan terveyttä ja hyvinvointia tarkkaileva älysohva. Sohvaan asennetut anturit tarkkailevat huomaamattomasti siinä istuvan henkilön vointia ja seuraavat esimerkiksi tämän verenpainetta. Sovellus on suunniteltu vanhuksille, joiden vointia omaiset voivat tällöin seurata tietokoneen tai kännykän välityksellä. (Lahnajärvi 2010)

Sovellusta kehittävien tutkijoiden mukaan vastaavia seurantaan soveltuvia laitteita, kuten inf-rapunalla toimivia liikeilmaisimia on ollut käytössä jo kauan, joten uuden tuotteen lanseerausta odotetaan jo varsin pian kuluvan vuoden aikana. Asiakasryhmiksi tutkijat kaavailevat ikäihmisten omaisten lisäksi esimerkiksi hoivapalveluyrityksiä. Älysohva onkin erinomainen esimerkki vähitellen koteihin piiloutuvasta tietotekniikasta. (Lahnajärvi 2010)

Japanissa on myös esitelty uuden tyyppinen automaattisesti avautuva ovi, joka avautuu henkilön havaittuaan ainoastaan riittävästi, laskeakseen kulkijan oviaukosta lävitse. Tanaka Seisakusyo nimisen suunnittelijan oviluomuksen ideana ilmeisesti on, että esimerkiksi lämpö- tai kosteustasapainoltaan kriittisissä tiloissa ilma vaihtuisi läpikulkijoiden vaikutuksesta mahdollisimman vähän. (www.hilavitkutin.com 13.3.2007)

Nykyään on selvää, että ubiteknologian ja älykkään asumisen ennusteet ovat olleet liian optimistisia. Kymmenen vuotta sitten, 2000-luvun alussa ennustettiin, että älykäs koti on arkipäivää kymmenen vuoden kuluttua eli tällä hetkellä. Tämän hetkinen ennustus on sama eli kymmenen vuoden kuluttua. Voidaan sanoa, että tietotekninen ja automaatioon liittyvä valmius rakentaa älykästä asumista on tälläkin hetkellä hyvä ja laitteita on kirjava joukko, mutta näiden laitteiden kyky jakaa informaatiota tai resursseja keskenään on huono. Edelleen teknologian juurtumista käytäntöön on hidastanut myös käytännön tarpeettomuus. Ihmiset eivät näytä haluavan kotiensa olevan liian älykkäitä ja täynnä laitteita. Laitteiden valinnan tulee perustua käyttökelpoisuuteen ja hyödyllisyyteen, ei pelkästään teknisyyteen. (Kaila 2009)

Kuten edellä todettiin, tavalliseen peruskotiin älykäs elektroniikka hiipii ennustettua hitaammin. Älykkäät järjestelmät ovat olleet tuloillaan jo viimeiset kymmenen vuotta, vaikka 2000-luvun alun jälkeen kiinnostus älytaloihin hieman hiipui. Älykodin esteenä Suomessa on tähän asti ollut laitteiden sekamelska. Yksittäisiä palveluita ja palveluntarjoajia on markkinoilla, erityisesti talotekniikan puolella, mutta näiltä palveluntarjoajilta on puuttunut yhteen toimiva alusta. Kodin turvapalvelut ovat yhdellä alustalla, kiinteistöautomaatio toisella, tietoliikennepalvelut kolmannella ja viihde-elektroniikan palvelut neljännellä. VTT:n Usenet -hankkeen yhtenä tavoitteena on yhtenäistää tilannetta ja luoda yleispätevä alusta, jota voidaan hyödyntää sovellusalueesta riippumatta. (Piiroinen 2008)

Edellä käsiteltyyn viitaten, älykkääseen asumiseen liittyvä tulevaisuuskehitys on verrattain vaikea ennakoida ja 2000-luvun alun tiekartat asiasta eivät pidä kovin hyvin paikkansa. Seuraavaan taulukkoon 8 on koottu älykkääseen asumiseen liittyviä asiantuntijanäkemyksiä tulevasta kehityksestä luovasti soveltaen. Taulukossa käytetyt lähteet ovat: Paiho et al. 2008 ja 2007, Friedewald & Da Costa

2003, Ala-Siuru et al. 2003 sekä Lahnajärvi 2010. Taulukossa älykkään asumisen kehitystä kuvataan lyhyellä aikavälillä (vuodet 2011–2015) sekä keskipitkällä aikavälillä (vuodet 2016–2020).

Taulukko 8. Tulevaisuuden älykkääseen asumiseen liittyviä asioita.

<b>Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015</b>	<b>Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avoimeen lähdekoodiin perustuvien sovellusten merkitys kasvaa ja kaventaa kuilua kaupallisiin ohjelmistoihin</li> <li>▪ Avoimen standardin ja avoimien sovellusten välisiä rajapintoja otetaan käyttöön</li> <li>▪ Sosiaalisen median hyödyntäminen kasvaa rakennusalalla esim. käyttäjäpalautteen ja loppukäyttäjätiedon keräämistä</li> <li>▪ Sovellusten personointi käyttäjien sekä huoneiden mukaan esim. multim mediasovellukset esim. monihuone- ja monikanava -ratkaisut sekä ilmastoinnin huonekohtainen personointi</li> <li>▪ Interaktiiviset sekä multimodaaliset käyttöliittymät esim. datahanska</li> <li>▪ Saumattomat tosiaikaiset palvelut liikkuville käyttäjille heterogeenisissä verkoissa</li> <li>▪ Plug-and-Play -laitteet yleistyvät</li> <li>▪ Ihmisen hyvinvointia ja terveyttä vaativa älysohva markkinoille</li> <li>▪ PAN (Personal Area Network) kytkentäteknikat</li> <li>▪ Optiset verkot kuluttajille asti</li> <li>▪ Päälle puettavat ja ohjelmoitavat päätelaitteet yleistyvät</li> <li>▪ Raportoivat ja kommunikoivat järjestelmät: haasteena on aikaansaada havainnollisia, reaaliaikaisia sekä visuaalisia raportointitekologioita</li> <li>▪ Uusia materiaaleja aletaan ottaa käyttöön esim. muovikomposiitit sekä seinämateriaalit</li> <li>▪ Uudenlaiset mittaus- ja anturitekniikat kehittyvät esim. MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems), jolla lyhyen kantaman langaton kommunikointi, anturitekniikka, toimilaitetekniikka ja oheiselektroniikka voidaan integroida yhdelle hyvin matalan tehonkulutuksen mikropiirille</li> <li>▪ Vähäläatuisen eli matalaeksergisisen energialähteen (esim. aurinkoenergia, jätelämpö ja uusiutuva energia) hyödyntämiseen kykenevät lämmitys- ja jäähdytyslaitejärjestelmät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voidaan puhua älykodista sillä talo on kuin kone, jonka järjestelmä on osittain autonominen ja se käyttää paikannuspalveluita</li> <li>▪ Integroidut, käyttäjälähtöiset sekä räätälöivät tuotesovellukset korostuvat</li> <li>▪ Palvelupohjainen sovellusintegraatio kehittyvät esim. hyödynnetään yleisesti yhteisesti sovittuja rajapintastandardeja sekä avoimen lähdekoodin ratkaisuja</li> <li>▪ Tietoisuus sosiaalisesta kontekstista lisääntyy laitteissa</li> <li>▪ Tiedon välityksessä käytössä ajantasaiset tietojärjestelmät, tiedon pitkäaikaisvarastointi sekä semanttinen web</li> <li>▪ Käyttöliittymät voidaan räätälöidä ja ne ovat moniaistisia eli niiden toiminta perustuu esimerkiksi paineentunnistus-, ääni-, ele-, valo- ja lämpötilaerojen käyttöön</li> <li>▪ Organiset taivutettavat näytöt</li> <li>▪ Kehittynyt ympäristön älykkyyks yleistyy</li> <li>▪ Elämys- ja terveyspalveluita esim. digitaaliset kulttuuri- ja viihdepalvelut, virtuaaliset matkailu</li> <li>▪ Absoluuttinen integroitu sisätilan ja ulkotilan paikannus</li> <li>▪ Käyttöliittymät kehittyvät huomaamattomiksi ja käyttäjien tarpeisiin mukautuviksi</li> <li>▪ Uudet materiaalit esim. itse puhdistavat pinnat, funktionaaliset seinämateriaalit, jotka voivat muuttaa ulkonäköään, kuviointiaan ja energiatarpeen mukaan lämmönläpäisykykyään tai ne voivat toimia aktiivisina mittareina yhdistettynä erilaisiin painetun elektroniikan ratkaisuihin</li> <li>▪ Rakenteisiin sulautetun elektroniikan määrä kasvaa</li> <li>▪ Langattomat integroidut talotekniset ratkaisut perustuvat langattomien laitteiden ja anturiverkkojen yhteistoimintaan</li> <li>▪ Vikasietoiset ja puutteellisen tiedon sietävät kontekstin tunnistavat sovellukset ja järjestelmät yleistyvät esim. sama tieto voidaan esittää eri näkökulmasta käyttäjien mukaan</li> </ul>



<p>kehittyvät</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uudenlaiset energian varastoinnin järjestelmät esim. superkondensaattorit kehittyvät</li> <li>▪ Rakennuksen elinkaaren hallinta sekä räätälöidyt ratkaisut korostuvat</li> <li>▪ Talotekniikan tiedonkeruu ja käsittely Internetiin</li> <li>▪ Hajautetut talotekniikkajärjestelmät yleistyvät esim. lavuaariin integroitu vedenlämmitysyksikkö</li> <li>▪ Rakennusten mallintamisen tueksi tulossa elinkaari-, simulaatio- ja analyysimallintaminen</li> <li>▪ Yksittäisten laitteiden häiriötön korjaus mahdollistuu esim. vesiputket</li> <li>▪ Tiedonsiirto eri valmistajien ohjelmistotuoteperheiden välillä</li> <li>▪ Suorituskyvyltään rajallisista tiedostopohjaisista malleista uuden sukupolven mallipalvelimiin (osa-mallin käyttömahdollisuus tai serveriratkaisut)</li> <li>▪ Koneellinen todellisuuden mallintaminen esim. 3D-mallin luominen valokuvista sekä algoritmeistä</li> <li>▪ Tiedon hyödyntämis- ja dokumentointiteknologiat kehittyvät esim. osaamisen siirto sekä tiedon louhinta (Data Mining)</li> <li>▪ Etäluentaja- ja hallinta sekä kahdensuuntainen informaationvälitys</li> <li>▪ Biometriset ja multimodaaliset tunnistusteknologiat käyttöön esim. sormenjälki, kasvojentunnistus</li> <li>▪ RFID -anturitekniologioiden rooli korostuu esim. rakenteisiin upotetut anturit kosteuden mittausta varten</li> <li>▪ Laitteissa ”parviälykkyyttä”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Digitoointitekniologiat kehittyvät esim. rakennuskannan mallintaminen helpottuu</li> <li>▪ Ajantasaiset ja integroidut kiinteistötietopalvelut esim. yhdistää mittaus-, kustannus-, käyttötarkoitus-, kulutus-, huolto-, varaosa-, kunto-, rakenne- ym. tiedot</li> <li>▪ Automaattiset omaisuuden arviointipalvelut</li> <li>▪ Käytön perusteella ohjautuva ja mukautuva talotekniikka kehittyy</li> </ul>
---	--

## 6.2. Teollinen valmistustoiminta

Perinteinen teollisuustuotanto on rakentunut Suomessa kolmen tukipilarin, maan, työvoiman sekä pääoman varaan. Haasteena on nyt siirtyä kohti uutta rakennetta, jota voidaan kuvata ilmaisulla innovatiivinen tuotanto. Innovatiivinen tuotanto perustuu osaamiseen ja pääomaan. (Manufuture 2020)

Voidaan myös sanoa, että tulevaisuuden tuotantoajattelu on laajempi kokonaisuus kuin vain tuotantoa toimintona koskeva. Tulevaisuuden tuotantoajattelun pitää huomioida tuotannon lisäksi myös asiakas, tuote, tekeminen sekä resurssit. (Huuhka & Salonen 2005) Kansainvälisen Manufuture 2020-selvityksen (Manufuture 2020) mukaan tulevaisuuden tuotantoratkaisut ovat kokonaisvaltaisia

sisältäen uusia näkökulmia ja lähestymistapoja mm. asiakasräätälöintiin, asiakaspalautteeseen, logistiikkaan sekä huoltoon. Valmistuksen määritelmä laajentuu käsittämään koko tuotteen tai palvelun luomisvaiheen, tuotannon, jakelun ja käytöstä poiston. Manufuturen 2020 mukaan eurooppalaisten valmistavien yritysten tulevaisuuden toimintaan vaikuttaa seuraavat kuusi muutoksen aluetta:

1. **Siirrytään resurssipohjaisesta valmistuksesta osaamispohjaiseen valmistukseen**, jonka avainsanoja ovat sopeutuvuus, digitaalisuus, verkottuminen sekä osaamispohjaisuus.
2. **Siirrytään toimintojen ja prosessien lineaarisuudesta monitahoisuuteen (simultaanisuuteen)**: Tuotantoprosessien muutokset lineaarisesta tuotevalmistuksesta simultaaniseen valmistukseen pakottavat teollisuusyritykset tutkimaan organisaatorakenteitaan sekä muuttamaan valmistustoimintansa strategioita paremmin huomioimaan valmistustoimintaan vaikuttavat muutkin kuin tuotannolliset tekijät kuten tuotesuunnitteluun, jakeluun, palveluun ym. liittyviä tekijöitä. Nykyisin ei ole enää järkevää investoida massiiviseen massatuotantoon ja etsiä mittakaavaetuja, vaan osaamispohjainen tuotanto vaatii joustavia yrityksiä, jotka hyödyntävät mm. rinnakkaisia toimittajaverkkoja, rekrytoivat työvoimaa tuotantotilanne huomioiden kulloinkin tarvittavan määrän ja toimittavat räätälöidyn tuotteen asiakkaalle sovittuun aikaan.
3. **Siirrytään yksilöiden kilpailusta järjestelmien kilpailuun**: Yksittäiset yritykset eivät voi enää toimia eristyneinä valmistavan tuotantotoiminnan muutoksessa. Päivän sana on yhteistyö, tiedon jakaminen sekä verkottuminen kaikkialle valmistustoiminnan rakenteisiin ja verkkoihin, jotta yritysten kilpailukyky voidaan varmistaa.
4. **Siirrytään yksittäisistä osaamisalueista monitieteellisyyteen**: Yksittäiseen osaamisalueeseen keskittyvä innovaatioprosessi väistyy ja tilalle tulee moniosaamiseen sekä poikkitieteelliseen osaamiseen perustuva innovaatioprosessi, jossa kolme vallankumouksellista ja konvergoituvaa teollisuudenalaa, mikroelektroniikka, nanoteknologia sekä bioteknologia.
5. **Siirrytään makrotasolta mikro- ja nanotasolle**: Elektroniikkateollisuus sekä bioteknologian alan yritykset ovat jo pitkällä materiaalien suunnittelun ja käsittelyn soveltamisessa tuotteiden ”pienentyneisiin” valmistusprosesseihin. Mutta nano-mittakaavan tuotantoa varten tuotantovälineiden koon tulee vielä merkittävästi pienentyä fyysisiin rajoihin asti. Nanotuotanto sekä osaamiseen perustuvat materiaalit mahdollistavat materiaalin käytön sekä resurssien suhteen merkittäviä säästöjä.
6. **Siirrytään ylhäältä alas-tuotannosta alhaalta ylös -tuotantoon**: Pitkähkön aikaa, jo 20–50 vuoden ajan tiedemiehet ovat yrittäneet ratkaista, miten tuotantotoiminnassa voitaisiin matkia luonnon omaa toimintaa ja siirtyä kohti yksittäisten atomien ja molekyylien manipulointia edustavaa alhaalta ylös -tuotantoa.

Vaikka teollisuustuotannon pitkän aikavälin tavoite yleisesti on tuotantoprosessien radikaali muutos, pitää myös varmistaa Euroopan ”kypsän” teollisuuden kilpailukyky, missä ajurina ei ole radi-

kaali muutos, vaan pikemminkin jatkuva parantaminen ja uusien teknologioiden asteittainen soveltaminen (Manufuture 2020).

Tulevaisuuden tuotantoajattelulle on ominaista merkittävä ajattelutavan muutos sekä osaamis- ja teknologiahyppäys (Tuokko 2006). Seuraavat asiat ovat tärkeitä tulevaisuuden tuotantotoiminnassa:

- **Parempi kokonaisuuden hallinta**, joka tarkoittaa asioita tuotekehityksestä asiakastoi-  
mitukseen, elinkaaren hallintaa sekä laajennettua tuotekäsitettä (Extended Product).
- **Digitaalisuuden lisääminen erityisesti mallinnuksessa ja simuloinnissa**
- **Valmistuksen joustavuus ja muunneltavuus**
- **Hyvää verkoston hallintaa ja ohjausta** sillä menestyvää liiketoimintaa voidaan raken-  
taa kehittämällä ja ylläpitämällä luottamuksellisia ja kaikkia osapuolia hyödyttäviä stra-  
tegisia liittoutumia tai partneruuksia asiakkaiden kanssa.
- **Tuotannon teknologiatason merkittävä nostaminen**, joka tarkoittaa
  - a. Uusien valmistustekniikoiden hyödyntämistä
  - b. Robottiikan ja automaation uudenlaista kustannustehokasta ja ihmisläheistä  
hyödyntämistä (ihminen-kone -käyttöliittymä, adaptiivisuus, itseoppivuus ja  
autonomisuus)
  - c. ICT:n mahdollisuuksien parempaa hyödyntämistä esimerkiksi järjestelmien in-  
tegroinnissa, tiedon reaaliaikaisuudessa, läpinäkyvyydessä, saatavuudessa ja  
jäljitettävyydessä

Joustavilla tuotantoratkaisuilla pyritään toteuttamaan nopeaa, joustavaa ja kustannukset op-  
timoivaa, asiakastarpeet huomioivaa toteuttamista mm. seuraavilla keinoilla: modulaariset tuotteiden  
uudet kokoonpanomenetelmät, valmistuksen toimintaprosessien simuloinnit, ohjaustavat ja  
uuden tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen. Tuottavuutta voidaan parantaa työkalu- ja työ-  
välineteknologiaa kehittämällä, automaatioastetta nostamalla sekä teknologia- ja menetelmävertai-  
luja tehden. (Tuokko 2006)

Edistyksellisten tuotanto- ja valmistusteknologioiden kehittämisellä ja hyödyntämisellä tavoit-  
tellaan mm. uusien laser-, liitosteknologia-, mobilerobottiikka-, ohjaus-, materiaali- sekä konenäköso-  
vellusten ja -teknologioiden kehittämistä. Itseohjautuvuutta ja autonomista tuotantoa pyritään edis-  
tämään käyttämällä sulautettua diagnostiikkaa, tehdastuotannon simulointia ja mallinnusta virtuaali-  
sesti, kehittämällä itse kokoon pantavuutta, oppivia valmistusmenetelmiä ja -tekniikoita, tuotannon  
uusia käyttöliittymiä, piirre pohjaisia ohjauksen ja aistien laajaa hyödyntämistä sekä itse orkesteroin-  
tia. (Tuokko 2006)

”Henkilökohtaisten etäyhteyksien ohella tuotantojärjestelmien älykäs etäohjaus, huolto ja val-  
vonta tehostuvat. RFID -tyyppiset tekniikat helpottavat tavaroiden seurantaa ja valvontaa kuljetuksis-  
sa, kaupoissa, tulleissa jne. Jatkuvasti kehittyvä interaktiivinen kommunikaatio- ja mediatekniikka  
mahdollistaa viihde-elämyksiä ja kokemuksia, mutta uusia medioita voidaan hyödyntää myös ope-  
tuksessa. Täsmäperiaate toteutuu mm. terveydenhuollossa lääkityksessä, mutta myös asiakkaiden

tarpeiden mukaan yhä räätälöidyissä tuotteissa. Yhä parempi kasvi-, eläin- ja ihmisgeenien tuntemus antaa yhä suuremmat muuntelumahdollisuudet mm. elintarvike- ja terveydenhuollossa. Uusiin materiaalien kehittämisen kriteereinä korostuvat keveys, kierrätettävyys, kestävyys, taloudellisuus ja kehdestä hautaan -elinkaariajattelu.” (Loikkanen & Eerola 2009, 31)

Manufacturing 2020 -asiantuntijapaneelin ennakoitutyön mukaan valmistava teollisuustuotanto on muutoksessa (Manufacturing 2020 Panel 2000). Seuraava taulukko 9 selvittää valmistuksen muutoskehitystä.

Taulukko 9. Tuotannollisen valmistustoiminnan muutos.

2000	2020
Massatuotanto	Massaräätälöinti
Pitkät tuotantolinjat/liukuhinnat	Toimitusketjun kutistaminen/lyhentäminen
Myydään varastosta	Valmistetaan tilauksesta
Peräkkäiset prosessit	Samanaikaiset prosessit
Varastokustannusten seuranta	Pääomien liikkuminen/Käyttöpääoma
Odottaa linjalla	Ensimmäinen mahdollinen väli

Nordic ICT Foresight -projekti on (Ahlqvist et al. 2007) määritellyt tieto- ja viestintäteknologian eri osa-alueiden kehitystä lyhyellä (1–5 vuotta), keskipitkällä (5–10 vuotta) ja pitkällä aikavälillä (yli 10 vuotta). Tutkimuksen lyhyen aikavälin kehitys kuvasi vuosia 2006–2010, joten se ohitetaan tässä tutkimuksessa nykytilan kuvauksena. Keskipitkän aikavälin kehitys kuvaa vuosia 2011–2015 sekä pitkän aikavälin kehitys vuodesta 2016 eteenpäin. Tämän tutkimuksen näkökulmasta katsottuna em. vuosien ajankohdat päivitettyinä tarkoittavat lyhyen (vuodet 2011–2015) sekä keskipitkän (vuodet 2016 ja eteenpäin esimerkiksi vuoteen 2020 asti) aikavälin kehitystä.

Seuraavaan taulukkoon 10 on koottu Nordic ICT Foresight -projektin asiantuntijänäkemyksiä tuotantotalouden kehityksestä vuosille 2011–2020. Samaan taulukkoon on koottu myös von Hertzenin et al. (2007) näkemyksiä teollisen valmistustoiminnan kehityksestä.

Taulukko 10. Teolliseen valmistustoimintaan liittyviä asioita tulevaisuudessa.

<b>Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015</b>	<b>Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Yrityksen resurssien suunnittelu- ja johtamisjärjestelmä (ERP, Enterprise Resource Planning) on täysin integroitu sekä yrityksen sisällä että verkoston tasolla</li> <li>▪ Langattomat M2M ja M2P sovellukset ovat käytössä ja ICT sovellukset ovat integroituja mobiilin tiedon sujuvaa siirtoa varten</li> <li>▪ Elinkaarijohtamisen järjestelmät ovat konvergoituneita ja tuotantoprosesseissa sekä logistiikassa voidaan hyödyntää reaaliaikaista tietoa esimerkiksi automaattiseen päättelyyn, virheiden etsintään sekä järjestelmien optimointiin</li> <li>▪ Uusia analyysijärjestelmiä sekä käyttöliittymiä (kuten mobiilit päätelaitteet, virheiden ohjaustyökalut, epänormaalien tilanteiden hallintatyökalut sekä erilaiset visualisointisovellukset) syntyy ja aletaan ottaa käyttöön</li> <li>▪ Tuotantotoiminnassa hyödynnetään laajasti virtuaalisuutta sekä asiakkaita/loppukäyttäjiä massaräätälöityjen tuotteiden simuloinnissa (esimerkiksi web-pohjaiset kokoonpanojärjestelmät)</li> <li>▪ Tuotantotoiminnassa käytetään jäljittelijöitä (Emulator), jotka pilotointivaiheessa luovat räätälöitävien tuotteiden rakenteen testatuista sekä rakennetuista moduleista</li> <li>▪ Tuotannon raaka-aineiden ym. ostotilaukset ovat osittain automatisoituja</li> <li>▪ Valmistustoiminnassa koneistus on automatisoitua, itse oppivaa ja tuotanto sopeutuu joustavasti erilaisiin valmistusjärjestelmiin</li> <li>▪ Tuotannon kokoonpanomääriä voidaan helposti säädellä ERP:n kautta</li> <li>▪ RFID ja vastaavat tagit valvovat logistiikkaa ja tuotannon elinkaarta</li> <li>▪ Autonominen liikkuva automaatio on pilottikäytössä: robotit liikkuvat paikasta toiseen ja vastaanottavat kaiken tuote- ja valmistustiedon langattomien linkkien kautta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energian kulutuksen ja energiatehokkuuden valvontajärjestelmiä otetaan käyttöön Pohjoismaisella tasolla</li> <li>▪ Tuotantolaitteet kehittyvät älykkäiksi ja tilanteisiin sopeutuviksi (perustuu älykäden agenttitekniologioiden soveltamiseen)</li> <li>▪ Syntyy täysin automaattisia tehtaita, joita huolletaan, korjataan ja ohjataan mobiilisti</li> </ul>

### 6.3. Liikkuminen ja kuljetus

Tämä sovellusalue sisältää liikenteen hallinnan ja ohjauksen, navigaation, turvallisuuden, sekä mobiilitiedon ja viihteen (Friedewald & Da Costa 2003). Logistiikka-alan kehitystä määrittäviä suuria linjoja ovat muun muassa toimitusketjujen piteneminen ja ilmastonmuutoksen hidastamiseen tähtäävät toimenpiteet. Edellisen merkitys lisää kansainvälisen logistiikan tarvetta, koska kansainvälisen kaupan merkityksen uskotaan tulevaisuudessa edelleen kasvavan. Jälkimmäinen puolestaan ohjaa logistisia valintoja mahdollisimman hiilidioksidineutraaleihin kuljetusmuotoihin, kuten laivakuljetuksiin. Seuraavaksi luontoystävällisimpänä logistiikka-ala näkee rautatiekuljetukset, joiden määrän uskotaan myös merkittävästi lisääntyvän. (Ritvanen 2009)

Logistiikka-alalla uskotaan myös paperinkulutuksen edelleen laskevan esimerkiksi sähköisten laskujen kasvattaessa suosiotaan. Tämä luonnollisesti vähentää tarvetta paperikuljetuksille, mutta metsäteollisuusklusterin täydelliseen häviämiseen ei uskota. Metsäteollisuuden uskotaan pikemminkin muuttavan toimintatapojaan ja muuttuvan energiaklusteriksi, jonka kuljettamat raaka-ainevolyymit muodostavat merkittävän tulonlähteen logistiikkayrityksille. (Ritvanen 2009)

#### 6.3.1. Liikenteenhallinta ja liikkumisen turvallisuus

Liikkumiseen ja kuljetukseen liittyvät turvallisuutta parantavat sovellukset liittyvät toisaalta kuljettajan fyysisen tilan tarkkailuun ja toisaalta ajoneuvon sekä sen ympäristön tarkkailuun. Kuljettajan fyysistä tilaa ja ajokykyä voidaan tarkkailla esimerkiksi erilaisten kehon, ohjauspyörän ja muiden hallintalaitteiden käyttöä mittaavien sensoreiden avulla. Ajoneuvon ja sen ympäristön tarkkailua varten tarvitaan tietoa autosta (auton tekninen tila tms.), auton lähiympäristöstä (esteet liikeradalla, ajo-kaistamerkinnot, liikennevalojen havaitseminen tms.) sekä muuta saatavilla olevaa palveluinformaatiota (alentunut näkyvyys, liukkaat paikat tms.). (Friedewald & Da Costa 2003) Esimerkkeinä erilaisista sensoreista voidaan mainita vaikkapa BMW:n kehittämä autonovi, joka ei avaudu, jos liian lähellä sitä on este (Repo 2010).

Liikenteen hallinnan ja ohjauksen tavoitteena puolestaan on hyödyntää paremmin olemassa olevaa liikenneinfrastruktuuria sekä suojella ympäristöä (Friedewald & Da Costa 2003). Osioon liittyviä sovelluksia käytetään sekä julkisen että kaupallisen toiminnan piirissä ja palveluita tarjoavat mm. viranomaiset, kuljetusliikkeet, palveluntuottajat sekä ICT -teollisuus. Julkisen puolen sovellusten käyttökohteita ovat esimerkiksi liikennejärjestelmien johtaminen, liikennemäärien ennakointi, liikenteen valvonta sekä liikenteen reittisuunnittelu. Kaupallisen puolen sovelluksia ovat esimerkiksi kuljetusvälineiden tehokas järjestely sekä matkustaminen sähköisellä lipulla.

Suomessa matkalippujen myyntiin ja kulunvalvontaan on sovellettu RFID-teknologiaa jo 1980-luvun lopulta lähtien. Yksi pioneereista on ollut Oulun kaupunki, joka sovelsi nyt jo vanhentuneeksi miellettyä matalien taajuuksien RFID LF -teknologiaa julkisessa liikenteessä. Hyvin korkeita etätunnisteiden taajuusalueita (Ultra High Frequency) hyödyntävä UHF -tekniikka puolestaan mahdollistaa sekä lyhyen että pitkän matkan kommunikoinnin, joten sitä tullaan todennäköisesti hyödyntämään liikenteen seurantaan ja tietullien valvontaan. (Seppä 2009)

Tulevaisuudessa RFID -teknologian roolin uskotaan entisestään kasvavan liikenteen ohjauksessa ja valvonnassa. Valvonnan lisäämisen yhteydessä on käytävä kuitenkin syvällistä arvokeskustelua, sillä teknologiaa voidaan helposti käyttää kansalaisten yksityisyyden loukkaamiseen. (Seppä 2009)

### 6.3.2. Navigaatio

Mobiilipalveluiden tarve lisääntyy kaiken aikaa ja tieliikenne kasvaa Euroopan maissa ja maiden välillä. Kehitys lisää sekä yleisten sekä pitkälle kehittyneiden ajoneuvojen ohjaus- sekä navigointijärjestelmien kysyntää. Navigointijärjestelmiä tarjotaan sekä autoihin että henkilökohtaiseen liikkumiseen. (Friedewald & Da Costa 2003) Nykyiset navigointijärjestelmät perustuvat pääosin yhdysvaltain armeijan käyttämään GPS-satelliittipaikannukseen (Global Positioning System), joka on nykyisin maailmanlaajuisesti käytössä. Euroopan Unioni oli päättänyt ottaa käyttöön Galileo-nimisen eurooppalaisen satelliittinavigointijärjestelmän käyttöön vuoteen 2008 mennessä, jolloin Euroopan oman Galileo-järjestelmän odotettiin korvaavan kilpailijansa GPS:n. Nykyisen näkemyksen mukaan tämä toteutuu vasta vuoden 2014 tietämillä. Siihen mennessä EU on käyttänyt hankkeeseen rahaa lähes neljä miljardia euroa. (Yle nettiutiset 2.10.2009)

Euroopan komission mukaan oma eurooppalainen paikannusjärjestelmä mahdollistaa hyvin monenlaisten sovellusten kehittämisen. Esimerkkeinä on väläytely muun muassa lannoitteen täsmäsuihkutusta, tietullisovelluksia ja uusia opastinjärjestelmiä näkövammaisille. Suomelle eurooppalaisen paikannusjärjestelmän hyödyt jäänevät kuitenkin vaatimattomammiksi kuin Manner-Euroopassa, sillä Suomi kuuluu satelliittikeilojen reuna-alueisiin, eikä näin ollen pääse nauttimaan paikannuksen parhaista hyödyistä. (Yle nettiutiset 2.10.2009)

Yhdysvalloissa kuluttajille myydään erilaisia sijainnin jäljittämisen sekä liikkumisen seurannan palveluita, joihin voidaan liittää myös hälytystoimintoja. Tällaisia palveluita ovat esimerkiksi lapsen kulkureitin seuranta (kartan ja ilmakuvan perusteella) tai koontina tapahtumahistoria lapsen liikkumisesta. Toistaiseksi tällainen sähköinen lapsenvahti kertoo lapsen sijainnin, mutta ei sitä, mitä paikalla tehdään. (Morville 2006) Edelleen vastaavia paikannuspalveluita on tarjolla nuorten seurantaan, jotka kännykän paikannustietoihin perustuen antavat tietoja nuorten sijainnista ja liikkumisesta (Andrejevic 2007).<sup>10</sup>

Yhdysvalloissa autoihin on myös saatavilla ajonopeutta tarkkaileva siru, joka antaa esimerkiksi vanhemmille verkon välityksellä tietoa nuorten ajotavoista ja nopeuksista. Seurantapalveluita on myös tarjolla aikuisten arkeen kuten seurustelukumppaneille, pariskunnille, työntekijöille ja työnantajille ja niitä markkinoidaan lähipiirin luotettavuuden arviointipalveluina. (Andrejevic 2007). Facebook -yhteisöpalvelussa voidaan henkilöiden tietoihin liittää ns. Wayfinder -sovellus, jonka avulla käyttäjä voi antaa verkkoystävillään mahdollisuuden seurata sijaintiaan kartalta (Privat 2008; Karhula 2008). Lisäksi on kehitetty ns. kontekstipuhelinteknologia, jonka avulla voitaisiin seurata sekä haluttua kohdehenkilöä että myös muita paikallaolijoita, joilla on puhelin (Liikenneministeriö 2006; Karhula 2008).

Liikenneinformaatiota liikennevirroista sekä onnettomuuksista tarjotaan nykyisin lähinnä radiota kautta. Vaikka vaihtoehtoisia reittejä tarjotaankin ruuhkien välttämiseksi, monissa tapauksissa tämä informaatio perustuu vanhoihin tietoihin tai tiedot eivät tavoita kaikkia autoilijoita. Jotta voidaan varmistaa liikenteen vapaa kulku ja ihmisten sekä tavaroiden liikkuminen, reaaliaikainen navigaatio tarvitsee sekä reaaliaikaista liikenneinformaatiota että myös tietoa tie- ja sääolosuhteista. (Friedewald & Da Costa 2003)

---

<sup>10</sup> Myös lemmikkien paikantamiseen on markkinoilla yleisesti käytössä esimerkiksi kaulapantaan integroituja tunnistimia.

Mobiilin navigoinnin alalla on tapahtunut viime aikoina paljon. Nokia ilmoitti tammikuun lopulla tuovansa kaikkiin gps -puhelimiansa maksuttoman navigoinnin. Yhtiö uskoo navigoinnin olevan pian älypuhelimissa samanlainen ”pakollinen” ominaisuus, kuin nykyään lähes jokaisesta puhelinmallista löytyvä kamera. Nokian arvion mukaan tällä hetkellä vajaan 30 miljoonaa ihmistä käyttää kännykkäänsä navigointiin, mutta yhtiö uskoo mobiilin navigaation käyttäjien lukumäärän nopeasti tuplaantuvan 60 miljoonaan käyttäjään uuden palvelun lanseerauksen myötä. (Lukkari 2010)

Nokian lanseeraaman palvelun uskotaan ainakin jossain määrin syrjäyttävän puhtaasti navigointiin käytetyt laitteet myös liikenteessä. Tulevaisuuden liikennenaavigaation sovellus saattaa olla siis sama laite, jolla muutenkin langatonta viestintää hoidetaan. Nokian ratkaisun voidaankin nähdä edistävän ubiikkikehitystä, kun kuluttajat voivat yhden laitteen kautta käyttää yhä suurempaa määrää erilaisia palveluita ja sovelluksia.

### **6.3.3. Liikkumiseen liittyvä mobiilitieto ja viihdepalvelut**

Liikkumisessa ja liikenteessä tulisi saada samalla tavalla tietoa kuin kotona tai työpaikalla. Ajamiseen ja liikkumiseen liittyvän tiedon lisäksi sovellusten tulisi olla integroitua järjestelmiä, jotka kykenevät tarjoamaan ajajalle ja matkustajille myös viestintä- sekä viihdepalveluja ja myös työn tekemistä helpottavia palveluja kuten sähköpostien ääneen luku, ajan, tapahtumien, majoituksen ym. varausjärjestelmä. Liikkumiseen liittyvät viihdepalvelut koostuvat esimerkiksi palveluista kuten Internet-yhteys, TV:n katselu, musiikin kuuntelu, elokuvien katselu ja pelien pelaaminen. (Friedewald & Da Costa 2003)

Suurta laskentatehoa vaativien sovellusten, kuten vaikkapa HD -tasoisten elokuvien katsomisen uskotaan tulevaisuudessa toimivan on demand -periaatteella. Tällöin laskentatehoa kysyvät asiat voidaan siirtää palvelinpäähän ja sieltä takaisin autoon. Tällainen LTE -yhteydellä (Long Term Evolution) toimiva auto on vielä prototyyppi, mutta teknologian kehittäjät (Alcatel-Lucent, Atlantic Records, QNX Software Systems ja Toyota) uskovat sen yleistyvän parissa vuodessa. (Repo 2010)

### **6.3.4. Liikennesovellusten kehityskulkuja**

Liikennemäärät lisääntyvät, koska kansainvälinen erikoistuminen ja työnjako lisäävät kansainvälistä kaupankäyntiä ja tavaravirtoja. Samalla paineet ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi siirtävät kuitenkin tavaraliikennettä entistä enemmän pois kumipyöriltä rautateille ja laivakuljetuksiin. Liikenteen hallinta ja -valvonta helpottuvat oleellisesti RFID -teknologian sovellusten myötä. Etätunnisteita tullaan soveltamaan esimerkiksi tietullien keräämisessä.

Myös navigaatio-sovellusten merkitys liikennevirtojen ohjailussa kasvaa. Navigaattoreita sovelletaan yhä laajemmin samalla kun puhtaasti paikannuskäyttöön tarkoitettujen laitteiden lukumäärä todennäköisesti laskee. Paikannusteknologian sulautuminen matkapuhelimiin on jo alkanut ja tulevaisuudessa sen rooli tulee todennäköisesti entisestään kasvamaan.

Liikenneturvallisuutta parantamaan kehitetään useita sensoriverkkoteknologiaan pohjautuvia sovelluksia, jotka esimerkiksi tarkkailevat ajon aikana kuljettajan elintoimintoja ja fyysistä tilaa. Autoon sulautuva sensortechnologia pystyy tulevaisuudessa tuottamaan suuria määriä tietoa myös ajoympäristöstä. Ajoneuvojen muille matkustajille pystytään myös tarjoamaan monipuolisia viihdesovelluksia, kuten HD-tasoisia elokuvia pitkien ajomatkojen ajankuluksi.



Alla oleva taulukko 11 hahmottaa liikenteen kehitykseen vaikuttavien rajapyykkien saavuttamisen mahdollisia ajankohtia.

Taulukko 11. Liikennesovellusten kehityksen rajapyykkejä.

Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ LTE-yhteydellä toimiva auto markkinoille</li> <li>▪ Euroopan oma satelliittinavigointijärjestelmä Galileo aloittaa toimintansa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suomalaisen metsäteollisuuden rakenne- muutos energiaklusteriksi kasvattaa raaka- ainekuljetusten määrää maan sisällä</li> </ul>

## 6.4. Ostaminen ja kaupankäynti

Tämä sovellusalue sisältää B2B-, B2C- ja C2C-liiketoiminnan. B2B viittaa organisaatioiden väliseen kauppaan, kommunikointiin ja tietojen vaihtoon eli B2B-liiketoimintaan. Käsite B2C kattaa kuluttajille suunnatut Internet-palvelut ja sähköisen kaupankäynnin. B2C-liiketoimintaan voidaan lukea myös sähköiseen liiketoimintaan liittyvät tunnistusratkaisut, vaikka niiden merkitys myös B2B-liiketoiminnassa on erittäin suuri. C2C eli Consumer to Consumer kattaa kuluttajien väliseen asiointiin ja kaupankäyntiin liittyvät ratkaisut. Esimerkkejä C2C-ratkaisuista ovat erilaiset keskustelufoorumit, nettiyhteisöt ja tavaroiden myyntipaikat. (Heinonen et al. 2003) Tässä raportissa C2C-liiketoimintaa tarkastellaan sosiaalisen median mahdollisuuksien kautta.

### 6.4.1. B2B-näkökulma

Yksi merkittävistä e-liiketoiminnan kasvun edellytyksistä on mobiilin maksamisen kehittyminen. Tähänkin sovellukseen liittyy kiinteästi RFID -teknologia, jonka avulla matkapuhelimista voidaan tehdä RFID -lukijoita ja siten maksaa vaikkapa ostoksia koskettamalla kännykällä kassapäätettä. Jotta matkapuhelimista tulee RFID-lukijoita, pitää erityisesti matkapuhelimia varten kehitetyn lyhyen etäisyyden kommunikointitekniikan NFC:n (Near Field Communication) kuitenkin vielä edistyä. (Ailisto & Alahuhta 2008) 2010-luvulla NFC-teknologiaa käyttävien puhelinten lukumäärän uskotaan kasvavan 500 miljoonaan kappaleeseen (Seppä 2009).

VTT:n tekemän arvion mukaan mobiilimaksamiselle ei vielä ole Suomessa ja Euroopassa syntynyt markkinoita, kun taas Japanissa e-rahamarkkinat kehittyvät kovaa vauhtia ja mobiilimaksamisen palveluille on kysyntää (Ailisto & Alahuhta 2008; Tanaka 2008). Sähköisen rahan markkinoiden uskotaan Japanissa kasvavan 19,8 miljardiin euroon vuoteen 2012 mennessä. Markkinan on ennustettu saavuttavan 16 miljardin euron rajapyykin vuoden 2010 aikana. Tanakan mukaan (2008) Japanin markkinoilla oli jo muutama vuosi sitten tarjolla 70 erilaista B2B- ja B2C-palvelua mobiilimaksamisen saralla.

VTT:n mukaan Japanin mobiilimaksamisen markkinoiden nopean kehityksen takana ovat liiketoimintaympäristöstä kumpuavat erityispiirteet. Japanissa muutamilla suurilla yrityksillä on hyvin vahva oligopoli- ja monopoliasema, minkä vuoksi uusia teknologioita on tarvittaessa mahdollista ajaa

markkinoille hyvinkin nopeasti. Japanissa teknologian sisäänajo tapahtuu usein yhden suuren yrityksen tai valtiovallan päätöksellä, kun taas Euroopassa edetään monenkeskisten neuvottelujen kautta. Japanilaiset operaattorit uskovat RFID -lukijan sulauttamisen puhelimeen lisäävän matkapuhelimen käyttöä myös datan siirrossa, ja siten kasvattavan heidänkin liikevaihtoaan. Japanilainen teleoperaattori NTT ajoikin Felica-mobiilimaksamisen läpi 2004–2005 ja hanketta edistääkseen hankki omistukseensa oman pankin. Vastaavasti Euroopassa ja USA:ssa sama kehitys on vienyt vuosikymmenen. (Ailisto & Alahuhta 2008; Seppä 2009)

Pilviä eurooppalaisen mobiilimaksamisen taivaalle kerää myös oikeusministeriön kaavailema tulkinta Euroopan unionin maksupalveludirektiivistä. EU-direktiivin tarkoituksena on laittaa mobiilimaksamispalvelut samalle viivalle pankkien ja vakuutusyhtiöiden kanssa. Niiden rahaliikennettä säädellessään ja valvotaan ja nyt OM haluaisi ulottaa säätelyn kännykällä maksettaviin pikkuostoksiin, joissa teleyritys on vain laskuttajan roolissa. Pieniä kännykkäostoksia välittävät yritykset suhtautuvat sääntelyyn kuitenkin kielteisesti, sillä ostosten rooli on niiden liikevaihdossa vielä pieni. Hallituksen esitys uudeksi maksupalvelulainsiksi oli 18.2.2010 valiokuntakäsittelyssä ja talousvaliokunnan kantaa asiaan odotettiin noin kuukauden kuluessa. Säädeltäviksi kaavailtujen ostosten suuruusluokaksi väläyteltiin 10 euroa ylittäviä mobiiliostoksia. (Aamulehti 18.2.2010)

Muutos lainsäädännössä saattaa entisestään hidastaa suomalaisten mobiilimaksamisen markkinoiden kehitystä. Orastava markkina, jonka liikevaihto on vielä pieni, ei tarjoa operaattoreille kannusteita kehittää mobiilimaksamista, jos lisääntyvä sääntely pienentää alkujaankin pienen markkinan katteita. Aasian ubiikkitalouksien (Japani, Etelä-Korea) etumatka saattaa entisestään venyä.

#### **6.4.2. B2C-näkökulma**

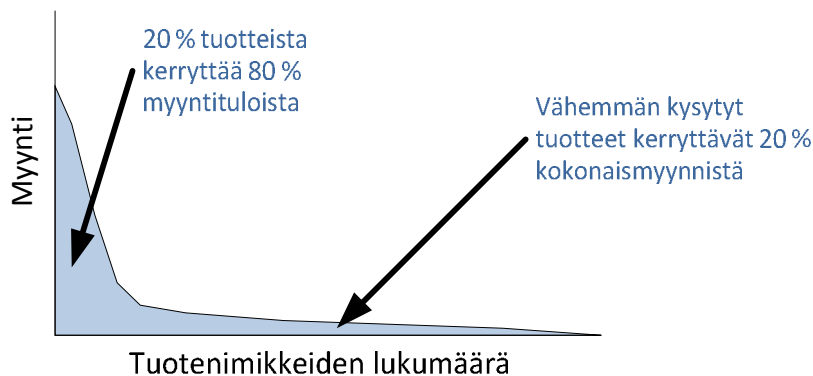
E-kaupankäynnin uudet muodot ovat onnistuneet perinteisen, fyysisiä myymäläketjuja ylläpitävien yritysten haastamisessa ja onnistuneet kaappaamaan osan niiden asiakasvirroista joustavien toimintatapojensa ansiosta. E-kaupankäynnin menestystarinoita, kuten Amazonia, Yahoota ja Googlea yhdistää se, että yhtiöt ovat menestyksellisesti muuttaneet toimintamallinsa ja sisäiset prosessinsa vastaamaan nopeasti muuttuvan Internet-ympäristön vaatimuksia. Suomalainen Habbo Hotel puolestaan on onnistunut luomaan kokonaan uuden markkinan, jossa virtuaalihuödykkeet vaihtavat omistajaa. (Hintikka 2007) Virtuaalihuödykkeisiin liittyvä aidolla rahalla tapahtuva kaupankäynti onkin nopeasti yleistynyt. Pelimaailmojen ympärille ja niiden ulkopuolelle virtuaalivaihdannan kautta syntynyt reaalityövähdän vaihdanta yltää varovaisten arvioiden mukaan vuosittain jo 3-10 miljardiin dollariin (Hintikka 2008).

E-kaupankäynnin menestystarinoille on yhteistä myös se, että ne ovat menestyksekkäästi huomioineet suuria palvelujen ja tuotteiden kysyntään liittyviä trendejä, kuten on demand-trendin tulo. Yhä useammin ihmiset valitsevat sovelluksia ja palveluita, joita eivät halua ”omistaa”, ts. ladata tietokoneelleen tai omistaa CD-romeja, vaan saavat haluamansa palvelun tarvittaessa käyttöön palvelun tuottajalta. Vuokraaminen on trendi, joka selkeästi haastaa omistamisen ainakin joidenkin palveluiden kohdalla. Kun fyysiset tuotteet eivät vaihda omistajaa, säästyy vastaavasti suuria logistiikkaan kuluja resursseja, jotka ovat pois liiketoiminnan katteista. Muita e-kaupankäynnin menestystarinoiden oleellisia komponentteja ovat olleet mainonnan menestyksekkäs hyödyntäminen ja käyttäjien vahva sitouttaminen palveluihin. (Hintikka 2007)

Pelkästään Internetissä toimivien myyjien on myös helppo soveltaa monessa tapauksessa menestyksekkääksi osoittautunutta niin sanottua pitkän hännän strategiaa. Termillä viitataan tuotevali-

koiman laajentamiseen myös vähemmän kysytyihin tuotteisiin. Esimerkiksi Amazon ja Google soveltavat liiketoiminnassaan tätä strategiaa. Perinteiset kivijalkakaupat, ts. myyjät, joilla on fyysinen toimipiste joutuvat rajoittamaan myymiensä tuotteiden valikoiman tietyn kokoiseksi tilanpuutteen ja varastointikustannusten vuoksi. Kaikkia mahdollisia tuotenimikkeitä ei voi pitää esillä, koska suurin osa kysynnästä kohdistuu noin viidesosaan tuotteista klassisen 20/80 -säännön mukaisesti (Hintikka 2007).

Pitkän hännän strategia perustuu laajan tuotevalikoiman tarjoamiseen



Kuva 6. Pitkän hännän strategia. (Anderson, C. 2006; Hintikka 2007).

Internetissä toimiva myyjä voi puolestaan sähköisesti listata huomattavasti suuremman määrän erilaisia tuotenimikkeitä ja tilata joustavasti tavarantoimittajalta asiakkaiden kulloinkin kaipaamat nimikkeet. Erilaisen jakelufilosofian ansiosta harvinaisempienkin tuotteiden hintoja on mahdollista painaa alas, jolloin niiden myynti kasvaa. Onkin väitetty, että verkkokaupat saavat tuotetyypistä riippumatta jo yli viidenneksen tuloistaan sellaisista tuotteista, joita ei löydy ketjumyymälöiden valikoimista. Hintojen laskemisen ja harvinaisempien tuotteiden sisällyttäminen Internet-myyjien valikoimiin saattaa myös vähentää piratismia, koska monet asiakkaat kokevat piraattituotteiden hankkimisen (hyvästä syystä) riskisijoitukseksi. Halvemmat hinnat laskevat kynnystä laillisesti kopioidun materiaalin hankkimiseen, ja laskevat piraattituotteiden kysyntää. (Hintikka 2007)

E-kaupankäyntiin tulee todennäköisesti voimakkaasti vaikuttamaan mobiilimaksamisen kehitys. Kuluttajamarkkinointiin voimakkaasti vaikuttava ilmiö on mainonnan kiihtyvä hintakilpailu ja entistä kovempi taistelu kuluttajien huomiosta uusin, innovatiivisin keinoin. Seuraava kappale keskittyykin kuvaamaan sosiaalisen median merkitystä tulevaisuuden liiketoiminnassa.

### 6.4.3. C2C-näkökulma

Merkittävän ansaintapotentialinsa vuoksi sosiaalinen media on monia yrityksiä kiinnostava sovellus. Sosiaalinen media tarkoittaa toistensa kanssa vuorovaikutuksessa olevien ihmisten välillä tapahtuvaa sisällön luomista, jakamista, vaihtamista ja kommentoimista virtuaalisissa verkostoissa ja yhteisöissä.

Määritelmän mukaan sosiaaliseen mediaan lasketaan myös käyttäjien areenat, työkalut ja toimintatavat. (Heinonen & Halonen 2007)

Sosiaalista mediaa voi metaforisesti kuvata digitaalisena kätenä, jossa kämmenen muodostaa voimaistuminen (empowerment). Sosiaalisen median viisi ”sorMEA” puolestaan ovat:

7. Identiteetti
8. Tunnustus
9. Luottamus
10. Yhteenkuuluvuuden tunne
11. Luovuus (Heinonen & Halonen 2007; Heinonen 2009)

Saadakseen muilta sosiaalisen median käyttäjiltä ”viiden sormen edut” pitää käyttäjän itsensä vastavuoroisesti tarjota muille sosiaalisen median käyttäjille tunnustusta, aihetta luottamukseen jne. (Heinonen & Halonen 2007; Heinonen 2009).

Sosiaalinen media edesauttaa uuden digitaalisen kulttuurin syntyä ja tarjoaa suuren liiketoimintapotentiaalin niille, jotka osaavat tulkita oikein alan heikkoja signaaleja. Heikkojen signaalien tunnistaminen on hyvin hankalaa, mutta palkitsevaa, sillä mitä helpommin tulkittavia signaalit ovat (= mitä tarkemmin ennakoitavissa oleva tulevaisuus), sitä vähemmän hyötyä niiden ymmärtämisestä on. (Ahlqvist et al. 2007)

Avain sosiaalisten medioiden kehityksen ymmärtämiseen on sosiaalisten ja yhteiskunnallisten vuorovaikutusten ja mekanismien parempi ymmärrys. Olennaiseksi kysymykseksi jää, mitkä ovat käyttäjien motiivit sosiaalisen median käyttämiseen ja sen kasvun ruokkimiseen? Sosiaalisen median käyttöä näyttäisivät motivoivan ainakin:

- Itsensä toteuttamisen halu
- Käyttäjien monet identiteetit
- Luottamuskysymykset
- Sosiaalisen median käyttäjien väliset monimutkaiset suhteet virtuaaliyhteisössä (Ahlqvist et al. 2007).

Sosiaalisen median avaaman liiketoimintapotentiaalin kartoituksessa keskeisin kysymys on: Mitä lisäarvoa käyttäjä saa, jos hän hankkii palvelun X sosiaalisen median välityksellä, eikä esimerkiksi jotain muuta reittiä (Ahlqvist et al. 2007)? Sosiaalisen median sovelluksille rakentuva liiketoiminta voidaan jakaa neljään pääkategoriaan (Ahlqvist et al. 2008):

12. Sosiaalinen media liiketoiminnan ytimenä
  - Sovellukset kuten Facebook, Twitter, Youtube ja Myspace ym.
13. Sosiaalinen media toiminnan mahdollistajana
  - Sovellukset kuten Wikipedia, TxtEagle, Aivo, SellBand
14. Sosiaalinen media liiketoiminnalle lisäarvoa tuovana tekijänä
  - Sovellukset kuten Taloussanomat, The New York Times, BBC

## 15. Sosiaalisen median suosiolle rakentuvat palvelut

- Sovellukset kuten Technorati, Google Advertising Programs, Lookery

Sosiaalista mediaa liiketoimintansa ytimenä hyödyntävät palvelut (1.) ovat täysin riippuvaisia käyttäjien toiminnasta ja lukumäärästä. Ansaintapotentiaali on suoraan riippuvainen palvelun käyttäjökunnan koosta. Toiseen kategoriaan (2.) sijoittuvat sovellukset, kuten esimerkiksi Wikipedia, käyttävät sosiaalista mediaa jonkin muun päämäärän saavuttamiseen. Wikipedian tapauksessa päämäärä on mahdollisimman kattavan tietosanakirjan kokoaminen ja sosiaalinen media on valjastettu tämän tavoitteen palvelemiseen. (Ahlqvist et al. 2008)

Liiketoiminnalle lisäarvoa ja tuovana tekijänä (3.) sosiaalista mediaa käyttävät muiden muassa mediatilat, kuten NY Times, Taloussanomat ja BBC (Ahlqvist et al. 2008). Näissä palveluissa mahdollisuus uutisista keskustelemiseen muiden käyttäjien kanssa ja niiden linkittäminen edelleen tuo lisäarvoa varsinaiselle ydinpalvelulle, joka on tietojen ja uutisten välitys.

Sosiaalinen media on epäsuorasti mahdollistanut myös suuren määrän muuta liiketoimintaa (4.). Myös tälle palveluiden kategorialle sosiaalinen media on *sine qua non*, eli ilman sosiaalisen median olemassaoloa ei myöskään olisi esimerkiksi Google AdSensen kaltaista sovellusta, jonka avulla yksityishenkilökin voivat helposti saada kotisivuilleen mainoksia ja hyödyntää niiden tuomaa tulovirtaa. (Ahlqvist et al. 2008)

Sosiaalisen median hallinta ja kartoittaminen on avannut liiketoimintamahdollisuuksia myös palveluille, kuten Technorati (Ahlqvist et al. 2008). Technorati on blogeihin keskittynyt hakukone, jonka tietokannoista löytyy viitetietoja lähes 113 miljoonasta blogista (Wikipedia a).

### 6.4.4. Ansaintalogiikka

Internet kokonaisuudessaan ja sen osa-alueista varsinkin sosiaalinen media ovat perinteisesti olleet loppukäyttäjille ilmaisia. Sovellusten päämääränä on ollut houkuttaa palveluille riittävästi käyttäjiä, ns. kriittinen massa, joka houkuttelee mainostajia ja tarjoaa siten mahdollisuuden tulojen kerryttämiseen. Monet sovelluksista edellyttävät käyttäjiltä henkilökohtaisia tietoja, joiden pohjalta mainostajat voivat entistä tarkemmin ja kustannustehokkaammin kohdentaa markkinointinsa heitä kiinnostaviin segmentteihin. (Ahlqvist et al. 2008)

Jotkut palvelut ovat myös onnistuneet muuttamaan tiettyjä osiaan käyttäjille maksullisiksi, joten loppukäyttäjille tarjottavan maksullisen palvelunkaan malli ei missään tapauksessa ole poissuljettu sosiaalisen median ansaintalogiikasta. Tärkeiksi tulonlähteiksi voidaan luokitella myös erilaisten kauppoja välittävien palveluiden keräämät välityspalkkiot. Sosiaalisen median sovelluksia on kritisoitu siitä, että ne näennäisestä ilmaisuudesta huolimatta ansaitsevat käyttäjiensä kustannuksella (Ahlqvist et al. 2008). Virtuaalimaailman luova yritys hyötyy käyttäjiensä lukumäärästä ja luovuudesta, kun entistä houkuttelevammaksi ja ”viihtyisämmäksi” muuttunut arena houkuttelee lisää uusia käyttäjiä ja siten kasvattaa mainostajia houkuttavien silmäparien lukumäärää.

VTT:n tutkimuksessa (Ahlqvist et al. 2008) sosiaalisen median kehittymistä tarkasteltiin reilun viiden vuoden päähän. Tutkimus lähtee liikkeelle vuodesta 2008, jota tarkasteltiin nykyhetkenä. Seuraava kokonaisuus on keskipitkä aikaväli 1-5 vuotta silloisesta nykyhetkestä ja viimeinen tiekartta ulottuu yli viiden vuoden päähän vuodesta 2008. Koska tutkimuksen julkaisusta tulee kuluneeksi kaksi vuotta, voidaan arvioida, miten hyvin tutkijoiden esittämä keskipitkän aikavälin kehitysskenaario on alkanut toteutua.

Jokaisessa tiekartassa kehitystä tarkasteltiin seuraavista näkökulmista (Ahlqvist et al. 2008):

16. Kehityksen keskeiset ajurit
17. Mahdollistavat teknologiat
18. Käyttäjätarpeet
19. Yhteisöjen rooli
20. Palvelut
21. Liiketoimintamallit

Vuonna 2008 kehityksen keskeisiksi ajureiksi mainittiin käyttäjien kasvava merkitys palveluiden kehittämisessä. Avoimen innovaation mallin suosion uskottiin kasvattavan käyttäjien roolia myös yritysten tuotekehityksessä. Tämänsuuntaisen kehityksen mahdollistavina teknologioina mainittiin tiedon louhinta (data mining) ja erilaiset blogit, palautejärjestelmät sekä keskustelufoorumit. (Ahlqvist et al. 2008)

Liiketoiminnan kannalta merkityksellisinä käyttäjätarpeina vuoden 2008 kuvauksessa mainittiin käyttäjien halu antaa palautetta tuotteista ja palveluista. Yhteisöt olivat tärkeässä roolissa tämän tavoitteen toteuttamiseksi, sillä palautteen antaminen ja arvostelu tapahtuvat juuri erilaisissa yhteisöissä, jotka tarvittaessa voidaan valjastaa palvelemaan myös tuotekehitystä avoimen innovaation periaatteen mukaisesti. Palautteen anto ja mielipiteiden vaihto puolestaan toteutuu yhteisöllisillä foorumeilla, joiden ylläpito on keskeinen kehitystä kannatteleva palvelu. Liiketoimintamallina nähtiin sosiaalisen median tuottaman tiedon parempi hyväksikäyttö markkinoinnin tarkemmaksi kohdentamiseksi. Käyttäjien keskustelu tuotteista nähtiin hyvänä markkinointikeinona, ja siksi yritykset pyrkivät tarjoamaan tälle keskustelulle sopivia areenoita. (Ahlqvist et al. 2008)

Sosiaalisen median kehityksen ajureina arvioidaan keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä olevan yhteisöllisyyttä lisäävien teknologioiden. Yhteisöllisyyden lisääntyessä kasvaa myös yritysten toiminnan läpinäkyvyyden vaatimus, kun keskustelufoorumeilla ja -yhteisöissä yhä herkemmin arvioidaan yritysten toimintaa ja uskottavuutta. Käyttäjät odottavat yrityksiltä yhä enemmän työkaluja ja foorumeita mielipiteiden vaihtamiseen. Mahdollistavana teknologiana uskotaan tiedon louhinnan merkityksen yhä kasvavan sekä keskipitkällä, että pitkällä aikavälillä. Keskipitkän aikavälin kehitystä vauhdittaa erityisesti mobiiliteknologioiden nopea kehitys, kun taas pitkällä aikavälillä uskotaan semanttisen tietoverkon synnyn mahdollistavan tiedon entistä sujuvamman haun ja vaihdannan. (Ahlqvist et al. 2008)

Lisääntyvä dialogi yritysten ja asiakkaiden välillä mahdollistaa tuotteiden ja palveluiden entistä tarkemman ja nopeamman räätälöinnin kunkin asiakkaan toiveiden mukaan. Sekä keskipitkän että pitkän aikavälin tärkeimpänä käyttäjätarpeena mainitaan juuri tarve tuotteiden ja palveluiden räätälöintiin. Yhteisöjen roolin kasvun ja tiedon vaihdannan lisääntymisen uskotaan keskipitkällä aikavälillä hyödyttävän ennen kaikkea toimintansa läpinäkyvyyttä ja vastuullisuutta korostavia yrityksiä. Pitkällä aikavälillä yhteisöjen roolin uskotaan merkittävästi muuttavan yritysten tuotekehityksen käytäntöjä. Tutkijat arvioivat, että yritykset hyödyntävät avoimen innovaation mallia ja keräävät asiakkailta ja yhteisöjen jäseniltä ideoita, joista osa jalostetaan pidemmälle jäsenensä selvästi tarkemmin valikoivassa tuotekehitysyhteisössä. Tuotekehitysyhteisöön liittyminen sallitaan vain tietyille luotettujen

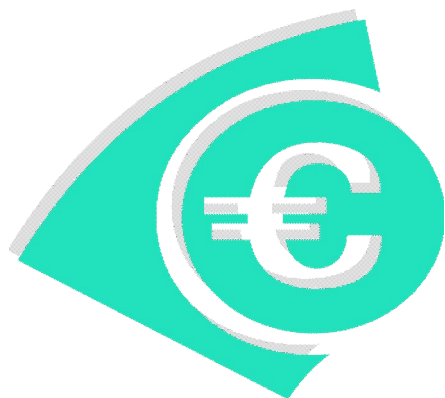
asiakkaiden yhteisöille. Tällöin ainoaksi ulkopuolisilta täysin suljetuksi toiminnoksi jää yrityksen strategiaprosessi, joka edelleen säilyy pelkästään yrityksen sisäisenä kehitystyönä. (Ahlqvist et al. 2008)

Palvelutarjonnan kehityksen uskotaan suuntautuvan keskipitkällä aikavälillä tuoteräätälöintiä edistävien sovellusten ja foorumeiden luomiseen. Pitkällä aikavälillä asiakkaiden itse tekemän tuotteiden räätälöinnin uskotaankin olevan jo todellisuutta. Yhteisöllisyyttä edistävät teknologiat tekevät niche- ja massaräätälöinnistä toimivan liiketoimintamallin yrityksille. Tuotteiden ostamisen ja myymisen mobiiliteknologian avulla uskotaan yleistyvän runsaasti jo keskipitkällä aikavälillä. Sosiaalisen median sovellusten avulla tapahtuvan infrastruktuurin kunnossapidon ennakoidaan myös toteutuvan lähitulevaisuudessa. (Ahlqvist et al. 2008)

#### 6.4.5. Ostamisen ja kaupankäynnin kehityskulut

RFID -teknologian kehitys tulee vaikuttamaan laajalti sekä B2B että B2C -markkinoiden kehittymiseen. Matkapuhelimiin sulautuva teknologia tekee uudenlaiset palveluiden ja tuotteiden ostamisen tavat mahdollisiksi ja synnyttää suuren määrän liiketoimintaa sekä yritysten välillä että kuluttajamarkkinoilla. Aasian etumatka mobiilimaksamisen saralla on kiistaton ja Suomessa kaavailut lainsäädännön muutokset saattavat lisätä sitä entisestään. Teknologian mahdollisuudet ovat kaikesta huolimatta niin suuret, että sen sovellusten lukumäärä lähtee lähitulevaisuudessa todennäköisesti jyrkään kasvuun. Markkinan koon kasvaessa lainsäädännön rajoitteet muodostavat pienemmän uhan, kuin vasta kehittyvillä markkinoilla.

Kuluttajamarkkinoiden kehitykselle suuntaa näyttäneet vahvat Internet-brandit ovat ketterästi ennakoineet sähköisten kuluttajamarkkinoiden kehityssuuntia ja uskovat maailman muuttuvan entistä enemmän on demand -yhteiskunnaksi, jossa palvelun käytön mahdollistavia tuotteita, kuten ohjelmistoja ei enää haluta omistaa, vaan riittää, että ne saa tarvittaessa joustavasti käyttöön. Vuokraus onkin nouseva trendi, joka määrittelee monien kuluttajamarkkinoille suunnattavien palveluiden kehityspuitteita.



- Etätunnistusteknologian sovellukset maksamiseen ja tuotteiden ostoon
- ON DEMAND -maailmaan siirtyminen
- Sosiaalisen median rooli yritysten toiminnan vahtikoirana ja kehittäjänä

Kuva 7. Sähköisen kaupankäynnin uusia sovelluksia tuottavat muutosvoimat.

C2C-markkinoiden valtava koko houkuttelee mainostajia ja yrityksiä, mutta sosiaalisen median nopeat muutokset tekevät ympäristöstä myös erittäin haastavan. Voittajahevosta on tässä ympäristössä vaikea veikata, sillä jotkut palvelut keräävät nopeasti suuren käyttäjäkunnan, mutta myös kuihtuvat ja vanhentuvat hyvin nopeasti, kun taas jotkut sovellukset onnistuvat vetoamaan ihmisluontee-

seen syvällisellä tasolla ja varmistavat siten suosionsa melko kestävästi. Varmaa on, että sosiaalisen median suosio kasvaa, vaikka sen areenat ja väylät muuttuvatkin. Tietokoneistuminen tuo netin käyttäjiksi yhä suurempia ihmismassoja ja kontaktiverkot muuttuvat maailmanlaajuisiksi. Yhä useammat yritykset huomaavat WoM-markkinoinnin tehon ja kannustavat ihmisiä keskustelemaan luomillaan foorumeilla. Yritystoiminnan läpinäkyvyys ja eettisyys korostuvat, kun tieto yritysten toimista kulkee sosiaalisen median sovellusten kautta huimaavalla nopeudella ympäri maapallon.<sup>11</sup> Tulevaisuus onkin yritysten, jotka onnistuvat tekemään toiminnastaan riittävän läpinäkyvää ja tarjoamaan kuluttajille entistä parempia ja helppokäyttöisempiä foorumeita mielipiteiden ja kokemusten vaihtoon. Alla olevassa taulukossa 12 on tiivistetysti hahmoteltu ostamisen ja kaupankäynnin kehityskulkuja aikaan suhteutettuna.

*Taulukko 12. Ostamisen ja kaupankäynnin sovellusten kehitys lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä.*

Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Japanin mobiilimaksamisen markkinoiden koko ylittää 16 miljardia euroa 2011</li> <li>▪ Virtuaalivaihdannasta kumpuava reaali-ilman rahallinen vaihdanta kasvaa</li> <li>▪ Pitkän hännän liiketoimintamallin omaksunta lisääntyy</li> <li>▪ Mobiilimaksamisen merkitys kasvaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ NFC-tekniologiaa sisältävien mobiililaitteiden lukumäärä ylittää 500 miljoonaa kappaletta</li> <li>▪ Sosiaalisen median merkitys liiketoiminnassa korostuu entisestään</li> <li>▪ Yritykset muodostavat sosiaalisen median avulla uusia kumppanuuksia strategiseen tuotekehitykseen</li> </ul>

## 6.5. Koulutus ja oppiminen

Yhteiskunnan muuttuvissa toimintaympäristöissä koulutus ja oppiminen ovat yhtä lailla muutoksessa ja moninaisten haasteiden edessä kuin muukin toiminta. Tietoyhteiskuntakehitys tarjoaa koulutukseen ja oppimiseen mahdollisuuksia, mutta myös haasteita jokapaikan tietotekniikan sovelluksille. Nopea tieto- ja viestintäteknologian (ICT) kehitys on tarjonnut toisaalta mahdollisuuden päättymättömälle koulutusprosessille, elinikäiselle oppimiselle (life-long learning) sekä toisaalta teknologiset innovaatiot ovat edistäneet parempien oppimista tukevien työkalujen kehittämistä.

Tällaisten työkalujen avulla voidaan joustavasti räätälöidä henkilökohtaisia opintosuunnitelmia ja tarjota kaikille yhtäläiset mahdollisuudet oppiin, tietoon ja opintomenestykseen (Friedewald & Da Costa 2003). ICT:n kehitys on myös siirtänyt painopistettä pois opettajakeskeisestä toimintamallista oppimiskeskiseen suuntaan ja opetuksen uusi paradigma perustuu tekemällä oppimiseen (learning by doing), viestintään (communication) sekä jakamiselle (sharing). Kehityskulku saattaa johtaa kohti oppimisyhteiskunnan ideaalia, jossa kaikki opettavat ja oppivat, mutta oppilaitos ei ole ylin auktoriteetti (Hargreaves 1997). Koulutuksen eri osapuolten ja tahojen on yhteistyössä luotava aivan uusia oppimisympäristöjä ja osaamiskehityksen kohtauspaikkoja (Aalto et al. 2008).

<sup>11</sup> Yritysten liiketoiminnan ja brändimarkkinoinnin kehittämisessä on tärkeää seurata virtuaalisten yhteisöjen merkityksen kasvua. Puhutaan jo virtuaalisten kuluttajayhteisöjen aikakaudesta (Pajuniemi 2009).



Jokapaikan tietotekniikan sovellusten näkökulmasta katsottuna oppimisen aktiivisia menetelmiä ovat a) kaikkien aistien kautta tapahtuva oppiminen (näkö, kuulo, haju, maku, tunto), b) kaikilla mahdollisilla menetelmillä tapahtuva oppiminen (koulu, verkossa) sekä c) ilman tilaa ja aikarajoitteita tapahtuva pääsy tietoon ja osaamiseen (missä tahansa ja milloin tahansa). (Friedewald & Da Costa 2003) Visuaalisen ja moniin aisteihin vetoavan opetuksen tukena käytetään tällä hetkellä ohjelmia ja elektronisia laitteita, kuten tietokoneita, CD:tä, Internetiä, Intranetia ja multimediaa (Islas et al. 2007).

Kiinnostavia uusia sovelluksia ja työkaluja sähköisessä koulutuksessa tai e-oppimisessa (e-learning) ovat verkkopohjainen oppiminen, virtuaaliset luokkahuoneet ja digitaalinen yhteistyö tai ryhmätyönteko. Opetuksen tukena käytettävät tietokonepohjaiset ohjelmat ja elektroniset laitteet alkavat olla jo käytössä vakiintuneita. (Islas & et al. 2007). Sosiaalisen median hyödyntäminen osana oppimista ja koulutusta on vielä kehittymässä oleva sovellus.

Kauemmas tulevaisuuteen, eli aina vuoteen 2030 saakka suuntautuvassa ennakoinnissa asian tuntijat ovat arvioineet koulutuksen kehityksessä seuraavien teknologioiden mahdollisuuden. Verkko (Web) 17.0, Integroidut elinikäisen oppimisen järjestelmät, reaaliaikainen tietäminen ja oppiminen, julkisen viestinnän käyttö tiedonhankinnan perustana, simulaatioiden käyttö, e-opetus, globaalit online simulaatiot, kannettavat keinoälylaitteet ja ihmistä älykkäämmät tietokoneet (Glenn & Gordon 2007). Muita käytännön sovelluksia uskotaan olevan muun muassa opetustilassa oleva koko seinän kokoinen näyttöruutu ja 3D- ulottuvuus. Myös sähköiset kirjat, artikkelit ja tutkimusarkistot yleistyvät entisestään.

Varsinaiset oppimisen ympäristöt ovat ubiikkiyhteiskunnassa ”älykkäitä” ja medioituneita”. Tilat tulevat muunneltaviksi ja monin tavoin säädeltäviksi kulloisenkin tarpeen mukaan (kuvat, videot, värit, valot, tuoksut, äänet). Myös pinnat medioituvat (pöydät, sohvapöydät, seinät) (Anderson, P. 2006).<sup>12</sup> Oppimisympäristöt hyödyntävät RFID- ja sensoriteknologiaa tiedon keräämiseen ympäristöstä. Vuorovaikutuksesta tietokoneiden kanssa tulee entistä saumattomampaa, eikä oppijan tarvitse enää käyttää aikaa laitteiden hallinnan opetteluun, vaan hän voi täysipainoisesti keskittyä kulloisenkin oppimistehtävän ratkaisuun. (Ley 2007) Myös virtuaalisiin maailmoihin rakennetut oppimisympäristöt tulevat merkittävästi yleistymään. Opettavaiset pelit ja mielenkiintoiset kolmiulotteiset virtuaali-maailmat ovat tulevaisuuden oppijalle tärkeitä tiedon hankinnan väyliä. Esimerkiksi Stanfordin yliopistossa on jo luotu pelisimulaatio, jonka kautta opiskelijoille opetetaan onnettomuustilanteessa toimimista ja ensiavun antamista. (Becta Research Report 3/2008)

Mobiililaitteet mahdollistavat yhä sosiaalisemman ja monipuolisemman oppimiskokemuksen tulevaisuudessa. Kaikkien mukana kulkevat kameroilla varustetut mobiililaitteet mahdollistavat oman oppimateriaalin tuotannon välittämällä eri kohteista kuvaa tarvittaessa myös lähes reaaliaikaisesti. GPS:n avulla välitetyillä paikkatiedoilla voidaan esimerkiksi luokkaretkistä tehdä entistä rikkaampia oppimiskokemuksia. Langattomien teknologioiden avulla ajasta ja paikasta riippumattoman oppimiskokemuksen ihanne on mahdollista saavuttaa. (Anderson 2006). Kehityksen aikajänne on suuri kysy-

<sup>12</sup> Esimerkki tulevaisuustietoisuuden oppimisympäristöstä digitaalisia ja virtuaalisia tekniikoita ja yhteisöjä fyysisessä tilassa hyödyntäen on Luova tulevaisuustila (CreaFore = Creative Foresight Space). Luovan tulevaisuustilan kirjastopilotti toteutettiin Helsingissä vuonna 2009 ja vuonna 2010 toteutetaan yrityspilotti Hämeenlinnan Innoparkissa. CreaFore -hankkeen nettisivuilla on luovan tulevaisuustilan konseptista lisätietoa osoitteessa [www.lib.hel.fi/fi-FI/kohtaamispaikka/luovatulevaisuustila/](http://www.lib.hel.fi/fi-FI/kohtaamispaikka/luovatulevaisuustila/). Luova tulevaisuustila on digikulttuurin ilmentymä ja tähtää kokemuksellisen ja innovaatiohakuisen ubioppimisympäristön tuottamiseen.

mys, johon kenelläkään ei ole riittävän tarkkaa vastausta. Oppimista tukevan ubiikkiteknologian toteutumisen sensoriverkkoineen ja edistyneine RFID-sovelluksineen uskotaan vievän vielä ainakin kymmenisen vuotta (Ley 2007). Alla oleva taulukko 13 hahmottaa kehityksen mahdollista aikajännettä.

Taulukko 13. *Oppimisen sovellusten kehitys vuoteen 2020 mennessä.*

Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sosiaalisen median merkitys oppimisen apuvälineenä kasvaa</li> <li>▪ Itse tuotettu oppimateriaali yleistyy</li> <li>▪ Virtuaalisiin ympäristöihin ja peleihin sulautetut oppimisympäristöt yleistyvät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sensoriverkkojen ja RFID:in sovellukset oppimisympäristöjen luomisessa yleistyvät</li> <li>▪ Kannettavat keinoälylaitteet ja ihmistä älykkäämmät tietokoneet tulevat markkinoille</li> </ul>

## 6.6. Kulttuuri, vapaa-aika ja hovit

Vapaa-ajan arvostamista ja leppoisaa elämistä pidetään yhtenä orastavana kehityssuuntauksena tai lähes jo trendinä, josta on havaittu useita heikkoja signaaleja. (Heinonen 2007; Heinonen 2010). Vapaa-aikaa on lisännyt työajan lyhentymisen ja koneistuminen, joka on nopeuttanut arjen askareiden suorittamista. Nämä yhdessä sekä suuri entistä terveempi ja pitkäikäisempi eläkeläisten joukko tarkoittavat myös kasvavaa kysyntää erilaisille vapaa-ajan viettoon liittyville tuotteille ja palveluille. Tämä sovellusalue sisältää kulttuuriperintöön, kulttuuriseen osallistumiseen, medioihin, viihteeseen/ajanvietteeseen liittyviä asioita. (Friedewald & Da Costa 2003)

Kulttuuriperintöön liittyviä asioita ovat kulttuuriperinnön säilyttäminen ja organisointi (digitalisointi, digitaaliset kirjastot ja museot, multimedia, tiedon varastointi, tietokannat, tiedon haku ja rouhinta ym.) sekä kulttuuriperintöön ja historiaan liittyvien paikkojen, museoiden ja näyttelyiden synnyttämien kokemusten välittäminen ihmisille sekä fyysisin että virtuaalisin keinoin (virtuaalinen multimedia, historialliset animaatiot, elävä kokemus aikamatkasta, meta-näyttelyt ym.). (Friedewald & Da Costa 2003)

Kulttuuriseen osallistumiseen sisältyvät käynnit (myös virtuaalisesti) elokuvissa, teatterissa, tansseissa, musiikkiesityksissä, huvipuistoissa, urheilutapahtumissa jne. Edelleen taiteen tekeminen ja luovan ilmaisun muodot kuuluvat tähän kategoriaan (Friedewald & Da Costa 2003). Yhtenä kulttuurisena ubi-ilmentymänä on digitaalinen runous. Digirunous tarkoittaa kaikkea runoutta, johon liittyy olennaisesti tietokone ja teknologian hyödyntäminen teoksen tuottamisessa. Videorunoissa sanat saavat tuekseen kuvan ja äänen. Digirunous lähestyy videotaidetta, mutta se on sanapainotteisempaa. (Mattila 2010)

Mediaan liittyviä asioita ovat lukeminen (sanomalehti, aikakauslehti, kirja) sekä uutiset ja tiedotus (Friedewald & Da Costa 2003). Viihteeseen liittyviä asioita ovat mm. multimedial tarjonta viihde (kuunteleminen, katsominen, vuorovaikutus), leikkiminen ja pelaaminen.

Peli- ja viihdesovellukset ovatkin merkittävä yhteiskuntaan ja talouteen vaikuttava muutosvoima. Käyttöjärjestelmiä ja joitakin yleisimpiä ohjelmia lukuun ottamatta informaatioteknologian suosituimpiin sovelluksiin kuuluvat nimenomaan pelit, jotka edustavat ihmisille rentoutumista, leik-

kiä ja itsensä toteuttamisen mahdollisuuksia, eli merkityksellistä vapaa-aikaa. Vaikka pelejä on pidetty perinteisesti melko miehisinä harrasteina, jakautuu yhä useamman pelin käyttäjäkunta tasan sukupuolten välillä. Pelaajat kuluttavat pelaamiseen myös yhä enemmän aikaa ja rahaa. (Mäyrä 2005)

Peliteollisuuden toimiala voidaan karkeasti jakaa laitteistoalustojen valmistukseen, pelien kehittämiseen ja pelien julkaisuun ja jakeluun keskittyviin toimintoihin. Laitteistoalustojen valmistus ja kansainvälinen pelien julkaisu toiminta vaativat kannattaakseen suuruuden ekonomiaa, joten suomalaiset pelialan toimijat ovatkin pääasiassa pelien kehittäjiä. Suomalaiset pääsivät peliteollisuuteen kiinni hieman myöhään, mutta ovat kuroneet etumatkan kiinni ja muodostaneet pienen horisontaalisen kansallisen klusterin, joka on luonut muutamia hittipelejä, kuten esimerkiksi Max Payne. Suomalaisen vahvuus pelikehityksessä on ollut kuluttajanäkökulman painottaminen perinteisen teknologiaosaamisen rinnalla. (Syrjänen et al. 2007)

Keskeinen pelialan kehitystä ja kasvua vauhdittava ajuri on tietotekniikan laskentatehon kasvu. Se mahdollistaa entistä monipuolisemmat ja houkuttelevammat virtuaaliympäristöt. Yhteisöllisyyden ja itsensä toteuttamisen merkityksen kasvu puolestaan ohjaa pelimaailmaa kohti uusia ulottuvuuksia. (Syrjänen et al. 2007) Käyttäjien luomat peliympäristöt alkoivat yleistyä 1990-luvulta lähtien, jolloin tietokonepeliyhtiöt kuten id Software alkoivat tarjota pelaajille mahdollisuutta nk. modaamiseen, eli peliympäristön rakentamiseen omien toiveidensa mukaisesti. Nykyisin yhä useampiin peleihin rakennetaan mahdollisuus käyttäjien omaan muokkaukseen, jolloin pelitalojen rooliksi jää luoda peliin eräänlainen kehyskertomus käyttäjien rakentaessa itse oman pelikokemuksensa. Pelitalojen ansaintalogiikka perustuu tällöin enemmän erilaisten ”rakennuspalikoiden” tuottamiseen pelaajille. (Hintikka 2008)

Peliympäristöjen luomiseen ja pelikokemuksen rikastuttamiseen tarkoitettuista hyödykkeistä on syntynyt oma suuri liiketoiminnan alalajinsa. Virtuaalimaailman hyödykkeitä vaihdetaan aidolla rahalla, ja markkina kasvaa nopeasti. Yksittäiselle pelaajalla hyödykkeen arvo syntyy taloudellisesta hyödyistä ja sosiaalisista suhteista, eli virtuaalihyödykkeen arvon keskeinen määrittäjä on samaa peliä pelaavien pelaajien lukumäärä. Mitä suurempi virtuaaliyhteisö on, sitä paremmat ja tehokkaammat mahdollisuudet virtuaalihyödykkeiden vaihdantaan ja sen suurempi arvo näille hyödykkeille. Pelimaailmojen ympärille ja niiden ulkopuolelle virtuaalivaihdannan kautta syntynyt reaalityalouden vaihdanta yltää varovaisten arvioiden mukaan vuosittain jo 3–10 miljardiin dollariin. (Hintikka 2008)

Käytännössä vaihdanta perustuu virtuaalimaailmoissa myytävien lisävarusteiden (esim. virtuaalitalojen huonekalut) ja pelihahmojen ominaisuuksien (esim. liikkeet, taidot) kauppaan. Toiset käyttäjät tai yritykset kehittävät virtuaalituotteita, joita jotkut pelaajat eivät itse ehdi tai viitsi kehittää, vaan ostavat ne virtuaalimarkkinoilta. Linden Labin kehittämässä Second Life -pelissä vaihdannan välineenä on Linden-dollarit, jolla on reaalityalouden dollariin sidottu vaihtokurssi. Second Life tarjoaa käyttäjille areenan hahmon luomiseen ja elämysten hankkimiseen, mutta ei yleisesti peleihin liitettäviä tehtäviä tai tavoitteita. SL onkin käytännössä vain alusta, jonka päälle käyttäjät luovat kaiken sisällön. Linden Lab tarjoaa alustan ilmaiseksi pelaajien käyttöön ja veloittaa vain pelaajien SL:ssä ostamista tonttimaasta. Yritys ottaa myös komission virtuaalimaailmassaan tapahtuvasta vaihdannasta, jonka arvoksi on arvioitu 220 miljoonaa reaalityalouden dollaria.

Käyttäjien rakentama ympäristö on luonut virtuaalimaailmaan myös ammattikuntia, kuten virtuaalimaailman rakennuksia suunnittelevat arkkitehdit ja mainoskampanjoita tehtailevat markkinointimiehet, jotka saavat sähköisistä aikaansaannoksistaan maksun reaalityalouden valuutaksi helposti vaihdettavina Linden-dollareina. Sähköisessä ympäristössä alkunsa saava liiketoiminta on Yhdysval-

loissa alkanut kiinnostaa myös verottajaa, mutta on hankala määrittää, mikä valtio lopulta olisi oikeutettu verottamaan virtuaalimaailman vaihdannasta syntyviä tuloja. (Hintikka 2008)

Mitä suuremmaksi virtuaalimaailmojen vaihdannan arvo kasvaa ja mitä helpommin virtuaalivaluutta voidaan vaihtaa reaali maailman valuutaksi, aletaan kysymykseen epäilemättä vakavissaan pohtia ratkaisua. Virtuaalivaluutta voi jopa syrjäyttää reaali maailman valuuttoja, kun sen vaihdantavolyymi kasvaa ja likviditeettiongelmat ratkaistaan. Pelaamisen merkittävin vaikutus reaali taloudelle saattaakin olla ennen kaikkea uuden laajasti tunnustetun vaihdannan välineen synty. Merkityksellisen vapaa-ajan ja mielekkään tekemisen kaipuu saattaa synnyttää pohjan kokonaan uudennlaisille valuuttamarkkinoille, kun tietoverkkojen käyttäjien lukumäärä entisestään kasvaa. Alla olevassa taulukossa 14 on hahmoteltu keskeisiä viihde- ja pelialan rajapyykkejä.

Taulukko 14. *Kulttuuri-, vapaa-aika- ja huvisovellusten kehitys.*

Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Virtuaalimaailmat monipuolistuvat ja niiden käyttäjät lisääntyvät entisestään tietoteknisen kehityksen levitessä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Virtuaalivaluuttojen merkitys ja määrä kasvaa</li> <li>▪ Kysymys virtuaalimaailman rahavirtojen verottamisesta ratkaistu?</li> </ul>

## 6.7. Hyvinvointi ja terveys

Terveyden sovellusalue sisältää kolme osittain risteävää pääluokkaa. Luokat ovat ennaltaehkäisy, parantaminen sekä terveydenhuolto. Ennaltaehkäisevä toiminta, jota nykyinen terveyttä vaaliva elämäntyyli korostaa, suuntautuu pääosin tiedonvälitykseen, valvontaan, mittaamiseen ja seurantaan sekä sairauksien ennaltaehkäisyyn. Parantaminen suuntautuu sairauksien hoitoon ja itse paranemisprosessiin ja sen toimintoja ovat mm. diagnosointi, lääkehoito sekä paranemista vahvistava hoito. Terveydenhuolto puolestaan liittyy järjestelmiin ja toimintoihin, joiden avulla edistetään ihmisten terveyttä ja paranemisprosessia, tuetaan tervettä jokapäiväistä elämää sekä huolehditaan erityisryhmien terveydenhoidon tarpeista. (Friedewald & Da Costa 2003)

Ennaltaehkäisyyn liittyvä omasta hyvinvoinnista ja terveydestä huolehtiminen on vahva nykytrendi ja sen nähdään entisestään vahvistuvan tulevaisuudessa. Ihmisten suurimpia huolia on oman ja lähimmäisten terveyden vaaliminen. Terveysteknologiset laitteet ja välineet ovat keskeisiä, kun hyvinvointia ja terveyttä yksilötasolla edistetään. Ihmiset käyttävät paljon rahaa terveysteknologiaan laitteisiin, -välineisiin ja terveysvaikutteisiin kulutustavaroihin. (Terveen teknologian tekijät 2007)

Kysyntä terveyttä edistävästä ja ylläpitävästä ruoasta, välineistä ja laitteista pysyy entisellään tai kasvaa tulevaisuudessa. Ubiteknologiaa sisältävät tuotteet terveyden saralla kiinnostavat kuluttajia. Tällä hetkellä kaupallisilla markkinoilla on erilaisia urheilu- ja terveyssovelluksia, joissa käyttäjiltä mitataan sykettä tai muita suureita urheilusuorituksen aikana. Älyvaatteiden invaasiosta on puhuttu jo kauan. Älyvaatteiden kehittämisessä yksi suuri haaste on niiden hinnan laskeminen tavallisten kulutustavaroiden tasolle. Vaatetuksen ohella merkittävä älytekstiilien sovelluskohde on lääketiede.

Esimerkiksi biohajoavista kuiduista kudottu verisuoni voidaan ommella puuttuvan suonen paikalle. Elimistö kasvattaa ympärille oikean verisuonen, ja tekstiilisuoni hajoaa. (Salin 2008)

Parantamiseen liittyvässä terveydenhuollon ammattilaisen työssä tarvitaan kykyä nopeisiin päätöksiin, joissa yhdistetään potilaan tutkimisella saatu tieto suureen määrään lääketieteellistä tietoa diagnooseista ja hoidosta. Älykäs terveydenhuolto, jossa hyödynnetään tietotekniikkaa, on yksi keino tuoda apua päätöksenteon tueksi. Sen yhtenä sovelluksena ja kehittämiskohtena ovat sähköiset potilaskertomukset, joissa potilaan tiedot on tallennettu rakenteelliseen muotoon. Toinen tärkeä kehittämiskohde on lääketieteellisen tutkimustiedon jalostaminen helposti löydettävään muotoon. Näiden avulla jatkuvasti lisääntyvä tieto saadaan tehokkaasti hyödyntämään terveydenhuollon ammattilaisten päivittäistä työtä. Tietojen fyysisestä olinpaikasta riippumaton tietojen saatavuus ja käsittelymahdollisuus vaativat järjestelmien saumatonta yhteistoimintaa ja tietoturvallisia ratkaisuja. (Forsström & Jyväsjärvi 2006)

Merkittäviin terveydenhuollossa kehitteillä oleviin uusiin ubisovelluksiin kuuluu niin sanottu älynaula, joka on ”älykästä metallia” sisältävä luuydinnaula. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi luun venytykseen. Naulan sisällä on Yhdysvaltain laivaston kaikuluotaimiin kehittämää metallia, joka venyy magneettikentässä. Älymetallitekniikalle on kehitteillä myös muita sovelluksia, kuten hoitolaite skolioosiin eli kierselkäisyyden hoitoon ja myös teknologian soveltamista liian lyhyeksi jääneen alaleuan venyttämiseen mietitään. (Repo 2010)

Ubiikkikehityksen luonteeseen liittyy kuitenkin ongelma, johon terveydenhuollon erityisryhmien kohdalla on kiinnitettävä erityistä huomiota. Esimerkiksi näkö- ja kuulovammaisille ubiikkitekniikan käyttäminen on hankalaa, koska he tarvitsevat usein jonkun apua laitteiden käytössä. Tällöin on vaarana luottamuksellisen tiedon päätyminen kolmannen osapuolen haltuun. (Briggs & Little 2009) Vammaisille (joita eräiden arvioiden mukaan on maailmassa 750 miljoonaa) ubiikkitekniikan omaksuminen saattaa usein olla huomattavasti valtaväestöä hankalampaa, sillä he tarvitsevat teknologian käyttämiseen avustavia laitteita, mikä puolestaan sotii kaikkeen sulautuvan ja arkipäiväistyvän tietotekniikan käsitystä vastaan. Teknologinen kehitys saattaa hallitsemattomana entisestään leventää ja syventää kuilua digitaalitekniikkaa hallitsevan ja hallitsemattoman väestöosan välillä. (Briggs & Little, 2009)

Ubiikkitekniikkaan pohjautuvaan maailmaan ei tulisikaan suunnitella erilaisia käyttöä helpottavia ”välilaitteita” käyttäjille, jotka vammojensa vuoksi eivät kykene teknologian käyttämiseen suoraan. Sen sijaan ubiikkiarkkitehtuurin suunnitteluvaiheessa on jo huomioitava kaikki erilaiset käyttäjäryhmät, jotta teknologian käyttöä helpottavat avustavat laitteet pystytään jo varhaisessa vaiheessa sulauttamaan mukaan arkkitehtuuriin. (Emiliani & Stephanidis 2005) Alla olevaan taulukkoon on hahmoteltu terveyteen liittyvien sovellusten kehityskulkuja.

*Taulukko 15. Hyvinvoinnin ja terveyden sovellukset lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä*

<b>Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015</b>	<b>Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Älymetallisovellusten lukumäärä lisääntyy</li><li>▪ Ennaltaehkäisyyn painotus terveydenhoidossa lisääntyy</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ubitekniikan käyttöliittymät kehittyvät helpokäyttöisemmiksi ja mahdollistavat teknologian omaksumisen myös vammaisille ja muille erityisryhmille</li></ul>

## 7. TIEKARTAT

Tiekartta on hyvin joustava suunnittelun, oppimisen ja kommunikoinnin väline, jossa itse prosessi ja osallistuminen on tärkeämpää kuin tiekartta. Tiekartta voi saada erilaisia muotoja, mutta yleensä se on aikaan sidottu teknologioita, tuotteita, resursseja, trendejä, markkinoita ym. tarkasteleva kuvio, jossa on useita eri tasoja. Tiekartan tasot sisältävät parhaimmillaan sekä kaupallisen että teknologisen näkökulman tiekartan painotuksesta ja tarkoituksesta riippuen (Tiekartoista enemmän tämän tutkimuksen kappaleessa 2.2. sivulla 14).

Tämän tutkimuksen Ubitrendit 2020 tiekartta muodostuu neljästä eri tiekartasta ja ne on laadittu kirjoituspöytätyönä. Tiekarttojen laadinnassa on käytetty lähteinä ubiteknologioiden tulevaisuuden kehitystä käsittelevää kirjallisuutta sekä muuta aineistoa. Tämän tutkimuksen tiekarttojen laadinnan tarkoituksena on toisaalta ymmärtää teknologioiden (ubiikit + mahdollistavat teknologiat) sekä toisaalta ubiikkisovellusten ja trendien kehitystä, jolloin tiekarttojen tarkastelussa huomioidaan sekä teknologinen että kaupallinen näkökulmasta. Seuraava kuvio 8 selventää tutkimuksen tiekarttojen rakennetta ja tasoja:



Kuva 8. Ubitrendit 2020 tiekartan rakenne ja tasot.

Seuraavien sivujen taulukoissa 16–25 on esitetty Ubitrendit 2020 tiekartta, joka koostuu

- trendien tiekartasta,
- asumisen, tuotannollisen valmistustoiminnan, liikkumisen ja kuljetuksen, ostamisen ja kaupankäynnin, koulutuksen ja oppimisen, kulttuurin, vapaa-ajan ja huvien sekä hyvinvoinnin ja terveyden ubiikkisovellusten tiekartoista sekä
- ubiikkien avainteknologioiden ja
- ubiikin mahdollistavien teknologioiden tiekartoista.

Taulukko 16. Trendien tiekartta.

Tiekartta: TRENDIT	Vuosina 2010–2020 vaikuttavia kehityskulkuja
<b>Yleiset megatrendit</b>	Globalisaatio Teknologian kehitys Informaatio ja kommunikaatioteknologian muutokset
<b>Spesifit megatrendit</b>	Jokapaikan tietotekniikan entistä laajempi käyttöönotto Asuntojen koon kasvu ja teknologisten laitteiden yleistyminen Kuluttajalähtöinen ajattelu vahvistuu Korostunut yksilöllistyminen Elämyksellisyys ja kokemuksellisuus Omasta hyvinvoinnista ja terveydestä huolehtiminen Itsepalvelun määrän kasvu Jatkuva oppiminen Lapset oppivat digiin, digitaaliset natiivit Väestön ikääntyminen Kasvava paine hillitää ympäristöongelmia
<b>Metatrendit ja heikot signaalit</b>	Maailma moninapaistuu Kolmas sektori ja uudet osallistumisen muodot Slow Life ja leppoisa elämäntapa yleistyy Maaseudun, kansallisromantiikan ja perinteiden arvostus kasvaa Ajattelutapa ja toimintamalli, jossa yksityinen kuluttaminen nähdään hyvinvoinnin päämääränä, ajautuu kriisiin Ympäristöliike radikalisoituu Lapselliset 3-kymppiset ja K70-kerholaiset Tiedon lisääntyminen Aistien ulkopuolisuus ja kaikki kiva RFID -ratkaisujen hintojen laskupotentiaali lähitulevaisuudessa Yksinäisyys verkottuneessa yhteiskunnassa Puhelin- ja nettiystävyyden yleistyy Kyllästyminen uuteen teknologiaan Luksus-design ja ubiikki yhdistyvät Taistelu tuoteväärännöksiä vastaan Turvallisuus- ja valvontateknologian kysynnän kasvu Radiotaajuuksien hallinnan painottaminen Taajuusspektrin rajallisuus ja kaistanleveyden säästöön keskittyminen Reaalimaailman valuuttakriisit

Taulukko 17. Asumisen ubiikkikehityksen tiekartta.

Tiekartta: UBIIKKISOVELLUKSET	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<p><b>Asuminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Kotiautomaatio</b></li> <li>▪ <b>Rakennusautomaatio</b></li> </ul>	<p>Avoimen lähdekoodin sovelluksia, Sosiaalisen median hyödyntäminen, Sovellusten personointi käyttäjien ja tilojen mukaan, Interaktiiviset sekä multimodaaliset käyttöliittymät, Saumattomat tosiaikaiset mobiilipalvelut, Plug-and-Play -laitteet, Älysohva, PAN verkkosovellukset ja kytkentäteknikat yleistyvät, Optiset verkot, Päälle puettavaa teknologiaa, Ohjelmoitavat päätelaitteet, Laitteiden parviälykkyyks, Uusia materiaaleja</p> <p>Raportoivat ja kommunikoivat hajautetut järjestelmät, Etäluenta ja hallinta sekä kahdensuuntainen tiedonvälitys, Uudenlaiset mittaus- ja anturitekniikat kehittyvät (esim. MEMS), Matalaenergisien energianlähteen hyödyntäminen kehittyi, Superkondensaattorit, Rakennuksen elinkaaren hallinta, Talotekniikan tiedonkeruu ja käsittely Internetiin, Tulossa rakennusten elinkaari-, simulaatio- ja analyysimallintaminen, Yksittäisten laitteiden häiriötön korjaus, Tiedonsiirto eri valmistajien ohjelmistotuoteperheiden välillä, 3D-mallintaminen, Biometriset ja multimodaaliset tunnistustekniikat, Rakenteissa RFID -antureita</p>	<p>Älykoti, jonka rakenteissa on sulautettua elektroniikkaa, järjestelmä on osittain autonominen ja käyttää paikannuspalveluita.</p> <p>Absoluuttinen integroitu sisä- ja ulkotilapaikannus, Kehittynyt ympäristön älykkyyks, Integroidut, käyttäjälähtöiset sekä räätälöivät tuotesovellukset, Yleisesti käytössä avoimen lähdekoodin ratkaisuja, Laitteiden tietoisuus sosiaalisesta kontekstista lisääntyy, Ajantasaiset tietojärjestelmät, Semanttinen web, Ääniohjatut päätelaitteet, Moniaistiset, räätälöivät sekä huomaamattomat käyttöliittymät, Orgaaniset taivutettavat näytöt, Palvelurobottien tarjonta kasvaa, Elämys- ja terveyspalveluita (digi+virtuaaliset), Uudet pinta- ja seinämateriaalit</p> <p>Langattomat integroidut talotekniset ratkaisut sekä kiinteistöietopalvelut, Automaattiset omaisuuden arviointipalvelut, Vikasietoiset ja puutteellisen tiedon sietävät kontekstin tunnistavat sovellukset ja järjestelmät, Rakennuskannan digitointi, Käytön perusteella ohjautuva ja mukautuva talotekniikka</p>

**Asuminen:** Älykkään asumisen kehittyminen on lähtenyt liikkeelle pitkälti talotekniikan sekä rakennusautomaation puolelta. Tämä kehitys myös jatkuu, mutta enenevässä määrin alkaa tulla myös kotiautomaatioon liittyviä sovelluksia. Edelleen yhteiset alustat, standardit sekä teknologiaalähtöinen älykkyyden lisääminen ei ole ollut omiaan nopeuttamaan älykkyyden lisääntymistä asumisessa. Lyhyen aikavälin kehitykselle on ominaista avoimien lähdekoodien hyödyntäminen, anturi- sekä tunnistustekniikan kehittyminen ja lisääntyvä käyttö, hajautetut järjestelmät, mobiilit sekä multimodaaliset käyttöliittymät. Uusia materiaaleja sekä sisustukseen liittyviä ratkaisuja (älysohva) otetaan käyttöön. Keskipitkälle aikavälille on huomionarvoista asumisympäristön voimakas älykkyyden lisääntyminen ja voidaan puhua älykkäästä kodista sanan varsinaisessa merkityksessä sillä älykkäät ratkaisut ovat täydellisesti sulautuneet rakenteisiin sekä laitteisiin. Kodin älykkyyks kykenee jo tunnistamaan



käyttö- ja sosiaalisen kontekstin ja toimimaan sen mukaisesti. Lisäksi markkinoille tulee entistä enemmän uusia materiaaleja hyödyntäviä sovelluksia. Palvelurobotteja on tarjolla monien tehtävien hoitoon ja tuotesovelluksia kuvaavat sanat täydellinen integraatio, personointi sekä räätälöinti.

Taulukko 18. Tuotannollisen valmistustoiminnan ubiikkikehityksen tiekartta.

Tiekartta: UBIIKKISOVELLUKSET	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<b>Tuotannollinen valmistustoiminta</b>	Integroidut resurssien suunnittelu- ja johtamisjärjestelmät (ERP), Konvergoituneet elinkaarijohtamisen järjestelmät, Reaaliaikaisen tiedon hyödyntäminen (automaattinen päättely, virheiden etsintä, järjestelmän optimointi), Langattomat M2M sekä M2P sovellukset, Mobiilit päätelaitteet, Virheiden ohjaustyökalut, Epänormaalien tilanteiden hallintatyökalut, Visualisointisovellukset, Virtuaalisuuden sekä asiakkaiden hyödyntäminen massaräätelöinnissä ja simuloinnissa, Web-pohjaiset kokoonpanojärjestelmät, Tuotannon jäljittelijäsovellukset (Emulator), Tuotannon tilaukset osittain automatisoituja, Valmistustoiminta joustavaa, automatisoitua sekä itseoppivaa, RFID ja vastaavat tagit valvovat tuotannon ja logistiikan elinkaarta, Autonominen liikkuva automaatio, pilotit (robotit)	Lyhyen aikavälin asiat kypsyvät ja kehittyvät, Energian kulutuksen sekä energiatehokkuuden valvontajärjestelmät, Älykkäät ja tilanteisiin sopeutuvat tuotantolaitokset, Agenttitekniologioiden sekä robottien laaja käyttö, Perustetaan täysin mobiilisti huollettavia, korjattavia sekä ohjattavia automaattisia tehtaita

**Tuotannollinen valmistustoiminta:** Lyhyellä aikavälillä kehittyvät voimakkaasti erilaiset tuotannon ohjaamiseen liittyvät työkalut sekä yrityksen että verkoston tasolla integroidut suunnittelu- ja johtamisjärjestelmät (ERP). Edelleen tuotannon tilaustoiminta kehittyy osittain automaattiseksi. Mobiililaitteita sekä RFID-tageja käytetään tuotantotoiminnassa sekä tuotannon ohjauksessa merkittävästi. Yhtenä lyhyen aikavälin piirteinä voidaan myös nähdä koko tuotannollisen logistisen ketjun toimijoiden näkemysten huomioiminen suunnittelussa, räätälöinnissä sekä simuloinnissa. Keskipitkällä aikavälillä korostuvat energiaan ja sen käyttöön liittyvät asiat. Edelleen tuotantotoiminta on tilanteisiin hyvin sopeutuvaa ja siinä käytetään hyödyksi agenttitekniologioita sekä nykyistä huomattavasti älykkäämpiä robotteja. Täysin automaattisia tehtaita perustetaan.

Taulukko 19. Liikkumisen ja kuljetuksen ubiikkikehityksen tiekartta.

Tiekartta: UBIIKKISOVELLUKSET	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<b>Liikkuminen ja kuljetus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Liikenteenhallinta ja ohjaus</b></li> <li>▪ <b>Navigaatio</b></li> <li>▪ <b>Liikkumisen turvallisuus</b></li> <li>▪ <b>Liikkumiseen liit- tyvä mobiilitieto</b></li> </ul>	<p>Euroopan oma satelliittinavigointijärjestelmä aloittaa toimintansa ja mahdollistaa esimerkiksi satelliittiohjatun peltojen lannoituksen (Suomen kannalta pieni hyöty, maamme sijainti satelliittikeilan reuna-alueella)</p> <p>Matkapuhelimiin tulevat navigointi- sovellukset mahdollistavat paikkaan sidotun mobiilimainonnan ⇒ uusia palveluita</p> <p>Viihdepalveluiden (esim. HD -tason elokuvat) tilaaminen palvelimilta suoraan autoon mahdollista</p>	<p>Metsäteollisuuden rakennemuutos energiaklusteriksi asettaa uudenlaiset haasteet liikenteenhallinnalle ja ohjaukselle (raaka-ainekuljetukset lisääntyvät maan sisällä) ⇒ Tarve liikenteen hallintaan kasvaa</p> <p>⇒ RFID- ja tunnisteteknologian sovellukset tietulleihin ja liikenteen valvontaan</p> <p>Autot tarkkailevat ympäristöä ja vallitsevia ajo-olosuhteita entistä kehittyneemmän sensorteknologian avulla</p>

**Liikkumisen ja kuljetuksen sovellukset:** Lyhyellä aikavälillä keskeistä on erilaisten uusien teknologioiden tulo markkinoille. Muun muassa viihdepalvelut kehittyvät on demand-trendin mukaisiksi ja oma eurooppalainen navigointijärjestelmä mahdollistaa uudenlaisten sovellusten kehittämisen. Keskipitkällä aikavälillä maan sisäiset raaka-ainekuljetukset lisääntyvät, kun energiaklusteriksi muuttunut metsäteollisuusklusteri kuljettaa bioenergiateollisuuden raaka-aineita. Kuljetusten hallinta ja ohjaus on tärkeä sovelluskehityksen osa-alue, sillä erityisesti raideliikenteen kehitys on pitkällä aikavälillä välttämätöntä.

Taulukko 20. Ostamisen ja kaupankäynnin ubiikkikehityksen tiekartta.

Tiekartta: UBIIKKISOVELLUKSET	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<p><b>Ostaminen ja kaupankäynti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>B2B-näkökulma</b></li> <li>▪ <b>B2C-näkökulma</b></li> <li>▪ <b>C2C-näkökulma</b></li> <li>▪ <b>Sosiaalinen media</b></li> </ul>	<p>Tuotteiden ja palveluiden maksaminen kännykällä yleistyy</p> <p>Virtuaalivaluutoilla yhä suurempi merkitys vaihdon välineenä, monia reaali maailman ostokohteita</p> <p>RFID -teknologian sovellukset mahdollistavat merkittävän tehokkuuden parannuksen logistiikassa ja tuotteiden seurannassa. (Laajan tuotevalikoiman strategia yhä useamman Internet -myyjän toiminnan perusta)</p> <p>Mobiilimaksamisen merkitys kasvaa myös Euroopassa (Suomessa kysymys mobiilimaksamisen lainsäädännöstä selviää lähiaikoina)</p> <p>Sosiaalisen median sovellukset on valjastettu mainontaan ja markkinointiin</p> <p>Sosiaalisen median suosiolle rakentuvat palvelut yleistyvät</p>	<p>RFID -lukijoita sisältävien matkapuhelinten lukumäärä ylittää 500 miljoonaa ⇒ Kännykästä tulee keskeinen shoppailun väline, kun sillä voi kätevästi maksaa ostoksia ja lukea eri tuotteiden saatavuusym. tietoja</p> <p>Yritysten tietotekniset palvelut hankitaan joustavasti tarpeen mukaan tuottajan palvelimelta</p> <p>Suurin osa kuluttajienkin käyttämistä ohjelmistoista hankittavissa on demand -palveluna</p> <p>Sosiaalisen median merkitys tuuden torvena korostuu entistään (Tieto yritysten toiminnasta leviää verkossa kulovalkean tavoin ja yritykset pyrkivät tekemään toiminnastaan mahdollisimman läpinäkyvää esim. sosiaalisen median avulla)</p> <p>Yritykset hyödyntävät sosiaalista mediaa houkutellessaan tuotteiden käyttäjiä osallistumaan entistä tiiviimmin tuotekehitykseen (Luotettujen käyttäjien joukko ideoi ja saa palkinnoksi työstään esim. prototyyppisiä ja pääsee kokeilemaan uutta teknologiaa ensimmäisenä)</p>

**Ostamisen ja kaupankäynnin sovellukset:** Lyhyellä aikavälillä keskeistä on kysymys mobiilimaksamisen tulevaisuudesta. Japani edellä Eurooppaa ja Suomea, miten lainsäädäntö maassamme kehittyy? Virtuaalimaailmoissa tapahtuva vaihdanta saavuttaa entistä suurempia volyymejä ja vaikuttaa reaali talouteen merkittävästi. Keskipitkällä aikavälillä RFID -teknologian soveltamiselle avautuu uusi kenttä, kun RFID -lukijat saadaan sulautettua matkapuhelimiin. Myös sosiaalisen median merkitys korostuu pitkällä aikavälillä. Luotettujen tuote-ekspertheiksi luokiteltavien kuluttajien panosta hyödynnetään tuotekehityksessä entistä enemmän.

Taulukko 21. Koulutuksen ja oppimisen ubiikkikehityksen tiekartta.

Tiekartta: UBIIKKISOVELLUKSET	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<b>Koulutus ja oppiminen</b>	<p>Sosiaalisen median merkitys oppimisen apuvälineenä kasvaa (Yhteisöissä voidaan keskustella ja ratkaista ongelmia tehokkaasti ja paikasta riippumattomasti)</p> <p>Itse tuotettu oppimateriaali yleistyy, kun tietoa voidaan välittää helposti ja nopeasti (esim. videoita historiallisista kohteista kännykällä kuvattuna ja vastaavasti suoraan oppijan kännykkään lähetettynä) ⇒ omaa tuotantoa ja luovuutta kannustavat sovellukset editointiin ja tiedon käsittelyyn mobiililaitteissa</p> <p>Pelien merkitys oppimisen työkaluna entistä merkittävämpi, kun monia reaali maailman tilanteita voidaan kustannustehokkaasti mallintaa 3D-peliympäristössä</p>	<p>Sensoriverkkojen ja RFID:in sovellukset oppimisympäristöjen luomisessa yleistyvät (Esim. tiedemiehet saavat sensoriverkkojen avulla vaivattomasti käyttöönsä dataa vaikkapa tietyn merialueen vallitsevista sääolosuhteista)</p> <p>Kannettavat keinoälylaitteet ja ihmistä älykkäämmät tietokoneet tulevat markkinoille</p> <p>Verkko (Web) 17.0, simulaatioiden käyttö, E-opetus, globaalit on-line simulaatiot</p> <p>Opetustilassa olevat koko seinän kokoiset näyttöruudut ja 3D- ulottuvuudet</p>

**Koulutuksen ja oppimisen sovellukset:** Lyhyellä aikavälillä sosiaalisen median ja pelien merkitys oppimisympäristöjen rakentamisessa korostuu. Tietotekniikkaa sovelletaan uusilla tavoilla esimerkiksi luokkahuoneiden tauluihin yms. Oppijat tuottavat entistä enemmän oppimateriaalia itse esimerkiksi tallentamalla kiinnostavista ja historiallisista paikoista kuva- ja videomateriaalia. Kun oppimateriaali saadaan vielä kytkettyä navigointisovellusten tuottamaan paikkatietoon, tapahtuu oppimiskäytännöissä merkittäviä muutoksia. Keskipitkällä aikavälillä sensoriverkot ja RFID -teknologia pystyvät tuottamaan tietoa hankalasti saavutettavista paikoista, joihin tutkijoiden on vaikea päästä.

Taulukko 22. Kulttuurin, vapaa-ajan ja huvien ubiikkikehityksen tiekartta.

Tiekartta: UBIIKKISOVELLUKSET	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<b>Kulttuuri, vapaa-aika ja hovit</b>	<p>Infrastruktuurin puutteellisuuden vuoksi kännykästä keskeinen pääsylippu ja käyttöliittymä virtuaalimaailmisiin</p> <p>Kulttuuriperintöön ja historiaan liittyvien paikkojen, museoiden ja näyttelyiden synnyttämien kokemusten välittäminen ihmisille sekä fyysisin että virtuaalisin keinoin (virtuaalinen multimedia, historialliset animaatiot, elävä kokemus aikamatkasta, meta-näyttelyt ym.)</p> <p>Yhä useammat peliympäristöt rakennetaan pelaajien omien toiveiden mukaan. ⇒ Peliteollisuus keskittyy pelialustan luomiseen ja myy peliympäristön rakennuspalikoita.</p>	<p>Virtuaalivaluuttojen merkitys ja määrä kasvaa (Esim. talouskriisien uhatessa alkavat virtuaalivaluutat mahdollisesti syrjäyttää reaalivaluuttoja) ⇒ virtuaalivaluutoilla maksamisen sovellukset</p> <p>Sähköisessä ympäristössä tapahtuvan kaupankäynnin välittämisestä syntyy mahdollisuuksia erikoistuneeseen liiketoimintaan</p> <p>Virtuaalimaailman rahavirtojen verottaminen nousee kansalliseksi ja globaaliksi puheenaiheeksi (mikä valtio verottaa, millä perusteella?)</p>

**Kulttuuri, vapaa-aika ja hovit:** Lyhyellä tähtämellä vapaa-aikaan ja huveihin keskeisesti liittyvien virtuaalimaailmojen käyttäjämäärät kasvavat merkittävästi, kun entistä suurempi osuus maapallon väestöstä saa käyttöönsä tehokkaat tietoliikenneyhteydet. Virtuaalimaailmat laajenevat ja monipuolistuvat ja niihin syntyy omia alakulttuurejaan. Keskipitkällä tähtämellä virtuaalimaailmoissa tapahtuvan reaali maailman valuuttaan pohjautuvan vaihdannan määrä kasvaa niin suureksi, että sähköisiin rahavirtoihin kiinnitetään huomiota niin kansallisesti kuin globaalistikin. Kysymys näiden rahavirtojen verottamisesta nousee keskeiseksi.

Taulukko 23. Hyvinvoinnin ja terveyden ubiikkikehityksen tiekartta.

Tiekartta: UBIIKKISOVELLUKSET	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016–2020
<b>Hyvinvointi ja terveys</b>	<p>Älymetallisovellusten lukumäärä lisääntyy (materiaalitekniikan kehitys mahdollistaa uusia hoitomuotoja, kuten käyttöön otetun älynaulan)</p> <p>Ennaltaehkäisyn painotus terveydenhoidossa korostuu</p> <p>Sähköiset potilaskertomukset</p> <p>Tunnistusteknologian käytön sovellukset esim. dementiapotilaiden kulunvalvontaan</p>	<p>Käyttöliittymät, joita voidaan ohjata esim. puheentunnistuksen avulla</p> <p>Painettavaa elektroniikkaa sovelletaan potilaan terveydentilan tarkkailuun, esim. älyvaatteet.</p> <p>Biohajoavia tunnisteita hyödynnetään esimerkiksi lääkkeiden imeytymisprosessin seurannassa</p> <p>Nanoteknologiaa hyödynnetään moniin lääkekuljetuksen ongelmiin</p> <p>Biohajoavista kuiduista kudottuja verisuonia voidaan ommella puuttuvan suonon paikalle</p>

**Hyvinvointi ja terveys:** Lyhyellä tähtämellä materiaalitekniologioiden kehitys tuottaa monia uusia sovelluksia terveydenhoitoon. Yhtenä sovellusalustana ovat älymetallit (ks. älynaula). Myös ennaltaehkäisyn merkitys terveydenhoidossa korostuu. Keskipitkällä aikavälillä käyttöliittymiin liittyvät ongelmat ratkaistaan ja ubisovelluksia pystytään ohjaamaan esim. äänen avulla. Sorminäppäryyttä vaativat nykyisen kaltaiset käyttöliittymät menettävät merkitystään.

Taulukko 24. Ubiikkien avainteknologioiden tiekartta.

Tiekartta: UBIIKIT AVAIN- TEKNOLOGIAT	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016 ja eteenpäin
<b>Kommunikaatio ja verkostot</b>	Verkot käyttäjille näkymättömiä, Mobiili- ja digiverkkojen yhteiskunta kehittyi, M2M kommunikointi verkoissa, BAN käytössä, Radiotaajuus kaikkialla, Ultralaajakaista kaupallisessa käytössä, 4G yleistyy	Ubiikki-, mobiili- ja digiverkko-yhteiskunta todellisuutta, Langattomien tuotteiden saumaton yhteistoiminta, Laitteiden spontaani verkottuminen muiden laitteiden sekä alustojen kanssa, 4G laajasti käytössä
<b>Ohjelmistot</b>	Itseoppivat palvelusovellukset, Henkilökohtaisesti räätälöityjä viestintä- ja mediapalveluita	Arkiympäristö on kyllästetty ubiikeilla ratkaisulla ja sulautetuilla järjestelmillä, 3D virtuaalisuus yleisesti käytössä
<b>Käyttö- ja käyttäjäliittymät</b>	Käyttöliittymät käyttäjäystävällisiä, Sovelluksia runsaasti webin kautta, Konvergoituvia ja käyttöyhteyden tunnistavia laitteita, Ad Hoc -verkot kehittyvät, Älykkäitä materiaaleja sekä kankaita	Sensorit laajasti sulautettuina yhteiskunnan infrastruktuuriin, Multimodaalisuus on laajalti käytössä (puhe, kosketus, ilmeet, asennot, äänenpainot), Monikielisen puheen tunnistus
<b>Laitteet</b>	Taivutettavat-, rullattavat-, joustavat-, 3D- sekä monikosketusnäytöt, Interaktiiviset pöydät, E-paperi ja E-muste yleistyvät, Älykkyys lisääntyy materiaaleissa ja esineissä	E-paperi ja E-muste laajalti käytössä, Holografiset ja 3D-näytöt yleistyvät, Nanoteknologiaan perustuva tiedon varastointi, Semanttinen web, Optiset tietokoneet, Kvanttitietokoneet, Älykäs pöly (Smart Dust) käytössä (jos koskaan), Laitteissa uusia tehokkaita virtalähteitä
<b>Teko- ja keinoäly</b>	Älykkäitä agentteja hyödyntäviä ubi-palvelusovelluksia markkinoille, Robotit kehittyvät	Älykkäät agentit laajamittaisesti käytössä,
<b>Turvallisuus ja luotettavuus</b>	Biometrinen tietoa kerätään ja sitä on digimuodossa, Mobiiliverkkoihin uusia turvallisuusprotokollia ja järjestelmiä, Turvallisuusasioiden integroitu ja proaktiivinen hoito	Laaja-alaiset turvakäytännöt ja menetelmät ad hoc-verkoille sekä viestintäinfrastruktuurille, Turvallisuus sulautuu infraan

**Ubiikit avainteknologiat:** Lyhyellä aikavälillä mobiilit sekä digitaaliset IC-verkot kehittyvät ja laajentuvat. Koneiden välinen kommunikaatio verkoissa paranelee oleellisesti ja eri radiotaajuuksia käytetään uusien sovellusten käyttämiseen. Tarjolla on henkilökohtaisesti räätälöitäviä ja itseoppivia viestintä- ja mediapalvelusovelluksia. Käyttöliittymiin on tarjolla multimodaalisia ratkaisuja ja ne ovat entistä käyttäjäystävällisempiä sekä näkymättömämpiä. Sovellusten pääasiallisena jakelukanavana käytetään webbiä. Uusia, jopa mullistavia näyttölaitteivaihtoehtoja tulee markkinoille. Biometrinen tunnistus käytetään ja uusia turvallisuusjärjestelmiä kehitetään myös mobiiliverkkoihin. Keskipitkällä aikavälillä voidaan nähdä ubiikkisyhteiskunnan kehittyminen kukoistukseensa. Langatto-

mat verkot toimivat saumattomasti, arkiympäristö on kyllästetty erilaisilla ubiikeilla ja sulautetuilla ratkaisuilla, koneet ymmärtävät monia kieliä, ovat tehokkaita ja tiedon merkityksen ymmärättäviä. Kolmiulotteisuus ja virtuaalisuus ovat päivän sanoja. Edelleen keskipitkällä aikavälillä otetaan käyttöön uusia laitesovelluksia, hyödynnetään laajasti älykkäitä agenteja ja ad hoc -verkkujen sekä infraan sulautuvaan turvallisuuteen panostetaan.

Taulukko 25. Ubiikin mahdollistavien teknologioiden tiekartta

Tiekartta: MAHDOLLISTAVAT TEKNOLOGIAT	Lyhyt aikaväli vuodet 2011–2015	Keskipitkä aikaväli vuodet 2016 ja eteenpäin
<b>RFID</b>	<p>Matkapuhelimiin sulautettu RFID-lukijateknologia yleistyy</p> <p>Merkittäviä sovellusalueita löytyy esimerkiksi liikenteenvalvonnasta ja -ohjauksesta sekä asevalvonnasta. Tietullien perintään RFID-teknologia tarjoaa myös oivan sovel-luskohteen. Tunnisteteknologian avulla myös yritysten resurssienhallintaohjelmit (ERP) saavat tietoa tunnisteteilla merkityjen tavaravirtojen liikkeistä ja varaston-hallinta ja logistiikka tehostuvat merkittä-västi.</p> <p>Terveydenhoidossa tärkeä tunniste- ja kulunvalvontateknologian sovellus löytyy esimerkiksi dementiapotilaiden kulunval-vonnasta. Myös biohajoavia tunnisteteita hyödynnetään esimerkiksi lääkkeiden imeytymisprosessin seurannassa. Viihde-, opinto- ja kulttuurialojen sovelluksiin lu-keutuvat eri paikoille ja esineille tunnistei-den myötä rakennetut sähköiset identiteet-tit, jotka voidaan lukea RFID -lukijateknologian sisältävällä puhelimella.</p>	<p>RFID-palvelutarjonta ohittaa markkinavolyymeissa mitattuna etätunnisteiden ja -lukijoiden valmistukseen keskittyvän ydinliiketoiminnan</p> <p>Aseiden merkintä RFID-tunnisteilla?</p>
<b>Materiaalit ja elektroniikka</b>	Painatuselektroniikka laskee älykompo-nenttien yksikkökustannuksia	Nanoteknologiaa hyödyntävät komponentit mahdollistavat älyvaatteiden leviämisen
<b>Virtalähteet</b>	Painatuselektroniikka mahdollistaa esim. papereihin painettavat virtalähteet	<p>Itsenäiset laitteet, kuten RFID-tagit hyödyntävät mekaanista energiaa tai ympäristön lämpötilaa energianlähteinään</p> <p>Painetut aurinkokennot esim. kännyköiden virtalähteinä</p> <p>Virtalähteinä toimivat kankaat ja muovisovellukset paristoissa</p>



**Ubiikin mahdollistavat teknologiat:** Ubiteknologian kehityksen perustan luo tietoliikenneinfrastruktuurin kehittyminen. Valokuitu- ja langattomien yhteyksien avulla yhä useammat ihmiset ja moninaisemmat laitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään ja välittämään tietoja. Taajuusspektrin hallinnan ja allokoinnin tekniikat kehittyvät ja auttavat jakamaan kriittistä resurssia, kaistanleveyttä entistä markkinaehtoisemmin ja tehokkaammin. Sensori- ja RFID -teknologiat tuovat älyn koteihin, autoihin ja vaatteisiin yhä pienemmiksi rakennettavien tunnisteen ja sensorien muodossa. Materiaalitekniikan ja elektroniikan avulla nämä komponentit saadaan painettua yhä pienempään kokoon ja upotettua esimerkiksi vaatteisiin. Energiansa nämä sulautetut komponentit hankkivat ympäristöstään, ts. liike-energiasta, auringonvalosta tms. Virtalähteiden ja materiaalitekniikan kehitys yhdessä RFID- ja sensoritekniikoiden kanssa mahdollistaa ubi-infrastruktuurin synnyn.

## LOPUKSI: ASKELEET TULEVAISUUTEEN

Ubiteknologioiden tulevaisuutta vuoteen 2020 asti kuvaavassa raportissa tarkasteltiin aluksi erilaisia trendejä, jotka ohjaavat yhteiskunnan, markkinoiden, kuluttajakäyttäytymisen ja teknologioiden kehitystä. Trendien jälkeen tarkasteltiin ubikehityksen mahdollistavia tekijöitä ja teknologioita, joista nostettiin esiin keskeisimmät uusia sovelluksia tuottavat avainteknologiat. Niiden käsittelyn jälkeen edettiin sovellusalueisiin, joissa kaikkeen sulautuvaa tietotekniikkaa tutkittiin muun muassa asumisen, liikkumisen, oppimisen, työnteon ja vapaa-ajanvieton näkökulmista. Lopuksi raportissa käsitellyn teemojen tulevaisuuskehitys tiivistettiin ajallisen perspektiivin tarjoaviin tiekarttoihin.

Vaikka asiantuntija-arvioihin pohjautuvat tiekarttojen aikajänteet ovat ennen kaikkea suuntaa-antavia ja monet sovelluksista saattavat toteutua reilustikin myöhässä, on kuitenkin realistista olettaa, että monet niistä saattavat nähdä päivänvalon jopa etuajassa. Ennen kaikkea selkeä tarve ja markkinakysyntä ajavat uusien sovellusten kehitystä, mutta on myös muistettava, että samoin kuin kysyntä luo tarjontaa, myös tarjonta luo oman kysyntänsä. Klassinen esimerkki teknologian mahdollistamasta hittituotteesta on Sonyn 1980-luvun Walkman, jolle ei lanseerausvaiheessa ollut määriteltyä markkinarakoa. Tuotteen voittokulku oli kuitenkin kiistaton ja Walkmanille syntyi nopeassa tahdissa suuret markkinat. Vastaavia ubisovelluksia on varmasti raportin tarkastelujakson aikanakin tulossa markkinoille. Esimerkiksi RFID -teknologian kehitys ja tunnistajien hintojen lasku ajavat RFID:n sulauttamista muun muassa liikenteen- ja asevalvonnan tuotteisiin. Vastaava esimerkki markkina- ja tarvelähtöisestä kehityskohteesta on ihmisten kyllästyminen viestintäteknologiaan ja sen synnyttämä kysyntä esimerkiksi langatonta viestintää estäville tuotteille.

Raportin keskeisin anti on pohjatiedon keräämisen lisäksi ajattelumallin ja analyysikehikon tarjoaminen eri tahojen jatkotyötä varten. Trendejä, mahdollistavia tekijöitä ja avainteknologioita tarkastelemalla voi kartoittaa sovellusalueita ja niiden ajallista kehitystä tiekarttamallin avulla. Analyysin voi helposti ulottaa myös alueelliselle tasolle ja tarkastella, mitkä raportissa esille nousevat tekijät vaikuttavat maakunnan alueella erityisen vahvasti ja mitkä tekijät vastaavasti näyttävät lähes puuttuvan tietyn alueen tulevaisuuden kuvasta. Oman alueen ubivahvuuksien ja muiden vertailualueiden eroavaisuuksien tutkiminen saattaa auttaa löytämään ja synnyttämään uutta ubiliiketoimintaa. Ubikehityksen alueellinen ennakointi (esimerkiksi seutukunta ja maakunta) ja alueellisten vahvuuksien tunnistaminen, ubiliiketoiminnan visioiden laadinta sekä kehittämishohjelmien määrittäminen vaativat hyvin laaja-alaista asiantuntemusta ja määrätietoista otetta. Raportin esiin nostamiin teemoihin keskittyvä tulevaisuusverstastyöskentely on selkeä jatko prosessille. Perusta hyvälle analyysille on tämän työn myötä valettu ja keskustelu ubiikin tulevaisuudesta voi alkaa.

# LÄHTEET

Aalto, Hanna-Kaisa & Ahokas, Ira & Kuosa, Tuomo (2008) *Yleissivistys ja osaaminen työelämässä 2030 – menestyksen eväät tulevaisuudessa*. Hankkeen loppuraportti. Tutu -julkaisuja 1/2008: Turku. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun kauppakorkeakoulu

Ahlqvist, Toni & Bäck, Asta & Halonen, Minna & Heinonen, Sirkka (2008) *Social Media Roadmaps. Exploring the futures triggered by social media*. VTT research notes 2454.

Ahlqvist, Toni & Carlsen, Henrik & Iversen, Jonas & Kristiansen, Ernst (2007) *Nordic ICT Foresight. Futures of the ICT environment and applications on the Nordic level*. VTT Publications 653.

Ahlqvist, Toni & Halonen, Minna & Heinonen, Sirkka (2007b). *Weak Signals in Social Media Report on Two Workshop Experiments in Futures Monitoring*. Research report VTTR0346607. Espoo2007.

Ahola, Eija (Tekes) & Nieminen, Teppo & Ruohomäki, Harri (Fountain Park) (2009) *Teemojen trendit ja kansalliset metatrendit*. Teoksessa: *Megatrendit ja me*. Eija Ahola ja Anne Palkamo (toim.) 2009. Tekesin katsaus 255/2009. Helsinki: Tekes.

Ahvenainen, Marko & Hietanen, Olli & Huhtanen, Heikki (2009) *Smart Forest @ Future Home. Älykäästi kotona pidempään (ÄLYKOP) -hankkeen tulevaisuusprosessin loppuraportti*. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Tutu -julkaisuja 4/2009: Turku.

Ahvenainen, Marko & Hietanen, Olli & Huhtanen, Heikki (2009b) *Tulevaisuus paketissa*. Tutu-julkaisuja 2/2009. Turku: Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun kauppakorkeakoulu.

Ailisto, Heikki (2009) *Japanin ubi-selvityksen tarkastelu suomalaisesta ja eurooppalaisesta näkökulmasta*. Esitys Japanin ubiquitous computing-työpajassa 29.4.2009. Tekesin Ubicom- sulautettu tietotekniikka 2007-2013 -ohjelma.

Alahuhta, Petteri & Jurvansuu, Marko & Pentikäinen, Heikki (2004) *Roadmap for Network Technologies and Services*. Technology Review 162/2004. Tekes: Helsinki 2004.

Alahuhta, Petteri & Heinonen, Sirkka (2003) *Ambient Intelligence in Everyday Life: Housing*. VTT Research Report RTE 2223/03.

Ala-Siuru, Pekka & Laikari, Arto & Lappalainen, Veijo & Urhema, Timo (2003) *Tulevaisuuden palveluva kotiautomaatio. Nykytilanneselvitys, skenaariot ja roadmap*. Tuparoad loppuraportti v. 1.0. VTT Elektroniikka, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka sekä Tietotekniikka: Espoo 19.12.2003.

Albright, Richard (2002) *Roadmapping Frameworks: Science and Technology Roadmaps to Product-Technology Roadmaps*. The Albright Strategy Group. [www.albrightstrategy.com](http://www.albrightstrategy.com). 2002.

Anderson, Chris (2006) *The Long Tail. Why the Future of Business Is Selling Less of More*. New York, 238 p.

Anderson, Paul (2006) *The future of human-computer interaction*. sivut 24–31. Luku Becta ICT Research -tutkimusraportista *Emerging Technologies for Learning*.

- Becta Research Report (2008) *Emerging technologies for learning*. Volume 3 (2008)
- Bell, Genevieve & Dourish, Paul (2006) *Yesterday's tomorrows: notes on ubiquitous computing's dominant vision* Personal Ubiquitous Computing 2007 vol. 11 pp. 133–143
- Briggs, P & Little, L. (2009) *Pervasive computing and disability: Designing for independence?* Petra '09 June 9–13, 2009, Corfu, Greece
- Castells, M. (1996) *The Rise of Network Society*. Malden. Mass.: Blackwell Publishers
- Chin, C.M. & Tan, C.M. & Sim, M.L. (2006) *Future trends in radio resource management for wireless communications*. BT Technology Journal, vol. 24 no. 2 April
- Choi, Jaz Hee-Jeong & Grove, Kelvin (2008) *The City of Connections: Urban Social Networking in Seoul*. Mindtrek 08, October 7-9, 2008, Tampere Finland
- Cube-News (2004) *Tekesin talotekniikan teknologiaohjelman 2002–2006 PDF-tiedotuslehti*. 1/2004.
- DeGregorio, G. (2000) *Technology Management via a Set of Dynamically Linked Roadmaps*. Proceedings of the 2000 IEEE Conference. Albuquerque: New Mexico. pp. 184–190.
- Emiliani, P.L & Stephanidis C. (2005) *Universal access to ambient intelligence environments: Opportunities and challenges for people with disabilities* IBM Systems Journal, vol. 44, no. 3
- Faulhaber, Gerald R. (2006) *The future of wireless telecommunications: Spectrum as a critical resource*. Information Economics and Policy 18, s. 256–271
- Friedewald, Michael & Da Costa, Olivier (2003) compiled and edited. *Science and Technology Roadmapping: Ambient Intelligence in Everyday Life*. European Science and Technology Observatory. June 2003.
- Garcia, Marie L. (1997) *Introductory to Technological Roadmapping. The Semiconductor Industry Association's Technology Roadmapping Process*. SAND97-0666. Sandia National Laboratories. Albuquerque. NM. Garcia, Marie L. and Bray, O. "Fundamentals of Technology.
- Glenn, Jerome C. & Gordon, Theodore J. (2007) *Education 2030*. Millenium Project for the American Council for the United Nations University. [www.millenium-project-org/millenium/study07html](http://www.millenium-project-org/millenium/study07html).
- Gordon, Theodore J. () *Science and Technology Roadmapping*. The Millenium Project. Futures Research Methodology – V3.0
- Halal, W.E. (2003) *Teleliving – when virtual meets reality*. In: The Futurist 37, Nr. 2, s. 44–46.
- Haller, Michael (2008) *Interactive displays and next-generation interfaces*. Research Report. Emerging technologies for learning. Volume 3(2008). Becta
- Heim, Gregory R. & Wentworth, William R. & Peng, Xiaosong: *The Value to the Customer of RFID in Service Applications*. Decision Sciences, vol. 40, no. 3. August 2009
- Heinonen, Sirkka (2010). *Hidas elämä ja tulevaisuuden työ – paradoksi vai potentiaali?* Futura 1/2010.

Heinonen, Sirkka (2009) *Sosiaalinen media. Avauksia nettiyhteisöjen maailmaan ja vuorovaikutuksen uusiin muotoihin*. TUTU-eJulkaisu 1/2009, 22 s. [http://www.tse.fi/FI/yksikot/erillislaitokset/tutu/Documents/publications/eTutu\\_2009-1.pdf](http://www.tse.fi/FI/yksikot/erillislaitokset/tutu/Documents/publications/eTutu_2009-1.pdf)

Heinonen, Sirkka (2008) *Asumisen megatrendejä ja heikkoja signaaleja*. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry:n Tiedosta-lehti. Marraskuu 2008. Tieke-julkaisut.

Heinonen, Sirkka & Westerlund, Leo (toim.) (2009) *Tulevaisuussignaalien satoa*. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turku.

Heinonen, Sirkka & Ratvio, Rami (toim.) (2007) *Asumisen tulevaisuutta ennakoimassa*. Ympäristöministeriö. VTT Tutkimusraportti VTT-R-04021-07. Espoo.

Heinonen, Sirkka & Halonen, Minna (2007) *Making Sense of Social Media. Interviews and narratives*. SOMED Foresight Report 2, Technology Futures Forum, VTT

Heinonen, Sirkka, Halonen, Minna ja Daldoss, Lorenzo (2007) *Rauhallinen asuminen (slow housing) houkuttelevan elinympäristön kilpailutekijä*. Futura 4/2007.

Heinonen, Sirkka & Hietanen, Olli & Kiiskilä, Kati & Koskinen, Laura (2003) *Kestäkö tietoyhteiskunta? Käsiteanalyysia ja alustavia arvioita*. Ympäristöklusterin KESTY-osaohjelman eTieto-hankkeen raportti. Ympäristöministeriö.

Helsingin Sanomat 25.2.2002. *"Senioreita houkutellaan luksustaloihin"*.

von Hertzen, Mikael & Laine, Jyrki & Kangasharju, Sami & Timonen, Juhani & Santala, Maarit (2009) *Drive for Future Software Leverage*. Oy Swot Consulting Finland Ltd. Tekes Review 262/2009. Tekes: Helsinki 2009.

von Hertzen, Mikael & Timonen, Juhani & Huuhka, Pekka (2007) *Update of GIGA-VAMOS-Technology Roadmap*. Oy Swot Consulting Finland Ltd. Technology Review 206/2007. Tekes: Helsinki 2007.

Hietanen, Olli (2009) *Varsinais-Suomen elinkeinostrategia -prosessin tulevaisuusverstaat* – Peste Futures Lab. Turun kauppakorkeakoulu. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Tutu-julkaisu 14/2009.

Hietanen, Olli & Luttamäki, Ville & Vehmas, Jarmo & Heikkilä, Juha & Lehmann-Chadha, Martin (2006) *Jätealan megatrendit ja haasteet Euroopassa*. Loppuraportti. Turun kauppakorkeakoulu. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Tutu-julkaisu 5/2006.

Hietanen, Olli (2005) *Wanhasta taloudesta uuteen – ja uudesta digitaaliseen talouteen*. Teoksessa Antti Kasvio & Tommi Inkinen & Hanna Liikala (toim.) 2005. Tietoyhteiskunta. Myytit ja todellisuus. Tampere: Tampere University Press.

Hintikka, Kari A. (2008) *Johdatus osallistumistalouteen- internetin uusia taloudellisia toimintaympäristöjä*. Tieke. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry:n julkaisusarja 32. 65 sivua.

Hintikka, Kari A. (2007) *Web 2.0 – johdatus internetin uusiin liiketoimintamahdollisuuksiin*. Tieke. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry:n julkaisusarja 28. 47 sivua.

Hozak, Kurt & Collier David A. (2008) *RFID as an Enabler of Improved Manufacturing Performance*. Decision Sciences, vol. 39, no. 4. November 2008

Huuhka, Pekka & Salonen, Tommi (2005) *Autonominen tuotanto 2010 -selvitys*. Oy Swot Consulting Finland Ltd. Tekesin käynnistämä selvitysprosessi. 4.3.2005.

Hölttä, Kirsi (2010) *Matkalippujen ja pitsojen kännykkäkauppa voi loppua*. Aamulehti 18.2.2010

Islas, Eduardo & Pérez, Miguel & Rodrigues, Guillermo & Paredes, Israel & Ávila, Ivonne & Mendoza, Miguel (2007) *E-learning Tools Evaluation and Roadmap Development for an Electrical Utility*. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research. Vol 27 Issue 1, April 2007.

Kaasinen, Eija & Rentto, Katja & Norros, Leena (2005) *Ihmisen ja jokapaikan tietotekniikan vuorovaikutus*. Teoksessa Antti Kasvio & Tommi Inkinen & Hanna Liikala (toim.) 2005. Tietoyhteiskunta. Myytit ja todellisuus. Tampere: Tampere University Press. s. 347–366.

Kaila, Lasse (2009) *Technologies Enabling Smart Homes*. Tampereen Teknillinen yliopisto. Thesis for the degree of Doctor of Technology. Julkaisu 846: Tampere 2009.

Kameoka, A., Kuwahara, T. & Li, M. (2003) *Integrated Strategy Development: An Integrated Roadmapping Approach*. Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Portland: Oregon. pp. 370–379.

Kappel, T.A. (2001) *Perspectives on Roadmaps: How Organisations Talk about the future*. Journal of Product Innovation Management. Vol. 18. No. 1, pp. 39–50.

Karhula, Päivikki (toim.) (2008) *Paratiisi vai panoptikon? Näkökulmia ubiikkiyhteiskuntaan*. Eduskunnan kirjaston tutkimuksia ja selvityksiä 10. Eduskunnan kirjasto: Helsinki 2008.

Karvonen, Erkki (2005) *Tietoyhteiskunnan mielikuvat ja todellisuus*. Teoksessa Antti Kasvio & Tommi Inkinen & Hanna Liikala (toim.) 2005. Tietoyhteiskunta. Myytit ja todellisuus. Tampere: Tampere University Press.

Kasvi, Jyrki. J. J. (2008) *Yksityisyys hakusessa*. Ubiikkiyhteiskunnan pelisäännöt vasta muodostumassa. Esitysmateriaali 24.4.2008. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta. [www.kasvi.org](http://www.kasvi.org).

Kilpinen, Markku (2003) *OSGi- kotiautomaatio liiketoimintana*. Automaation tietotekniikan seminaari AS-116.150. Teknillinen korkeakoulu. Automaation tietotekniikka. Syksy 2003.

Kirveenummi, Anna & Saarimaa, Riikka & Mäkelä, Johanna (2008) *Syödään leväpullia pimeässä. Tähtikartastoja suomalaisten ruoan kulutukseen vuonna 2030*. Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Turku: Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto.

Koistinen, Juha (2008) *Uuden sukupolven asumista*. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry:n Tiedosta-lehti. Marraskuu 2008. Tieke-julkaisut.

Konomi, Shin'ichi & Roussos, George (2007) *Ubiquitous computing in the real world: Lessons learnt from large scale RFID deployments*. Personal Ubiquitous Computing (2007), 11, pp. 507–521

Kostoff, R.N. & Schaller, R.R. (2001) *Science and Technology Roadmaps*. IEEE Transactions on Engineering Management. Vol. 48, No. 2, pp. 132–143.

Kotler, Philip (2000) *Marketing Management Millenium Edition*. Prentice-Hall Inc. New Jersey: USA 2000. 718 s.

Kuusi, Osmo (2008) *Ubiikkiyhteiskunta ja RFID-teknologia sen mahdollistajana*. Teoksessa: Paula Tiihonen ja Osmo Kuusi (toim): *Metropolit, Aasia ja yleissivistys*. Esiselvityksiä ja matkakertomuksia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 3/2008. 153–166.

Lahnajärvi, Anne (2010) *Älysohva vahtii asukkaahan hyvinvointia ja terveyttä*. Kaupunkilehti Turkulainen 16.1.2010, Teema Koti ja asuminen, s. 5.

Lahti, Arto (2008) *Semanttinen Web – tulevaisuuden internet*. Yrittäjien uudet liiketoimintamahdollisuudet. Yrittäjyys ja pienyritysten johtaminen. Tammikuu 2008. Helsingin kauppakorkeakoulu. Working Papers W-442.

Lee, Sang-Ho & Yigitcanlar, Tan & Han, Jung-Hoon & Leem, Youn-Taik (2008) *Ubiquitous urban infrastructure: Infrastructure planning and development in Korea*. Innovation: Management, Policy and Practice, vol. 10, Issue 2-3, October-December 2008.

Lehto, Mervi (2003) *Älytalo, ihmisen vai tekoelämän koti ja kontu?*. VTT <http://mango2.vtt.fi:84/rte/projects/ib/facta.htm>, referenced 13.11.2003.

Ley, David (2007) *Emerging Technologies for Learning*. Becta tutkimusraportti. 79 s.

Little, L. & Sillence, E. & Briggs, P (2009) *Ubiquitous Systems and the Family: Thoughts about the networked home*. Symposium On Usable Privacy and Security (SOUPS) July 15–17, 2009, Mountain View, CA, USA

Loikkanen, Torsti & Eerola, Annele (2009) *Teknologia ja innovaatiot*. Teoksessa: *Megatrendit ja me*. Eija Ahola ja Anne Palkamo (toim.) 2009. Tekesin katsaus 255/2009. Helsinki: Tekes.

Louhiala, Pekka (1985) *Tekoäly ja ajattelu*. Psykologia nro 4/1985: 251.

Lukkari, Jukka (2010) *Nokian puhelimiin maksuton navigointi*. Tekniikka & Talous 21.1.2010

Macgowan, Christopher (2004) *Foresight Vehicle Technology Roadmap. Technology and Research Directions for Future Road Vehicles*. 2004. pp. 66

Mannermaa, Mika (2008) *Jokuveli. Elämä ja vaikuttaminen ubiikkiyhteiskunnassa*. WSOY Pro. 244 sivua.

*Manufacturing 2020 Panel (2000)*. Foresight. Making the future work for you. We can make it. A consultation document. Department of Trade and Industry. URN 00/688. <http://www.foresight.gov.uk/>.

*Manufuture – a Vision for 2020*. Assuring the Future of Manufacturing in Europe. Report of the High-level Group. European Commission. November 2004.

Mattila, Noora (2010) *Runo karkaa paperilta*. Helsingin Sanomat 22.2.2010, sivu C1.

Mukherjee, Satyen & Aarts, Emile & Doyle, Terry (2008) *Special Issue on Ambient Intelligence*. Published online: 25 November 2008. This Article is published with open access at Springerlink.com (Inf Syst Front (2009) 11:1-5).

Myllyniemi, Sami (2009) *Aika vapaalla. Nuorten vapaa-aikatutkimus 2009*. Nuorisosiain neuvottelukunta, julkaisuja 40 ja Nuorisotutkimusverkosto, julkaisuja 92.

Mäyrä, Frans (2005) *Pelien ja elämysten tietoyhteiskunta? Tietoyhteiskuntakäsitteen arkipäivästä*. s. 327–343. Luku Antti Kasvion, Tommi Inkisen ja Hanna Liikalan (2005) toimittamassa kirjassa *Tietoyhteiskunta- Myytit ja todellisuus*. Tampere University Press. 390 sivua.

Naisbitt (1990). *Megatrends 2000. Ten New Directions for the 1990s*. William & Morrow Company, Inc.

Naisbitt (1982). *Ten New Directions Transforming Our Lives*. Warner Books.

Nakashima, Ellen (2007) *FBI Prepares Vast Database of Biometrics*. *Washington Post*, 22.12.2007.  
[http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/12/21/AR2007122102544\\_pf.html](http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/12/21/AR2007122102544_pf.html)

O'Harrow, Robert, Jr. (2005) *No place to hide*. Free Press: New York

Oikarinen, Rauli (2004) *Asuinkiinteistöjen tietoverkko- ja älykorttiratkaisut asuntomarkkinoilla*. Kiinteistöopin ja talousoikeuden julkaisu B 111. Teknillinen korkeakoulu. Maanmittausosasto. Kiinteistöopin laboratorio. Verkkojulkaisut <http://www.hut.fi/yksiköt/Kiinteistö/julkaisut/verkkojulkaisut/julkaisuB111.pdf>.

Oulasvirta, Antti (2008) *When Users "Do" the Ubicomp*. *Interactions*, March-April 2008

Paiho, Satu & Ahlqvist, Toni & Piira, Kalevi & Porkka, Janne & Siltanen, Pekka & Tuomaala, Pekka (2008) *Tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntävän rakennetun ympäristön kehitysnäkymät*. VTT Tiedotteita 2427: Espoo 2008.

Paiho, Satu & Ahlqvist, Toni & Lehtinen, Erkki & Laarni, Jari & Sipilä, Kari & Ala-Siuru, Pekka & Parkkila, Tommi (2007) *Talotekniikan kehityslinjat. Teknologiat ja markkinat*. VTT Tiedotteita 2379: Espoo 2007.

Pajuniemi, Janne (2009) *Brändimarkkinointi murroksessa: virtuaalisten kuluttajayhteisöjen aikakausi*. *Futura* 4/2009, 103–113.

Pantzar, Mika (2000) *Tulevaisuuden koti – arjen tarpeita etsimässä*. Otavan kirjapaino: Keuruu 2000. 285 s.

Phaal, R., Farrukh, C. & Probert, D. (2005) *Developing a Technology Roadmapping System*. Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Portland: Oregon. pp. 99–111.

Phaal, R. & Farrukh, C.J.P. & Probert, D.R. (2004) *Customizing Roadmapping*. *Research – Technology Management* 47 (2), pp. 26–37.

Phaal, R. & Goenaga, Juan M. (2004) *Roadmapping lessons from the Basque country*. *Research – Technology Management*. July-August, pp. 9–12.

Phaal, R., Farrukh, C. & Probert, D. (2001a) *Characterisation of Technology Roadmaps: Purpose and Format*. Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET 01). Portland 29<sup>th</sup> July – 2<sup>nd</sup> August. pp. 367–374.



Phaal, R. & Farrukh, C.J.P. & Probert, D.R. (2001) *Technology Roadmapping: Linking Technology Resources to Business Objectives*. Institute for Manufacturing, University of Cambridge 14.11.2001. pp. 1–18.

Piironen, Mikko (2008) *Koneiden välinen viestintä nosta taas päätään*. Tekniikka ja Talous nettiuutiset 7.9.2008. <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/automaatio/article121825.ece>.

Raijas, Anu & Repo, Petteri (2009) *Kuluttajat, käyttäjät ja markkinat*. Teoksessa: *Megatrendit ja me*. Eija Ahola ja Anne Palkamo (toim.) 2009. Tekesin katsaus 255/2009. Helsinki: Tekes.

Rantanen, Kalevi (2008) *Elektroniikkaa biljoonapainoksin*. Artikkelitiede-lehdessä 10/2008.

Repo, Hanna (2010) *Kone saa tunteet*. Kauppalehti 18.1.2010, s. 16–17.

Repo, Päivi (2010) "Älynaulasta" voi tulla uusi vientituote. Helsingin Sanomat 23.2.2010, sivu A 5.

Rifkin, J. (2000) *The Age of Access*. the new culture of hypercapitalism, where all of life is paid-for experience. New York: J.P.Tarcher, Putnam.

Ritvanen, Virpi (2009) *Kehitysjohdaja Risto Linturi katsoo logistiikan tulevaisuuteen*. Logistiikka 6/2009, s. 10–11.

Saastamoinen, P. (2008) *Tapausesimerkki - kuka ohjaa autoasi?* Teoksessa Eloranta, V. (toim.) *Silmät auki! Tietoyhteiskunnan uhat ja mahdollisuudet*. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2008: Helsinki, s. 128–144.

Savolainen, Henna (2010) *Googlelta taas uusi aluevaltaus – rakentaa ultranopean verkon*. Tietoviikko 11.2.2010. [http://www.tietoviikko.fi/kaikki\\_uutiset/article373714.ece?s=n](http://www.tietoviikko.fi/kaikki_uutiset/article373714.ece?s=n)

ScienceDaily (2005) *Screens of the Future. Engineers Make Cheaper, Brighter Displays Out Of Organic Materials*. July 1, 2005. Web address: [http://www.sciencedaily.com/videos/2005/0703-screens\\_of\\_the\\_future.htm](http://www.sciencedaily.com/videos/2005/0703-screens_of_the_future.htm).

ScienceDaily (2006) *Brown Engineers Build A Better Battery –With Plastic*. September, 14, 2006. Web address: <http://www.sciencedaily.com/releases/2006/09/060914095053.htm>.

ScienceDaily (2007) *Paperless Book. Scientists Develop E-ink To Replace Books, Newspapers..* March 1, 2007. Web address: [http://www.sciencedaily.com/videos/2007/0306-paperless\\_book.htm](http://www.sciencedaily.com/videos/2007/0306-paperless_book.htm).

ScienceDaily (2009) *Significant Advances Made in Molecular Computing*. December 17, 2009. Web address: <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/12/091215171512.htm>.

ScienceDaily (2010) *Plug Your iPod Into Your T-Shirt for Power*. January 25, 2010. Web address: <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/01/100120113556.htm>.

ScienceDaily (2010) *New Magnetic Tuning Method Enhances Data Storage*. February 7, 2010. Web address: <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/02/100209111801.htm>.

ScienceDaily (2010) *Grid Computing for the Masses*. February 9, 2010. Web address: <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/02/100209124358.htm>.

Seppä, Heikki (2009) *Etätunnistusteknologian kehitys meillä ja maailmalla*. Tekesin katsaus 249/2009, 39 sivua.

Shin, Dong-Hee (2009) *Ubiquitous city: Urban technologies, urban infrastructure and urban informatics*. Journal of Information Science, 35 (5) 2009, pp. 515–526

Sihvonen, Markus (2007) *Adaptive personal service environment*. Väitöskirja. VTT Publications 660/2007: Espoo 2007.

Silberglitt, Richard & Antón, Philip S & Howell, David R & Wong, Anny (2008) *The Global Technology Revolution 2020. Bio/Nano/Materials, Information Trends, Drivers, Barriers and Social Implications*. Executive Summary. RAND National Security Research Division. pp. 27.

Sosiaali- ja terveysministeriö (2007) *Biopankit, yhteinen etu ihmisperäisten näytekokoelmien hyödyntämistä*. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2007:52. <http://www.stm.fi/Resource.phx/publishing/store/2007/10/pr1105954774022/passthru.pdf>

Stead, Geoff (2006) *Mobile technologies: Transforming the future of learning* sivut 6-15. Luku Becta ICT Research -tutkimusraportista *Emerging Technologies for Learning*.

Suominen, Heli (2010) *Ranskalaiset ryhtyivät vastaiskuun kännykkähäiriköitä vastaan*. Helsingin Sanomat 1.3.2010, sivu B3.

Suurnäkki-Vuorinen, Kirsi (2008) *Nano, nano, nano..* Artikkelinä nanoteknologiasta Kehittyvä kauppa – lehden numerossa 7/2008. s. 34–36

Syrjänen, Mikko & Nikula, Jussi & Vehviläinen Iivo & Raivio Tuomas (2007) *Tietoyhteiskunnan uudet toimintatavat mahdollisuutena ja haasteena. FENIX-teknologiaohjelman arviointi*. Tekesin teknologiaohjelmaraaportti 9/2007

Taleb, Nassim (2007) *Musta Joutsen – Erittäin epätodennäköisen vaikutus*. Helsinki: Terra Cognita.

Tanaka, Koichi (2008) *What's happening to Japanese ubiquitous service development? Interim reporting of finnnode/DuO: Ubiquitous zone project in Japan*. Finpron julkaisu.

Terveen teknologian tekijät (2007) *Terveysteknologian toimialaraaportti 2007*. Helsinki: Terveysteknologian Liitto ry – FIHTA.

*Tiedosta-lehti 1/2006. Ubiikki – syvä murros ja uudet toimintamallit operaattoreille*. Toim. Ville Saarikoski ja Oili Salminen. Tiede. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry:n nettilehti.

Tuokko, Reijo (2006) *SISU 2010. Uusi tuotantoajattelu. Innovative Manufacture. Innovativ Produktion. 2005-2009*. Tekesin SISU 2010-teknologiaohjelman esittelymateriaali 15.3.2006. [www.tekes.fi/sisu2010](http://www.tekes.fi/sisu2010).

Tuominen, Anu (2010) *Knowledge production for transport policies in the information society*. Dissertation. VTT Publications 719. Espoo.

U 41/2001 vp. (2007) *Valtioneuvoston kirjelmä eduskunnalle ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi jäsenvaltioiden myöntämien passien ja matkustusasiakirjojen turvatekijöitä ja*

*biometriikkaa koskevista vaatimuksista.* <http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/vex3000sh?TUNNISTE=U+41/2007>.

Weiser, Mark (1991) *The Computer for the 21<sup>st</sup> Century*. In: Scientific American 265, Nr. 3, S. 94–101.

Wyche, Susan P & Magnus, Camila M & Grinter, Rebecca E. (2009) *Broadening UbiComp's Vision: An Exploratory Study of Charismatic Pentecostals and Technology Use in Brazil*. UbiComp 2009, Sep. 30-Oct 3. pp. 145–154

Ylä-Anttila, Pekka (2009) *Maailmantaloudus ja Suomi*. Teoksessa: *Megatrendit ja me*. Eija Ahola ja Anne Palkamo (toim.) 2009. Tekesin katsaus 255/2009. Helsinki: Tekes.

## Sähköiset lähteet

Halal, William & Wang, Ann (2010) *Smart Robots*. 1.2.2010. TechCast is a virtual think tank tracking the technology revolution. TechCast scans the literature and pools the knowledge of 100 experts to forecast breakthroughs in all fields. Results are automatically distributed over the site to corporations, governments, and the public - anywhere in the world, on any prominent technology, in real time. <http://www.techcast.org>.

Elina Hiltusen blogisivusto <http://www.future.vuodatus.net/blog/category/Heikko+signaali> (käytetty 22.2.2010)

Elisa Oyj:n internet-sivut 1. <http://www.elisa.fi/vahti/ominaisuudet/#home> (käytetty 11.2.2010)

Forsström, Jari & Jyväskylä, Elina (2006) *Terveystieteiden tutkimuskeskus ry – Tiedosta -lehti* 1/2006. TIEKE Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry – Tiedosta lehti. [http://www.tieke.fi/julkaisut/tiedosta-lehti/--print?ARTICLE\\_NUM=18125](http://www.tieke.fi/julkaisut/tiedosta-lehti/--print?ARTICLE_NUM=18125)

FUTURIST UPDATE 2010. News & Previews from the World Future Society. March 2010 (Vol. 11, No. 3)

[www.hilavitkutin.com](http://www.hilavitkutin.com) 13.3.2007: <http://www.hilavitkutin.com/2007/03/13/japanilainen-automaattiovi-joka-avautuu-ainoastaan-riittavasti/>

Mikrobitti verkkolehti 9/2007. *802.11n -verkko esittelyssä. Langattoman uusi nopeusluokka.* <http://www.mbnet.fi>.

Salin, Marianna (2008) *Tekniset vaatteet jalostuvat älyvaatteiksi*. GEO 5-6, 2008. <http://www.geo-lehti.fi/tiede/tekniset-vaatteet-jalostuvat-aelyvaatteiksi>

Wikipedia, Suomenkielinen vapaa tietosanakirja verkossa <http://fi.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Etusivu>

Wikipedia, Technorati-palvelu, käytetty 2.2.2010, <http://en.wikipedia.org/wiki/Technorati>

Yle nettiuutiset 2.10.2010.

[http://yle.fi/uutiset/ulkomaat/2009/10/eun\\_oma\\_navigaatiohanke\\_galileo\\_etenee\\_1049322.html?print=true](http://yle.fi/uutiset/ulkomaat/2009/10/eun_oma_navigaatiohanke_galileo_etenee_1049322.html?print=true).

# AIKAISEMPIA TUTU-eJULKAISUJA

- 3/2010 Ahvenainen, Marko – Heinonen, Sirkka & Hietanen, Olli: Suunnittelu- ja konsulttialan kehitys, toimintaedellytysten arviointi ja kilpailukyvyn parantaminen -hankkeen loppuraportti. Liiteosa.
- 2/2010 Hietanen, Olli: Onnellinen Varsinais-Suomi – eli visio ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävästä Varsinais-Suomesta.
- 1/2010 Hietanen, Olli: Taustamateriaalia Varsinais-Suomen maakuntasuunnitelman päivitykseen.
- 15/2009 Hietanen, Olli – Kuusisto, Rauno & Siivonen, Katriina: Matkailun ja elämystuotannon toimialan visiot ja ennakointi -ohjelman väliraportti.
- 14/2009 Hietanen, Olli: Varsinais-Suomen elinkeinostrategiaprosessin tulevaisuusverstaat – PESTE Futures Lab.
- 13/2009 Salonen, Sofi (ed.): Grasping the Future – a Challenge for Learning and Innovation. Proceedings of the Conference “Grasping the Future – a Challenge for Learning and Innovation”, 1–3 October 2008, Helsinki, Finland.
- 12/2009 Hietanen, Olli & Pihlavisto, Petri: Salon seudun sosiaali- ja terveysalan tulevaisuus selvitys.
- 11/2009 Luukkanen, Jyrki – Vehmas, Jarmo – Karjalainen, Anne & Panula-Ontto, Juha: Energiaskenaarioita vuoteen 2050. Katsaus energia-alan haasteisiin, mahdollisuuksiin ja vaikutuskeinoihin.
- 10/2009 Luukkanen, Jyrki – Vehmas, Jarmo – Mustonen, Suvisanna – Allievi, Francesca – Karjalainen, Anne – Värttö, Mikko & Ahoniemi, Maria: Finnish Energy Industries – Energy Scenarios and Visions for the Future. Background Report.
- 9/2009 Inkinen, Sam & Kaivo-oja, Jari: Understanding Innovation Dynamics. Aspects of Creative Processes, Foresight strategies, Innovation Media and Innovation Ecosystems.

---

## TUTU-eJULKAISUJA 4/2010

Timo Nurmi – Mikko Vähätalo – Riikka Saarimaa & Sirkka Heinonen

## UBITRENDIT 2020: TULEVAISUUDEN UBITEKNOLOGIAT

Kehityskulkuja, sovelluksia, trendejä sekä heikkoja signaaleja

ISBN 978-952-249-042-1

ISSN 1797-132



Turun yliopisto  
University of Turku

