

Erkki Mäkinen (toim.)

**Tietojenkäsittelytieteellisiä tutkielmia
Kevät 2014**



INFORMAATIOTIETEIDEN YKSIKKÖ
TAMPEREEN YLIOPISTO

INFORMAATIOTIETEIDEN YKSIKÖN RAPORTTEJA 28/2014

TAMPERE 2014

TAMPEREEN YLIOPISTO
INFORMAATIOTIETEIDEN YKSIKKÖ
INFORMAATIOTIETEIDEN YKSIKÖN RAPORTTEJA 28/2014
TOUKOKUU 2014

Erkki Mäkinen (toim.)

**Tietojenkäsittelytieteellisiä tutkielmia
Kevät 2014**

INFORMAATIOTIETEIDEN YKSIKKÖ
33014 TAMPEREEN YLIOPISTO

ISBN 978-951-44-9482-6 (pdf)

ISSN-L 1799-8158
ISSN 1799-8158

Sisällysluettelo

Opetusjärjestelmien käytettävyyden arviointi.....	1
<i>Senja Ampuja</i>	
Onnistuneiden itsepalvelujärjestelmien vaatimukset ostoympäristöissä.....	22
<i>Sakari Hassi</i>	
Junien ohjausjärjestelmässä ylläpidettävän junan paikkatiedon automaattisesta testaamisesta.....	40
<i>Laura Kautonen</i>	
Pelillistämisen metodit opetuksessa.....	52
<i>Ville Kuparinen</i>	
Käytettävyys kliinisissä ohjelmistoissa.....	75
<i>Juho Pispä</i>	
Pelinkehitys HTML5:llä.....	90
<i>Joonas Reinikka</i>	
Diginatiivit opettajina – tulevaisuuden toivo vai toivotonta?.....	102
<i>Sanna Rätty</i>	
Ammattiryhmien välinen yhteistyö IT-projekteissa.....	126
<i>Vilma Saloranta</i>	
Naiset IT-alan akateemisissa työtehtävissä.....	143
<i>Miia Toivonen</i>	

Opetusjärjestelmien käytettävyyden arviointi

Senja Ampuja

Tiivistelmä.

Opetusjärjestelmien käytettävyyden arviointi eroaa tavallisen järjestelmän käytettävyyden arvioimisesta. Opetusjärjestelmiä arvioidessa tulee käytettävyyden lisäksi ottaa huomioon myös niiden pedagoginen arvo. Tässä tutkielmassa pyritään tarkastelemaan, mitä kaikkea opetusjärjestelmien käytettävyyden arvioimisessa tulisi ottaa huomioon.

Avainsanat ja -sanonnat: Opetusjärjestelmät, heuristiikat, pedagoginen käytettävyys.

CR-luokat: H.5.2, K.3.1,

1. Johdanto

Nielsen [1995] on kehittänyt heuristisen arvioinnin listan, jota voidaan yleisesti käyttää käytettävyyden arviointiin. Tämän listan avulla pyritään siihen, että kaikki järjestelmät noudattaisivat käytettävyydeltänsä samoja kriteerejä. Opetusjärjestelmissä pelkästään heuristisen arvioinnin noudattaminen ei riitä. Nokelainen [2006] on esitellyt oman vastineensa Nielsenin heuristisille kriteereille opetusjärjestelmien käytettävyyden arviointia varten. Näiden kahden eri kriteeristön käyttäminen arvioidessa opetusjärjestelmiä mahdollistaa sen, että järjestelmä on sekä pedagogiselta käytettävyydeltään että myös muulta käytettävyydeltään mahdollisimman hyvä.

Käytettävyyden kannalta on tärkeää tunnistaa ne heuristiikat, jotka vaikuttavat järjestelmän käytettävyyteen eniten. Järjestelmien käytettävyyden arvioimisessa käytettävyysasiantuntijalla on suuri paine tehdä mahdollisimman tehokas käytettävyydestaus. Opetusjärjestelmien kannalta taas on ensiarvoisen tärkeää, että käytettävyysasiantuntija on perehtynyt myös pedagogiseen käytettävyyteen. Käytännössä tämä tarkoittaa pedagogisia opintoja tai vahvaa taustatyötä siitä, minkälaiset pedagogiset arvot ovat tärkeitä opetusjärjestelmissä.

Yhtenäisten ohjenuorien puuttuminen opetusjärjestelmien käytettävyyden arvioimisessa voi johtaa siihen, että järjestelmät ovat tasoltaan hyvin erilaisia. Opetusjärjestelmien käytettävyydessä voi olla suuriakin eroavaisuuksia riip-

puen siitä, kuka on arvioinut järjestelmää ja miten. Opetusjärjestelmiin on vaikeaa löytää Nielsenin heuristiikkojen kaltaisia yhtenäisiä kriteerejä, sillä eri opetusjärjestelmillä on erilaisia pedagogisia käyttötarkoituksia.

Tämän tutkielman tarkoituksena on perehdyttää lukija siihen, minkälaisia pedagogisia käytettävyysskriteerejä on mahdollista käyttää pedagogisten järjestelmien arvioimisessa. Näitä kriteerejä pyritään avaamaan erilaisten käytettävyystestauksien avulla, joita opetusjärjestelmiin on tehty. Lopuksi pyrin kokoaamaan omat ajatukseni siitä, minkälaiset pedagogiset käytettävyysskriteerit ovat mielestäni tärkeimpiä opetusjärjestelmien käytettävyyden arvioimisessa.

2. Pedagoginen käytettävyys

Tässä luvussa esitellään lähemmin Nielsenin [1995] käytettävyysheuristiikat ja Nokelaisen [2005] kokoamat vastineet niille opetusjärjestelmien käytettävyyden arvioimiseen. Tarkoituksena on vertailla, mitä eroja niistä löytyy ja miten nämä erilaista heuristiikat voidaan yhdistää, jotta pystyttäisiin tuottamaan paras mahdollinen käytettävyystestaus opetusjärjestelmille. Lisäksi esitellään Squiren ja Preecen [1996] tekemä tutkimus opetusjärjestelmien käytettävyyden testaamisesta ja siihen soveltuvista metodeista.

2.1. Pedagogisen käytettävyyden kriteerejä

Koska opetusjärjestelmien käytettävyystestauksiin ei ole kehitetty yhtenäistä ohjenuoraa, jää käytettävyystestaajan vastuulle huolehtia, minkälaiset kriteerit tulisi täyttyä testatessa tietynlaista opetusjärjestelmää. Nokelainen [2006] on kerännyt kriteerejä, joita on käytetty erilaisten opetusjärjestelmien käytettävyyden arvioimisessa (taulukko 1). Kuten taulukosta voidaan huomata, käytettävyystestauksessa käytettyjen kriteerien määrä voi vaihdella paljon eri testauksien välillä. Nokelaisen kokoama pienin kriteerien määrä on neljä, siinä missä suurin on neljätoista. Tämä antaa viitettä siitä, miten paljon käytettävyystestauksien laatu voi vaihdella. Vähäinen kriteerien määrä ei kuitenkaan aina kerro siitä, että käytettävyystestaus olisi ollut laadultaan huonompi kuin muut. Vähäinen määrä voi myös kertoa siitä, että testattavassa opetusjärjestelmässä on vain pieni määrä pedagogisia seikkoja, jotka tulisi ottaa huomioon.

Verrattaessa Nokelaisen tekemää koostetta Nielsenin [1995] kymmenen kohdan listaan (taulukko 2), voidaan jo silmämääräisesti havaita suuri ero tavallisen järjestelmän käytettävyyden testauksessa verrattuna opetusjärjestelmän käytettävyyden testaukseen. Hyvä opetusjärjestelmän testaus tulisi koostua

sekä Nielsenin heuristiikkojen käytöstä että joistain pedagogisista kriteereistä. Jos käytettävyydestä yrittää ottaa kaikki seikat huomioon, käytetty kriteerilista voi nousta jopa yli kahdenkymmenen kohdan pituiseksi. Tällöin käytettävyydestä tulee valita vain järjestelmän kannalta oleellimmat kriteerit: mitkä seikat vaikuttavat järjestelmän yleiseen käytettävyyteen ja mitkä seikat taas vaikuttavat järjestelmän pedagogiseen arvoon ja millä tavoin. Koska järjestelmät ovat opetusjärjestelmiä, pedagogiset kriteerit ovat tärkeämpiä. Ne eivät kuitenkaan saisi olla tärkeämpiä tavallisen käytettävyyden kustannuksella, sillä jos opetusjärjestelmässä on pedagogiset kriteerit kunnossa mutta yleinen käytettävyys huono, järjestelmän tehokas käyttö vaikeutuu.

Nokelaisen koosteessa nousevat useassa eri testauksessa esille erilaiset käyttäjät. Tavallisen järjestelmän käytettävyydestä erotellaan eksperttikäyttäjiin ja uusiin käyttäjiin. Opetusjärjestelmissä käyttäjät edustavat usein eritasoisia oppilaita, joiden erilaiset tarpeet tulisi ottaa huomioon järjestelmää kehitettäessä. Esimerkiksi erilaiset oppimisvaikeudet ovat sellainen tekijä, joka tulisi ottaa huomioon opetusjärjestelmien käytettävyydessä. Se mikä toiselle voi olla helppo oppia, voi oppimisvaikeuksista kärsivälle olla vaikeaa. Tällöin opetusjärjestelmien pitäisi tukea järjestelmän helppoa opittavuutta. Horila ja muut [2002] ovat Nokelaisen koosteessa listanneet tämän ensimmäiseksi käytettävyydekriteeriksi. Järjestelmän tulisi olla myös tukea antava, ja sen pitäisi kyetä ehkäisemään kognitiivisia virheitä.

Reeves [1994]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Learner control 2. Pedagogical philosophy 3. Underlying psychology 4. Goal orientation 5. Experimental value (Authenticity) 6. Teacher role 7. Program flexibility 8. Value of errors 9. Cooperative learning 10. Motivation 11. Epistemology 12. User activity 13. Accommodation of individual differences (Scaffolding) 14. Cultural sensitivity
Quinn [1996]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clear goals and objectives 2. Context meaningful to domain and learner 3. Content clearly and multiply represented and multiply navigable 4. Activities scaffolded 5. Elicit learner understandings

	<ol style="list-style-type: none"> 6. Formative evaluation 7. Performance should be "criteriareferenced" 8. Support for transference and acquiring "self-learning" skills 9. Support for collaborative learning
Squires and Preece [1996]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Specific learning tasks 2. General learning tasks 3. Application operation skills 4. General system operation tasks
Albion [1999]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establishment of context 2. Relevance to professional practice 3. Representation of professional responses to issues 4. Relevance of reference materials 5. Presentation of video resources 6. Assistance is supportive rather than prescriptive 7. Materials are engaging 8. Presentation of resources 9. Overall effectiveness of materials
Squires and Preece [1999]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Appropriate levels learner control 2. Navigational fidelity 3. Match between designer and learner models 4. Prevention of peripheral cognitive errors 5. Understandable and meaningful symbolic representation 6. Support personally significant approaches to learning 7. Strategies for the cognitive error recognition, diagnosis and recovery 8. Match with curriculum
Horila et al. [2002]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Learnability 2. Graphics and layout 3. Technical requirements 4. Intuitive efficiency 5. Suitability for different learners and different situations 6. Ease of use: Technical and pedagogical approach 7. Interactivity 8. Objectiveness 9. Sociality 10. Motivation 11. Added value for teaching

Taulukko 1. Nokelaisen [2006] kokoelma pedagogisten järjestelmien käytettävyydestä käytetyistä kriteereistä.

10 usability heuristics according to Nielsen (1995)	Nielsenin 10 heuristiikkaa käytettävyyteen (1995)
1. Visibility of the system status	1. Järjestelmän tilan näkyminen
2. Match between system and the real world	2. Palvelun ja tosielämän vastaavuus
3. User control and freedom	3. Käyttäjän kontrolli ja vapaus
4. Consistency and standards	4. Yhteneväisyys ja standardit
5. Error prevention	5. Virheiden estäminen
6. Recognition rather than recall	6. Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen
7. Flexibility and efficiency of use	7. Käytön joustavuus ja tehokkuus
8. Aesthetic and minimalist design	8. Esteettinen ja minimaallinen suunnittelu
9. Help users recognize, diagnose, and recover from errors	9. Virhetilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen
10. Help and documentation	10. Opastus ja ohjeistus

Taulukko 2. Nielsen [1995] 10 heuristiikkaa käytettävyyteen

2.2. Nokelainen: pedagogisen järjestelmän käytettävyyden arviointi

Nokelainen [2006] on koonnut eri opetusjärjestelmien käytettävyydestä käytettyjä kriteerejä. Hän on näiden pohjalta laatinut oman listansa, jossa yhdistyvät kaikki opetusjärjestelmien ja niiden materiaalien käytettävyyden arvioimiseen tarvittavat oleelliset kriteerit (taulukko 3).

Nokelaisen listan ensimmäinen kohta on oppimisen kontrollointi. Hän tarkoittaa tällä sitä, ettei käyttäjän muistia tulisi ylikuormittaa, vaan opetusjärjestelmien tarjoama tieto ja materiaali tulisi pilkkoa tarpeeksi pieniin osiin, että käyttäjä ei turhaudu liiallisesta tiedon määrästä. Tiedon määrään ei ole kultaista keskitietä, sillä jokainen käyttäjä on yksilö: toiset muistavat enemmän, toiset vähemmän. Tärkeää opetusjärjestelmien materiaalissa on, että sen tulisi laadultaan ja määrältään olla mahdollisimman tehokkaasti tuotettua ja helposti muistettavaa.

Nokelaisen 10 kriteeriä	Suomenkielinen vastine
1. Learner control	1. Oppimisen kontrollointi
2. Learner activity	2. Oppimisen aktivointi
3. Cooperative/Collaborative learning	3. Yhteisöllinen ja yhteistyökeskeinen oppiminen
4. Goal orientation	4. Päämääräorientaatio
5. Applicability	5. Sovellettavuus
6. Added value	6. Lisätty arvo
7. Motivation	7. Motivaatio
8. Valuation of previous knowledge	8. Aikaisemman tiedon arviointi
9. Flexibility	9. Joustavuus
10. Feedback	10. Palaute

Taulukko 3. Nokelaisen [2006] 10 kriteeriä pedagogisen järjestelmän käytettävyyden arvioimiseen

Toisella kohdalla, oppijan aktivoinnilla, tarkoitetaan sitä, että opetusmateriaalin tulisi toimia aktivointiväylänä oppijalle. Opetusjärjestelmistä puuttuu opettajan aktiivinen rooli, jolla perinteisessä opetuksessa voi olla suuri osa oppijan aktivointiin, oppimismateriaali ja opetusjärjestelmän ympäristön aktiivisuus saa uudenlaisen roolin. Käyttäjän motivaatiota tulee tukea ja nostattaa materiaalin avulla. Opetusjärjestelmät ja niiden materiaali tarjoavat hyvän lähtökohdan Nokelaisen listan kolmannelle kohdalle, yhteisölliselle ja yhteistyökeskeiselle oppimiselle. Opetusjärjestelmä mahdollistaa, että kaikki käyttäjät ovat yhteydessä toisiinsa ja pystyvät tekemään yhteistyötä keskenänsä. Oppimisesta tulee yhteisöllistä, kun käyttäjät pystyvät jakamaan omia tietojaan ja mielipiteitään järjestelmän kautta muille. Opetusjärjestelmät tarjoavat lisäksi myös erilaisia visuaalisia työkaluja, joilla käyttäjät voivat yhteistyössä tehdä esimerkiksi materiaaleista visuaalisempia ja havainnollistavampia.

Neljäntenä Nokelaisen listassa on päämääräorientaatio. Opetusjärjestelmien ja niissä olevien materiaalien tulisi tukea käyttäjän oppimisen päämäärällisyyttä. Tämä voidaan saavuttaa esimerkiksi tehtävien avulla. Tehtävistä pitää saada tietty määrä pisteitä ennen kuin käyttäjä pääsee siirtymään seuraavaan tehtävään. Tällaisella mallilla tuetaan käyttäjän motivaatiota saada tarvittavat pisteet ja päästä tehtäväsarjan loppuun asti. Päämäärän saavuttamista voidaan erityyppisten tehtävien lisäksi tukea käyttäjien omien motivaatiolähteiden

avulla. Haittapuolena tällaisessa päämääräorientaatioisessa tavassa on se, että se estää käyttäjien etenemisen tehtävien parissa omassa tahdissa.

Opetusjärjestelmien materiaalin sovellettavuus on tärkeää: materiaalin tulisi rakentua ja tukea käyttäjän oppimista siten, että opittuja asioita pystyttäisiin soveltamaan myöhemmin elämässään ja opiskelussaan. Materiaali ei saa olla vain kontekstisidonnaista, sillä käyttäjän tulee pystyä soveltamaan opittua tietoa myös muilla alustoilla ja tehtävillä. Materiaalin tulisi olla rakennettu oppijan näkökulmasta, jotta se ei olisi esimerkiksi teoreettisesti liian vaikeaa käyttäjälle. Materiaalit on vaikea rakentaa sopiviksi kaikille käyttäjille, mutta niiden tulisi kuitenkin sisällöltään olla sellaisia, että kaikki oppijat pystyvät soveltamaan niitä jollain tapaa omaan oppimiseensa.

Materiaaliin saadaan lisättyä arvoa helposti opetusjärjestelmien avulla. Materiaalista saadaan visuaalisempaa esimerkiksi videoiden ja animaatioiden avulla. Tällainen arvon lisääminen ei onnistu tavallisessa, esimerkiksi pape-riversiona jaetussa materiaalissa. Jo pienikin arvon lisääminen materiaaliin voi kohottaa oppijan motivaatiota ja kiinnostusta opittavaan asiaan. Opetusjärjestelmien potentiaalia materiaalin arvon lisäämiseen tulisikin käyttää ja hyödyntää mahdollisimman pitkälle. Opetusjärjestelmät tarjoavat mahdollisuuden lisätä materiaalin arvoa myös erilaisten oppijoiden näkökulmista. Materiaaliin voidaan liittää useampia visualisointeja, joista toiset sopivat edistyneemmille käyttäjille, toiset taas aloittelijoille.

Käyttäjän motiivointi on läheisessä suhteessa päämääräorientaation kanssa. Opetusjärjestelmän ja sen materiaalin tulee motivoida käyttäjää oppimaan ja käyttämään järjestelmää. Materiaalien ja järjestelmän tulee tarjota käyttäjälle virikkeitä, kuten esimerkiksi aktivoivaa opetusmateriaalia ja virikkeellisen käyttöliittymän. Mitä motivoivampi järjestelmä ja materiaali ovat, sitä paremmin käyttäjän motivaatio ja oppimishalu pysyy yllä.

Kohta kahdeksan, aikaisemman tiedon arviointi, linkittyy myös motivaatioon. Opetusjärjestelmän ja sen materiaalien pitää ottaa huomioon käyttäjän aikaisemmat tiedot. Jos materiaalista tehdään liian helppoa, käyttäjä saattaa turhautua ja hänen motivaationsa laskea. Sama pätee myös liian vaikean materiaalin kanssa. Opetusjärjestelmät mahdollistava sen, että eritasoista materiaalia voidaan jakaa käyttäjälle ja käyttäjä itse voi valita aikaisempien tietojen ja taitojensa perusteella sopivimmat materiaalit itselleen opiskeluun.

Opetusjärjestelmän ja materiaalien joustavuus ottaa huomioon käyttäjien erilaisuuden. Erilaisille käyttäjille on helpompi taata soveltuva materiaali, koska opetusjärjestelmät mahdollistavat suurien materiaalmäärien jakamisen. Jokaiselle käyttäjälle voidaan jakaa omanlaistaan materiaalia. Tällainen tapa tuot-

taa opettajalle työtä, mutta samalla se vähentää yksilöopetuksen tarvetta. Opetusjärjestelmät mahdollistavat sen, että myös toiset käyttäjät voivat opettajien lisäksi jakaa itse hyväksi kokemiaan materiaaleja.

Viimeisenä kohtana Nokelaisen listassa on palaute. Opetusjärjestelmän ja materiaalin pitää tarjota käyttäjälle motivoivaa ja rakentavaa palautetta. Opetusjärjestelmät mahdollistavat erilaisia palautemahdollisuuksia, jolloin palautteesta saadaan visuaalisempaa ja havainnollistavampaa. Opetusjärjestelmät mahdollistavat myös välittömän palautteen käyttäjälle. Toisin kuin paperille kirjoittaessa, opetusjärjestelmä antaa käyttäjälle palautteen hänen tekemisistään välittömästi suorituksen jälkeen. Tämä voi lisätä käyttäjän motivaatiota, sillä hän pääsee näkemään oman työnsä tuloksen heti työn tehtyään. Lisäksi toistuvia virheitä on helpompi ehkäistä välittömän palautteen avulla.

Nokelainen nostaa listassaan esille käyttäjän yksilöllisyyden useammassa kohdassa. Jokaisen käyttäjän yksilöllisyys pitää ottaa huomioon opetusjärjestelmiä ja niiden materiaaleja suunniteltaessa. Opetusjärjestelmät tarjoavat mahdollisuuden jakaa erilaista ja eritasoista materiaalia, jotta erilaiset käyttäjät saisivat juuri heille sopivaa materiaalia. Materiaalien pitää olla myös käyttäjää motivoivia. Materiaalin tulee tarjota sopivia virikkeitä ja mahdollistaa käyttäjien päämäärien asettamisen ja lopulta myös toteuttamisen. Opetusjärjestelmät tarjoavat näihin useampia työkaluja perinteiseen opetukseen verrattuna. Opetusjärjestelmät mahdollistavat myös käyttäjille välittömästi annetun palautteen. Tämä toimii hyvin motivaation nostattajana ja se myös ennaltaehkäisee toistuvia virheitä, sillä käyttäjä näkee heti kohdan, jossa virhe on tehty. Nokelainen on koonnut opetusjärjestelmien ja materiaalien käytettävyyteen liitetyt kriteerit käyttäjän näkökulmasta. Kriteerien avulla järjestelmä ja materiaali saadaan muokattua käyttäjälle mahdollisimman tehokkaaksi ja opettavaiseksi.

2.3. Squires and Preece: Jigsaw-malli

Squires ja Preece [1996] pohtivat opetusjärjestelmien käytettävyyttä opettajien näkökulmasta ja kehittivät opettajille suunnatun työkalun, Jigsaw-mallin. He tutkivat, minkälaisia työkaluja opettajille tarjotaan tueksi hyvän opetusjärjestelmän valitsemiseksi. Opettajille on tarjolla muutamia ohjenuoria erilaisiin opetusjärjestelmiin, mutta nämä eivät anna tarpeeksi tukea opettajan valinnoille. Usein opettajalla ei ole edes mahdollisuutta testata opetusjärjestelmää ennalta, vaan hänen pitää tehdä valintansa muiden kokemusten, järjestelmän mainostekstin ja muiden mainosten perusteella. Joissain tapauksissa opettajilla

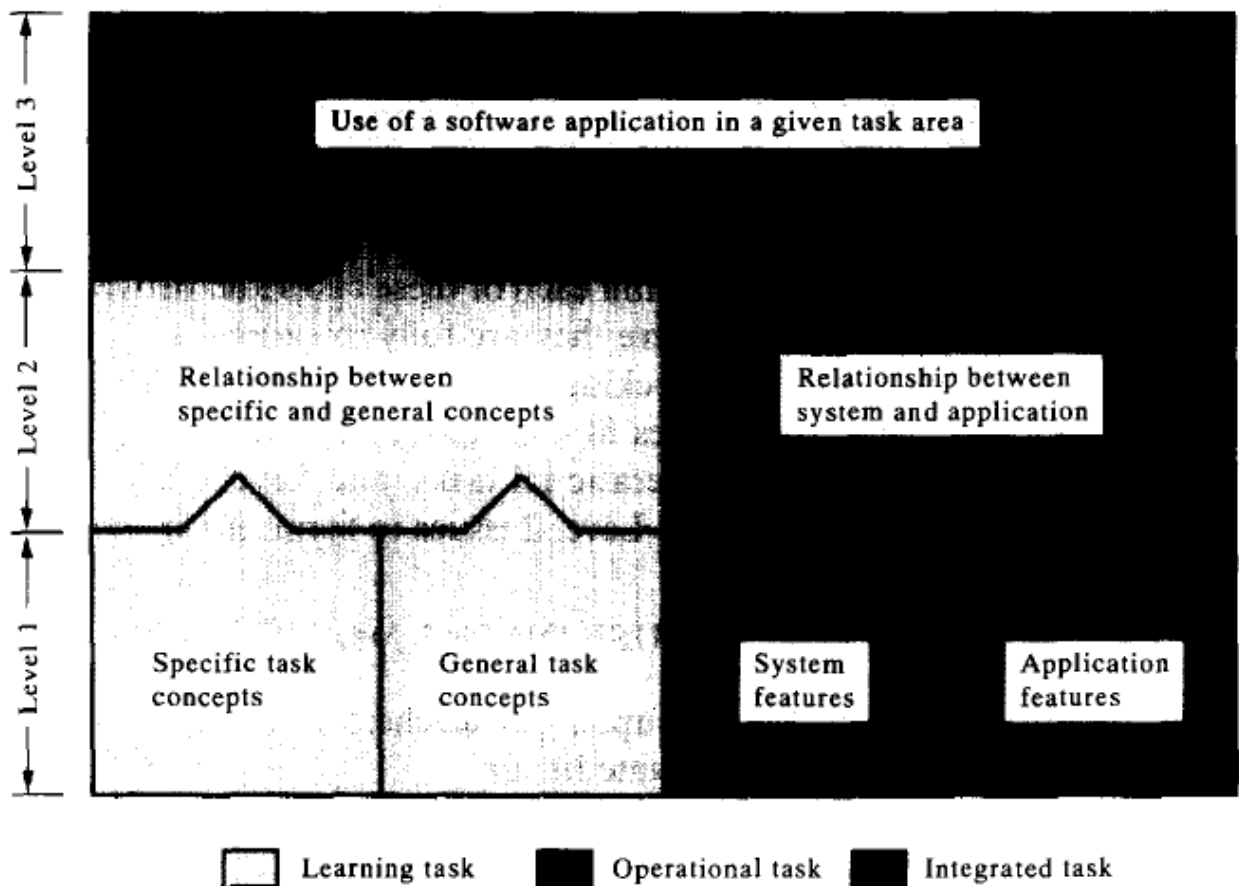
on mahdollisuus esimerkiksi kollegan tai ilmaisen testiversion avulla päästä kokeilemaan opetusjärjestelmää. Opettajille ei kuitenkaan tarjota mistään tarkistuslistaa siihen, minkälainen on hyvä opetusjärjestelmä. Opettajat tietävät, onko se pedagogiselta käytettävyydeltään hyvä, mutta eivät välttämättä osaa arvioida, onko se muulta käytettävyydeltään hyvä. Squires ja Preece toteavatkin, että opetusjärjestelmä on hyvä silloin, kun sekä pedagoginen käytettävyys että muu käytettävyys on kunnossa.

Squires ja Preece esittelivät kaksi tarkistuslistaa, joita opettajille tarjotaan opetusjärjestelmän käytettävyyden arviointiin. Toisen tarkistuslistoista on kehittänyt British National Council of Educational Technology. Tämä tarkistuslista on suunnattu CD-ROM-pohjaisten opetusjärjestelmien käytettävyyden arviointiin. Tarkistuslista koostuu useammasta eri osiosta, joissa käydään läpi järjestelmän eri osa-alueita ja niiden käytettävyyttä. Tarkistuslista toimii niin, että siinä on lista kysymyksiä, joihin opettajat joutuvat miettimään vastauksia. Vastaukset antavat suuntaa siitä, onko järjestelmä käytettävyydeltään hyvä vai ei.

Toinen tarkasteltu tarkistuslista on MicroSift Evaluator's Guide. Tämä lista koostuu myös eri osioista, joiden kysymykset painottuvat eri osa-alueille. Ensimmäisen osion kysymykset ovat yleismaallisia, eivätkä kohdistu yksityiskohtaisesti tiettyyn osa-alueeseen järjestelmässä. Toisessa osiossa kysymykset muuttuvat yksityiskohtaisemmiksi ja käsittelevät sekä järjestelmän sisältöä että teknistä toteutusta. Tarkistuslistaa käyttävää pyydetään arvioimaan esimerkiksi opetusjärjestelmän teknisiä valmiuksia määritetyn asteikon avulla. Asteikko koostuu viidestä eri vaihtoehdosta, jotka vaihtelevat vahvasti samaa mieltä -vaihtoehdon ja vahvasti eri mieltä -vaihtoehdon välillä. Lisäksi tarkistuslistaa käyttävän on mahdollista vastata, ettei kyseistä kriteeriä voida tarkastella kyseisen järjestelmän kannalta. Tämän tarkistuslistan tarkoituksena on kartoittaa, voisiko tarkistuslistaa käyttänyt mieltää järjestelmän opetuskäyttöön, joko suoraan sellaisena tai pienien muutosten jälkeen.

Squires ja Preece kehittivät opettajien tueksi Jigsaw-mallin, jota käytetään opetusjärjestelmien käytettävyyden arvioinnin tukena. Mallin kehityksen takana on idea siitä, että hyvin valittu opetusjärjestelmä tukee opetusta. Kaksi esiteltyä tarkistuslistaa eivät suoraan yhdistä opetusta ja käytettävyyttä toisiinsa. Jigsaw-malli pyrkii kuitenkin yhdistämään nämä kaksi asiaa yhteen, jotta opettajat oppisivat tunnistamaan pedagogiselta käytettävyydeltään ja muulta käytettävyydeltään hyvän opetusjärjestelmän. Jigsaw-malli rakentuu kolmesta eri tasosta, jotka ovat yhteydessä toisiinsa. Ensimmäisen tason tehtävät ovat yleisiä, jotka liittyvät johonkin tiettyyn aiheeseen tai asiakokonaisuuteen.

Tehtävät eivät ole liity toisiinsa, eivätkä näin muodosta linkkiä järjestelmän ja sovellusten välille. Tällaista linkkiä aletaan muodostaa vasta tasolla kaksi, jolloin oppimisen ja järjestelmän tehtäviä aletaan yhdistää toisiinsa. Kolmannella tasolla oppimisen ja järjestelmän tehtävät yhdistetään, ja lopulta päästään tarkastelemaan, kuinka hyvin järjestelmän suunnittelija on ymmärtänyt oppijan tarpeet. Jigsaw-mallin kolme eri tasoa kuvataan kuvassa 1. Jigsaw-mallin onnistuneen käytön päätteeksi järjestelmän pitäisi tukea oppimista täydellisesti ilman ongelmia. Jigsaw-mallin käyttöttestauksissa Squires ja Preece huomasiivat, että malli auttoi opettajia hahmottamaan paremmin opetusjärjestelmien käytettävyyden kokonaisuudessaan. Jigsaw mallin avulla opettajat pystyivät tehokkaammin arvioimaan opetusjärjestelmän pedagogista ja yleistä käytettävyyttä. Tutkimuksessa havaittiin, että opettajat kaipaisivat enemmän Jigsaw-mallin tapaisia metodeja, jotta opetusjärjestelmien käytettävyys pystyttäisiin testaamaan kokonaisuutena. Tarjolla olevat tarkistuslista eivät tarjoa tarpeeksi tukea opettajille opetusjärjestelmien käytettävyyden kokonaistestaukseen.



Kuva 1. Squires ja Preece [1996] Jigsaw-mallin tasokaavio.

2.4. Hyvä käytettävyydestä opetusjärjestelmälle

Opetusjärjestelmien käytettävyydestä tulee huomioida järjestelmän kohderyhmä. Hyvän käytettävyydestä voidaan päätellä, onko järjestelmän suunnitellut henkilö lähtenyt suunnittelemaan järjestelmää käyttäjän näkökulmasta. Verrattuna tavallisiin järjestelmiin, opetusjärjestelmissä on paljon pieniä tekijöitä, jotka testauksessa tulee huomioida. Pedagogisen käytettävyyden tulee edistää oppimista ja tukea hyvin sekä oppilaiden että opettajan käyttökokemusta. Muulta käytettävyydeltään järjestelmän tulee tukea käyttäjää ja ehkäistä sekä kognitiiviset virheet, että muuten syntyvät virheet. Notess [2001] nostaa esille myös sen, miten saadaan käyttäjän mielenkiinto pysymään yllä järjestelmistä löytyvästä valtavasta tietomäärästä huolimatta. Käytettävyyden näkökulmasta on tärkeää, että opetusjärjestelmää testattaessa on tarkasteltava, löytääkö käyttäjä hänelle oleellisen tiedon tietomäärästä. Opetusjärjestelmissä navigoimisen tulisi Notessin mielestä olla myös luontevaa ja helppoa. Opetusjärjestelmiä suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon erilaiset oppijat ja heidän tarpeensa.

3. Opetusjärjestelmiin tehtyjä käytettävyydestä

Tässä luvussa on tarkoitus esitellä opetusjärjestelmiin tehtyjä erilaisia käytettävyydestä. Käytettävyydestä esitellään siinä käytetyt testausmenetelmät ja lisäksi tarkastellaan lähemmin, minkälaisia pedagogisia käytettävyydestä kriteerejä testauksessa on käytetty ja otettu huomioon.

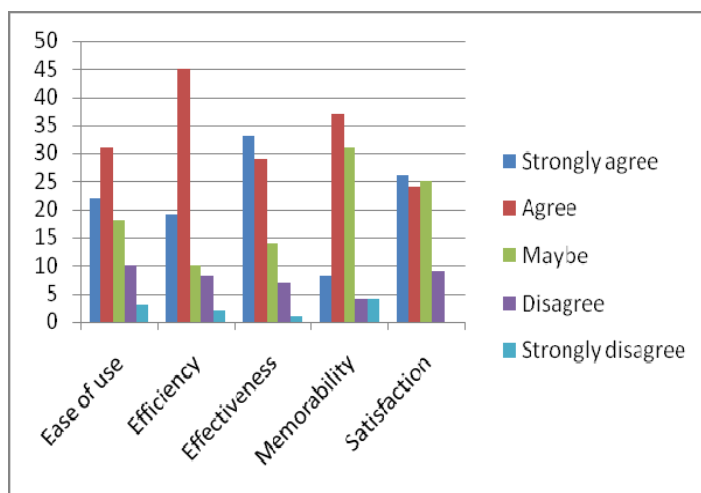
3.1. Kakasevski ja muut: Moodle-järjestelmä

Kakasevski ja muut [2008] suorittivat käytettävyydestä Moodle-opetusjärjestelmään. Käytettävyydestä suoritettiin 84 opiskelijalla, neljällä yliopiston professorilla, neljällä opetus- ja tutkimusassistentilla sekä kahdella järjestelmänvalvojalla. Professorit ja opetus- ja tutkimusassistentit olivat Moodlessa opettaja- ja kurssin luoja -rooleissa, kun taas opiskelijat toimivat järjestelmässä opiskelijan roolissa. Käytettävyydestä toteutettiin niin, että opettajat ja kurssin luojat loivat erilaisia kursseja, joiden käytettävyydestä oppilaat pääsivät tunnistamaan käytettävyydestä ongelmia. Kurssit pyrittiin luomaan mahdollisimman samankaltaisiksi kuin oikeat käytössä olevat kurssit Moodlessa. Tutkimuksen alussa opiskelijat saivat yksityiskohtaisen suunnitelman siitä, miten järjestelmää tulisi käyttää. Tutkimus jaettiin kolmeen eri ajanjaksoon: ensimmä-

mäinen jakso koostui ensimmäisestä viikosta, toinen toisesta viikosta ja kolmas toisen viikon jälkeisestä ajasta aina tutkimuksen loppuun asti.

Oppilaita pyydettiin täyttämään kyselyitä, jotka koostuivat monivalinta-kysymyksistä, asteikollisista ja avoimista kysymyksistä sekä erilaisista suoritettavista tehtävistä. Ensimmäinen kysely toteutettiin ensimmäisen jakson jälkeen, toinen sen jälkeen, kun oppilaat olivat työskennelleet kaksi viikkoa järjestelmän kanssa. Ennen toista kyselyä oppilaat olivat joutuneet käyttämään järjestelmää monipuolisesti: hyödyntämään järjestelmän chat-ominaisuutta, lataamaan omia tuotoksiaan järjestelmään ja lataamaan järjestelmästä erimuotoisia tiedostoja (.doc, .pdf, jne.) omalle koneelleen. Viimeinen kysely toteutettiin tutkimuksen loppuvaiheessa, kuuden viikon järjestelmässä työskentelyn jälkeen. Kyselyistä ja asiantuntija-analyysista saatuja tuloksia suositellaan käytettäväksi opettajien ohjenuorana kehiteltäessä erilaisia sähköisiä opetusjärjestelmiä.

Kolmannessa kyselyssä kysytyt kysymykset koskivat järjestelmän käytettävyyttä. Oppilaiden tuli valita vastaus, joka oli lähimpänä hänen omaa mielipidettään järjestelmästä. Skaala oli viiden kohdan laajuinen, joista ääripäinä olivat 1. Vahvasti samaa mieltä ja 5. Vahvasti eri mieltä. Kyselyn tuloksista huomattiin, että oppilaiden mielestä Moodle-järjestelmän käytettävyys miellettiin hyväksi (kuva 2). Käytettävyyttä pyydettiin arvioimaan järjestelmän helpokäyttöisyyden, käytön tehokkuuden ja järjestelmän tehokkuuden, järjestelmän muistettavuuden sekä käyttötyytyväisyyden kannalta.



Kuva 2. Oppilaiden vastauksia Moodle-järjestelmän käytettävyydestä [Kakasevski et al., 2008].

Opiskelijat tunnistivat järjestelmästä 48 käytettävyysongelmaa, kun taas käytettävyydasiantuntijat 68. Yhteensä järjestelmästä löydettiin 75 käytettävyysongelmaa. Vaikka opiskelijoita oli määrällisesti enemmän, löysivät he vähem-

män käytettävyysoongelmia. Tätä selitetään sillä, että oppilaiden on vaikeampi identifioida sellaisia käytettävyysoongelmia, jotka eivät vaikuta merkittävästi juuri heidän käyttökokemukseensa. Oppilaita pyydettiin luomaan heille tehokain käyttöliittymä tutkimuksesta saadun käyttökokemuksen perusteella. Käyttöliittymää luodessaan oppilaat valitsivat heidän mielestään oleelliset ominaisuudet heti järjestelmän etusivulle. Etusivulta tulisi löytyä vasemmalta opetuslaitokset ja kurssit, järjestelmän logo ja järjestelmän yhteystiedot oikealta ylhäältä sekä kalenteri ja online-tilassa olevat käyttäjät oikealta alhaalta. Tällaisen asettelun avulla oppilaat kokivat löytävänsä kaikkein oleelliset tiedot mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Järjestelmän yhteystiedot tulisi opiskelijoiden mukaan olla myös hyvin näkyvillä, jotta ongelmatilanteissa yhteydenotto järjestelmän ylläpitoon olisi mahdollisimman nopeaa ja tehokasta.

Opettajat kokivat käytettävyydeltään vaikeimmaksi toteuttaa Oppitunti-osiota Moodlessa. Tämä osio sisältää kurssin luentomateriaaleja, linkkejä muihin relevantteihin materiaaleihin sekä mahdollisuuden ladata tiedostoja järjestelmästä omalle koneelle ja omalta koneelta järjestelmään. Opettajat pystyivät määrittämään tiedostoformaattit, jotka järjestelmä kelpuuttaa palautukseen. Tällaisia formaatteja olivat esimerkiksi .doc, .pdf ja .jpg. Valtaosa (82 %) opiskelijoista käytti oikeaa formaattityyppiä ladatessaan omia tiedostojaan järjestelmään, väärää formaattityyppiä käyttäneet oppilaat joutuivat muokkaamaan tiedostonsa oikean tyyppiseksi ja lataamaan ne uudestaan järjestelmään.

Opettajat ja opiskelijat kokivat käytettävyydeltään vaikeimmaksi käyttää Tehtävät-osiota. Tässä osiossa opettajien on mahdollista toteuttaa oppilaille erityyppisiä tehtäviä, joiden ratkaisumahdollisuudet vaihtelevat. Oppilaan on mahdollista täyttää tehtäviä suoraan järjestelmään tai vaihtoehtoisesti ladata omalla koneellaan tehtyjä ratkaisuja järjestelmään. Tämä osio koettiin käytöltään vaikeimmaksi, koska sen tyyli eroaa niin suuresti perinteisestä luokkahuoneopetuksesta. Tämän osion potentiaali nähtiin kuitenkin hyvänä, sillä 70 % opiskelijoista koki erilaisten kokeiden (quiz) testaavan hyvin osaamista tietystä aihepiiristä. Lisäksi omien tiedostojen lataaminen järjestelmään koettiin miellyttävänä.

Ongelmia tuottivat myös järjestelmästä löytyvät kommunikaatiovälineet, kuten chat- ja foorumi-ominaisuus. Näiden käytössä huomattiin suuria käytettävyysoongelmia. Opiskelijat kokivat, ettei näitä ominaisuuksia ollut kehitetty tarpeeksi, jotta käytöstä tulisi luontevaa. Jopa 80 % opiskelijoista koki, että Moodlen chat-ominaisuus oli käytettävyydeltään hyvin vaikea. Tämä selittyy sillä, ettei chat-ominaisuutta oltu kehitelty valmiiksi, sillä oppilaat kokivat osaavansa käyttää muiden järjestelmien chat-ominaisuuksia luontevasti. Mood-

len foorumi-ominaisuudesta koettiin puuttuvan muiden järjestelmien foorumeille luontaisia ominaisuuksia. Kaikkiaan Moodle kuitenkin koettiin käytettävyydeltään hyväksi opetusjärjestelmäksi tutkimuksen perusteella.

3.2. Alsumait ja Al-Osaimi: Lapsille suunnatut opetusjärjestelmät

Alsumait ja Al-Osaimi [2009] ovat lähteneet tutkimaan opetusjärjestelmiä lasten näkökulmasta. Lasten opetusjärjestelmissä tulee ottaa huomioon tavallisen käytettävyyden ja pedagogisen käytettävyyden lisäksi myös lasten kehityksen ja ajattelun taso. Alsumait ja Al-Osaimi ovat lähestyneet lasten kehityksen ja ajattelun tasoa kehittämällä kolmiosaisen käytettävyyden tarkistuslistan, joka ottaa huomioon Nielsenin heuristiikat, pedagogisen käytettävyyden ja lasten yleisen kehityksen. Tarkistuslista on jaettu näihin kolmeen osa-alueeseen ja siinä on yhteensä 21 kohtaa. Nämä 21 kohtaa koostuvat Nielsenin heuristiikoista, Alsumaitin ja Al-Osaimin itse kehittämistä heuristiikoista lapsille ja e-oppimiseen. Alsumait ja Al-Osaimi kokivat, että esimerkiksi Nielsenin heuristiikat eivät anna tarpeeksi yksityiskohtaista selvitystä siitä, miten heuristiikkoja tulisi soveltaa järjestelmään. Omissa tarkistuslistoissaan he pyrkivät selittämään yksityiskohtaisesti, miten jokaista kohtaa tulisi soveltaa lasten opetusjärjestelmiin.

Alsumait ja Al-Osaimi ovat kehittäneet kuuden kohdan tarkistuslistan lasten käytettävyyden heuristiikoille (taulukko 3). Jokaiselle kohdalle on annettu oma selvitys siitä, miten kyseistä kohtaa pitäisi soveltaa arvioitaessa järjestelmän käytettävyyden soveltuvuutta lapsille. Ensimmäinen heuristiikka on multimediaesitykset. Multimediaesitykset tukevat lapsen oppimista ja tarjoavat keinon antaa lapselle erilaista palautetta sekä vihjeitä järjestelmästä. Näytön ulkoasu tulisi olla houkutteleva, jotta se herättää lapsen mielenkiinnon järjestelmää kohtaan. Virikkeellinen ulkoasu takaa myös sen, että lapsen mielenkiinto ei pääse loppumaan järjestelmän käytön aikana. Oikeanlaisten laitteistojen käyttö järjestelmässä takaa sen, ettei järjestelmän käyttö vaadi sellaisia motorisia taitoja, joita lapsella ei ole. Opetusjärjestelmää käyttävän lapsen tietoteknisten taitojen oletetaan olevan järjestelmän käyttöä edellyttävällä tasolla, joten niitä ei tarvitse ottaa erikseen huomioon järjestelmän käytettävyyttä testatessa. Opetusjärjestelmän tulisi haastaa lapsi, mutta ei turhauttaa häntä. Järjestelmän tulisi olla sellaisella tasolla, että lapsi voi alkaa käyttämään sitä heti avattuaan järjestelmän, mutta häneltä ei pitäisi vaatia nopeaa kehittymistä järjestelmän eksperttikäyttäjäksi. Järjestelmän tulisi herättää ja tukea lapsen mielikuvitusta. Järjestelmässä käytettyjen hahmojen tulisi olla lapselle samastuttavia ja mielenkiintoisia. Viimeisenä heuristiikkana on lapsen uteliaisuuden tukeminen järjestelmän avulla.

Järjestelmän tulisi tarjota lapselle yllätyksiä, toimia huumorin avulla ja lisäksi tukea lapsen kognitiivista uteliaisuutta.

Child Usability Heuristics	Suomennetut vastineet Alsumaitin ja Al-Osaimin [2009] Lasten käytettävyyden heuristiikoille
1. Multimedia Representations	1. Multimedia esityksiä
2. Design Attractive Screen layout	2. Suunnittele houkutteleva näytön ulkoasu
3. Use Appropriate Hardware Devices	3. Käytä sopivia laitteistoja
4. Challenge the Child	4. Haasta lapsi
5. Evoke Child Mental Imagery	5. Herätä lapsen mielikuvitus
6. Support Child Curiosity	6. Tue lapsen uteliaisuutta

Taulukko 3. Alsumait ja Al-Osaimi [2009] Lasten käytettävyyden heuristiikat

Lasten heuristiikkojen lisäksi Alsumait ja Al-Osaimi ovat kehittäneet heuristiikat e-oppimista varten (taulukko 4). Ensimmäisenä heuristiikkana on järjestelmän sisällön oppiminen. Järjestelmän tulisi tukea käyttäjän oppimista siten, että järjestelmän sisältö on helppo ja nopea oppia. Järjestelmän sanaston ja termien tulisi olla tarpeeksi helppoja, jotta käyttäjä ei hämmenny niistä. Lisäksi samankaltaisten oppimisobjektien tulisi olla tyyliltään samanlaisia. Järjestelmän tulisi tukea käyttäjän itsearviointia sopivalla tavalla. Käyttäjän tulisi pystyä arvioimaan omaa oppimistaan ja järjestelmän tulisi antaa sopivaa palautetta käyttäjän toiminnalle erilaisilla tavoilla, kuten videoilla ja animaatioilla. Järjestelmän tulisi tukea käyttäjän oppimista eri keinoilla. Oppimisen tulisi olla luontevaa ja käyttäjän mielenkiinnon tulisi pysyä yllä koko oppimisprosessin ajan. Järjestelmän tulisi olla vuorovaikutteinen. Järjestelmän tulisi reagoida nopeasti ja luontevasti käyttäjän tekemiin toimintoihin. Järjestelmän pitäisi myös välittää käyttäjälle kuva siitä, että se toimii juuri niin kuin sen on suunniteltu toimivan. Viimeisenä heuristiikkana on järjestelmän saavutettavuus. Tällä tarkoitetaan sitä, että järjestelmää tulisi pystyä käyttämään erilaisilla alustoilla ja erilaisissa oppimisympäristöissä. Kaikkia näitä e-oppimisen heuristiikkoja tulisi käyttää suunniteltaessa lapsille opetusjärjestelmiä.

E-learning Usability Heuristics	Suomennetut vastineet Alsumaitin ja Al-Osaimin E-oppimisen käytettävyyden heuristiikoille
1. Learning Content Design	1. Järjestelmän sisällön oppiminen
2. Assessment	2. Arviointi
3. Motivation to Learn	3. Oppimisen motivaatio
4. Interactivity	4. Vuorovaikutteisuus
5. Accessibility	5. Saavutettavuus

Taulukko 4. Alsumaitin ja Al-Osaimin [2009] e-oppimisen käytettävyyden heuristiikat

Tutkimuksessa testattiin kahta erilaista lapsille suunnattua opetusjärjestelmää käyttäen Alsumaitin ja Al-Osaimin kehittämää 21 kohdan heuristista listaa. Tällainen yhdistetty lista, joka koostuu kolmesta eri osa-alueesta, osoittautui soveltuvan erittäin hyvin lasten opetusjärjestelmien testaamiseen. Käytettävyyso ongelmia löydettiin molemmista opetusjärjestelmistä tasaisesti kaikista kolmesta kategoriasta. Myös testauksessa, jossa käytettiin osallistujia, käytettävyyso ngelmat vastasivat niitä, joita löydettiin käytettäessä tarkistuslistaa. Tarkistuslistan käyttämisen lisäksi tulisi kuitenkin edelleen tehdä myös osallistujilla käytettävyydestausta, sillä lasten käyttäytyminen voi olla arvaamatonta. Alsumaitin ja Al-Osaimin yksityiskohtainen tarkistuslista tarjoaa kuitenkin hyvän ja yhtenäisen ohjenuoran lasten opetusjärjestelmien testaamiseen.

3.3. Ssemugabi ja de Villiers: E-opetusjärjestelmät

Ssemugabi ja de Villiers [2007] testasivat Info3Net-nimisen e-opetusjärjestelmän käytettävyyttä sekä heuristisen arvioinnin [Nielsen 1995] että käyttäjätestauksen avulla. Näillä kahdella metodilla he pyrkivät saamaan mahdollisimman laajan tutkimustuloksen opetusjärjestelmästä. Nielsenin heuristiikkojen lisäksi he käyttivät omia kriteerejään, jotka on suunniteltu verkkopohjaisille opetusjärjestelmille. Käyttäjätestaus toteutettiin siten, että osallistujat pääsivät kokeilemaan opetusjärjestelmää, jonka jälkeen he vastasivat kyselyyn. Kysely oli toteutettu asteikolla, jossa osallistujan oli mahdollisuus valita eri väittämille oma mielipiteensä asteikolla 1-5, täysin samaa mieltä (1), täysin eri mieltä (5). Tavallisten osallistujien lisäksi järjestelmän käytettävyyttä olivat arvioimassa neljä käytettävyyssiantuntijaa. Käytettävyyssiantuntijat suorittivat järjestelmän käytettävyydestaustuksen yksin.

Tuloksissa huomattiin, että käytettävyyssasiantuntijat tunnistivat järjestelmästä enemmän käytettävyyssongelmia kuin osallistajat. Osallistujien ja käytettävyyssasiantuntijoiden löytämiä käytettävyyssongelmia yhdisteltiin siten, että samankaltaiset käytettävyyssongelmat laskettiin yhdeksi käytettävyyssongelmaksi. Järjestelmästä löydettiin yhteensä 75 käytettävyyssongelmaa. Löydetyistä ongelmista annettiin yleiskuvauksen lisäksi tieto siitä, kuinka moni asiantuntija tai osallistaja oli löytänyt kyseisen käytettävyyssongelman oman testauksensa aikana. Löydetyistä käytettävyyssongelmista 77 % oli asiantuntijoiden löytämiä ja 73 % osallistujien. Vaikka osallistujia oli määrällisesti enemmän, he löysivät vähemmän käytettävyyssongelmia järjestelmästä. Tämä tukee Ssemugabin ja de Villiersin ajatusta siitä, että saadakseen mahdollisimman laajaa tietoa käytettävyydestä käytettävyyssongelma tulisi suorittaa sekä asiantuntijoilla että tavallisilla järjestelmän käyttäjillä.

Osallistujia ja asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan opetusjärjestelmän käytettävyyttä kolmen eri kategorian avulla: yleinen käytettävyys, opetuksellinen käytettävyys ja oppijakeskeinen käytettävyys. Eniten käytettävyyssongelmia (49) löytyi järjestelmän yleisestä käytettävyydestä. Järjestelmän opetuksellinen käytettävyys todettiin parhaimmaksi: siitä löytyi vain 10 käytettävyyssongelmaa. Kymmenestä opetuksellisesta käytettävyyssongelmasta asiantuntijat löysivät seitsemän, kun taas osallistajat löysivät viisi. Osallistujia ja asiantuntijoita pyydettiin myös määrittelemään löydetyn käytettävyyssongelman vakavuus. Vakavuusasteet vaihtelivat suuresta käytettävyyssongelmasta pieneen käytettävyyssongelmaan. Sekä asiantuntijat että osallistajat määrittivät yksitoista löydettyä ongelmaa vakavuudeltaan suureksi. Sen sijaan pieneksi käytettävyyssongelmaksi miellettyjä ongelmia määriteltiin vähemmän osallistujien puolelta. Osallistajat määrittivät kuusi löydettyä käytettävyyssongelmaa vakavuudeltaan pieniksi, kun taas asiantuntijat määrittivät niitä yhdeksän kappaletta.

Tutkimuksen lopputuloksena havaittiin, että pelkästään heuristisella arvioinnilla on mahdollista löytää ja määrittää useita käytettävyyssongelmia. Samankaltaisia käytettävyyssongelmia löysivät sekä osallistajat että asiantuntijat. Ssemugabi ja de Villiers suosittelevat heuristisen arvioinnin suorittamista opetusjärjestelmiin, sillä se on halpaa ja siitä saa tuloksia, oli arvioijana sitten asiantuntija tai tavallinen osallistaja. Tutkimuksessa käytettyjä käytettävyyssongelma-kriteerejä voidaan soveltaa myös muihin verkkopohjaisiin opetusjärjestelmiin ja niiden käytettävyyden testaukseen.

4. Yhteenveto

Opetusjärjestelmien käytettävyydessä tulee ottaa huomioon useampi eri näkökulma. Näitä näkökulmia ovat pedagoginen käytettävyys, järjestelmän yleinen käytettävyys ja kohderyhmän käytettävyys. Tässä tutkielmassa on esitelty jokaiseen näkökulmaan liittyviä ongelmia ja ratkaisuja. Järjestelmän pedagogisen käytettävyyden takaamiseksi on tärkeää, että järjestelmän käytettävyyttä testaavalla henkilöllä on pedagogiseen käytettävyyteen liittyvää taustatietoa. Taustatieto voi olla joko koulutuksen tai kokemuksen kautta hankittua tietoa. Jos pedagogista käytettävyyttä arvioi opettaja, tulee muun käytettävyyden toteutumisen olla turvattuna jollain muulla tapaa. Tämä voidaan ratkaista joko tarjoamalla opettajalle ohjeita siitä, mitä ja minkälaista on hyvä käytettävyys ja miten sitä voidaan testata helposti järjestelmässä. Pedagogisen ja muun käytettävyyden turvaaminen järjestelmässä takaa sen, ettei järjestelmän toimivuus kaadu jommankumman osa-alueen puutteellisuuteen.

Pedagogisen ja yleisen käytettävyyden lisäksi opetusjärjestelmien käytettävyydessä ja sen testauksessa tulee ottaa huomioon opetusjärjestelmän kohderyhmä. Erilaiset kohderyhmät vaativat erilaisia ominaisuuksia järjestelmässä. Lisäksi toisille kohderyhmille suunnattujen opetusjärjestelmien käytettävyyttä voidaan testata pelkästään erilaisten tarkistuslistojen avulla, kun taas toiset opetusjärjestelmät vaativat edelleen myös osallistujien tekemät käytettävyydestä testaukset. Se, tehdäänkö testaus myös osallistujilla, riippuu pitkälti käytettävyyssasiantuntijasta. Käytettävyyssasiantuntijalla on vastuu siitä, että opetusjärjestelmä tulee testattua juuri kyseiselle opetusjärjestelmälle sopivalla tavalla. Alsumait ja Al-Osaimi [2009] tarjoavat hyvän tarkistuslistan lapsille suunnatuille opetusjärjestelmille. Squires ja Preece [1996] tarjoavat opettajille suunnatun menetelmän, jonka avulla opettaja pystyy arvioimaan opetusjärjestelmän pedagogista ja yleistä käytettävyyttä. Kummatkin tutkimukset kokoavat tietyille kohderyhmälle oleellimmat tiedot siitä, mitä asioita opetusjärjestelmän käytettävyydestä tulisi testata ja miten.

E-opetusjärjestelmiä kehitettäessä tulisi suunnittelussa ottaa mukaan myös käyttäjien mielipiteet. Ssemugabin ja de Villiers [2007] osoittivat, että käyttäjät tunnistavat käytettävyyso ongelmia järjestelmistä melkein yhtä tehokkaasti, kuin käytettävyyden ammattilaiset. Ammattilaisilta voi jäädä jopa huomaamatta ongelmia tai he voivat arvioida käytettävyyso ongelmia pienemmiksi, kuin mitä käyttäjät kokevat niiden olevan. Tutkimuksen mukaan käyttäjillä on usein selkeä käsitemalli siitä, minkälaisen e-opetusjärjestelmän he haluavat ja miten he käyttävät sitä kaikista tehokkaimmin. Käyttäjät haluavat tutkimuksen mukaan

kaikki oleelliset tiedot tiettyyn paikkaan, josta he etsivät niitä ensimmäisenä. Tutkimuksessa todistettiin myös, että jo pelkästään tekemällä e-opetusjärjestelmiin heuristinen arviointi, voidaan saada paljon ja luotettavaa tietoa järjestelmän käytettävyydestä. Koska heuristinen arviointi on halpaa, eikä se vaadi käytettävyydestä osallistujilla, Ssemugabi ja de Villiers suosittelevat sitä käytettävän myös muihin e-opetusjärjestelmiin.

Kakasevski ja muut [2008] tutkivat myös e-opetusjärjestelmän käytettävyyttä. He rajasivat tutkimuksensa Moodle-opetusalueen ja käyttivät käytettävyydestä apunaan opettajia ja oppilaita. He pyysivät oppilaita arvioimaan Moodlen eri osa-alueita, kuten chat- ja foorumitoimintoa, ja niiden käytettävyyttä. Foorumit ja chat-toiminnot olivat usealle oppilaalle jo entuudestaan tuttuja, mutta Moodle-alueella oppilaat kokivat niiden toiminnallisuuden huonoksi ja epäkäytännölliseksi. Niiden käyttöä ei koettu miellyttäväksi, vaikka oppilaat vastasivat käyttävänsä vastaanvanlaisia toiminnallisuuksia vapaa-ajallaan.

Opettajat kokivat tutkimuksessa huonoimmaksi käytettävyydeltään osion, johon opettajilla oli mahdollisuus ladata esimerkiksi tiedostoja jaettavaksi oppilaille. Lisäksi oppilaiden oli mahdollista ladata omia tiedostojaan kyseiseen osioon. Vaikka opettajat pystyivät määrittämään ladattavan tiedoston formaatin, oppilaat latasivat alustalle väärässä formaatissa olevia tiedostoja. Oppilaiden piti korjata väärä tiedosto oikeanmuotoiseksi. Oppilaat ja opettajat yhdessä kokivat vaikeimmaksi osioksi Moodle-alueella Tehtävät-osion, sillä se erosi kaikista eniten perinteisestä luokkaopetusmallista.

Semugabin ja de Villiersin että Kakasevskin ja muiden tutkimuksista käy ilmi, että käyttäjän käsitelmällä on suuri osa järjestelmän käytettävyyden kokemisessa hyväksi. Käyttäjä perustaa ajatuksen jostain toiminnallisuudesta aikaisemmasta käsitelmällä saamaansa kuvaan. Jos toiminnallisuus ei toimi vastaanvanlaisella tavalla, käyttäjä voi kokea toiminnallisuuden huonoksi käytettävyydeltään. E-opetusjärjestelmien kehittäjien tuleekin pitää mielessään se, että esimerkiksi chat- ja foorumi-toiminnallisuuksien tulisi toimia muilta sivustoilta löytyvien, vastaanvanlaisten toiminnallisuuksien kanssa.

Nokelainen [2006] painottaa tutkimuksessaan käyttäjien yksilöllisyyttä ja yksilöllisiä tarpeita. Opetusjärjestelmiä ja materiaaleja suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon käyttäjien yksilölliset tarpeet. Opetusjärjestelmissä erilaisten käyttäjien huomioon ottaminen on helpompaa, sillä järjestelmät mahdollistavat erityyppisten ja tasoisten materiaalien jaon. Lisäksi opetusjärjestelmät antavat käyttäjille mahdollisuuden jakaa esimerkiksi itse hyväksi kokemiaan materiaaleja. Opetusjärjestelmissä on helppo ottaa huomioon käyttäjien

aikaisemmat tiedot ja taidot. Materiaalien tieto- ja taitotaso voidaan osoittaa ja käyttäjä itse voi valita sopivimman materiaalin omaan opiskeluunsa.

Kaikki tutkielmassani esiteltyt tutkimukset tuovat tärkeitä näkökulmia opetusjärjestelmien käytettävyyden arvioimiseen. Kaikkia kriteerejä on mahdotonta noudattaa suunniteltaessa opetusjärjestelmiä. Lisäksi kaikkia kriteerejä ei luonnollisestikaan voida testata käytettävyytestauksissa. Käytettävyydsiantuntijalle jää päätettäväksi, mitkä kriteerit on hyvä ottaa huomioon tietynlaisen opetusjärjestelmän suunnittelussa ja testauksessa. Tärkeimpinä kriteereinä mielestäni ovat käyttäjien yksilölliset tarpeet ja tieto- ja taitotasot. Jokainen opetusjärjestelmä tulisi suunnitella siten, että se palvelee parhaiten juuri sitä käyttäjäryhmää, jolle se on suunniteltu.

Viiteluettelo

- [Albion, 1999] Peter Albion, Heuristic evaluation of educational multimedia: From theory to practice. In: *Proc. of the 16th Annual conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, 1999*. Available: <http://www.usq.edu.au/users/albion/papers/ascilite99.html>.
- [Alsumait and Al-Osaimi, 2009] Asmaa Alsumait and Asma Al-Osaimi, Usability heuristics evaluation for child E-learning applications. In: *Proc. of the 11th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services, 2009*, 425-430.
- [Quinn, 1996] C. Quinn (1996), Pragmatic Evaluation: Lessons from Usability, Available: <http://www.ascilite.org.au/conferences/adelaide96/papers/18.html>.
- [Kakasevski et al., 2008] Gorgi Kakasevski, Martin Mihajlov, Sime Arsenovski and Slavcho Chungurski, Evaluating Usability in Learning Management System Moodle. In: *Proc. of the ITI 2008 30th International Conference of Information Technology Interfaces, June 23-26, 2008, Cavtat, Croatia*.
- [Horila et al., 2002] M. Horila, Petri Nokelainen, A. Syvänen, and J. Överlund (2002), Criteria for the pedagogical usability, version 1.0, Hämeenlinna, Finland: Häme Polytechnic and University of Tampere
- [Nielsen, 1995] Jacob Nielsen *Heuristic evaluation*. Nielsen Norman Group 1995. Available: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.
- [Nokelainen, 2006] Petri Nokelainen, An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology & Society* 9 (2006), 178-197.

- [Notess, 2001] Mark Notess, Usability, user experience, and learner experience. *eLearn Magazine, Educational and Technology in perspective*, 2001, Available: <http://elearnmag.acm.org/featured.cfm?aid=566938>.
- [Reeves, 1994] T. C. Reeves, Evaluating what really matters in computer-based education. In Wild, M. & Kirkpatrick, D. (Eds.) *Computer Education: New Perspectives*, Perth, Australia: MASTEC, 1994, 219-246.
- [Squires and Preece, 1996] David Squires and Jenny Preece, Usability and learning: evaluating the potential of educational software. *Computers & Education* **27** (1996) 15-22.
- [Squires and Preece, 1999] David Squires and Jenny Preece, Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them. *Interacting with Computers* **11** (1999), 467-483.
- [Ssemugabi and de Villiers, 2007] Samuel Ssemugabi and Ruth de Villiers, A comparative study of two usability evaluation methods using a web-based e-learning application. In: *Proc. of the 2007 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries*, 2007, 132-142.

Onnistuneiden itsepalvelujärjestelmien vaatimukset ostoympäristöissä

Sakari Hassi

Tiivistelmä.

Tässä tutkielmassa käsitellään kuluttajakäyttäytymisen vaikutuksia ostoympäristöjen itsepalvelujärjestelmien kehitykseen. Tutkielman tarkoituksena on selvittää, miten kuluttajien itsepalvelujärjestelmiin kohdistuvat asenteet ja kokemukset muodostuvat ja minkälaisia vaatimuksia tämä asettaa itsepalvelujärjestelmien kehittämiseksi. Lisäksi esitellään muita huomioita itsepalvelujärjestelmien käyttöliittymän ja teknologian kehittämiseen.

Avainsanat: Itsepalvelujärjestelmä, ostoympäristö, kuluttajien asenteet, itsepalvelujärjestelmien vaatimukset, teknologia

CR-luokat: H.5.0, J.4, K.4.0

1. Johdanto

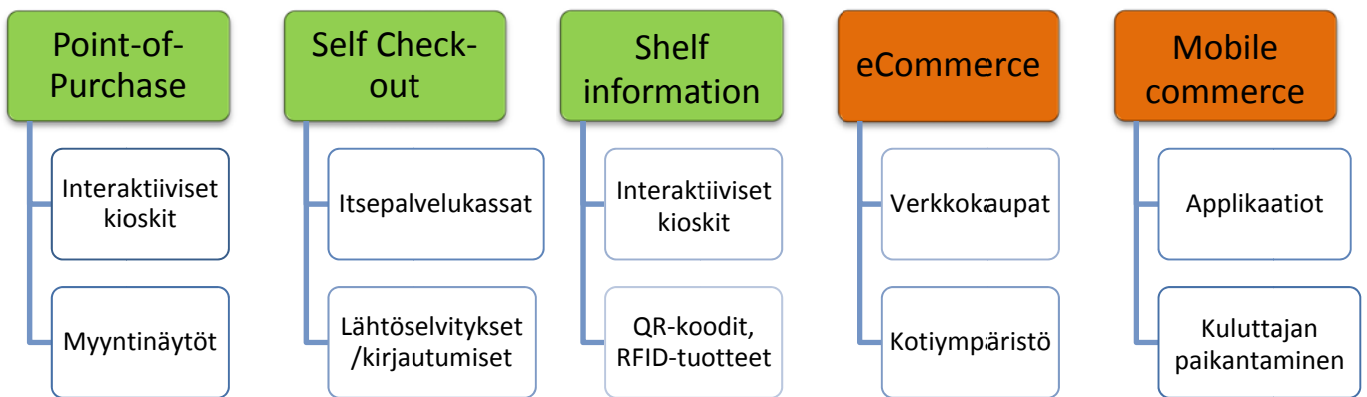
Työvoiman ja muiden kustannusten kallistuessa ja teknologisten innovaatioiden kehittyessä yritykset ovat omaksuneet uusia mahdollisuuksia asiakasrajapinnassa toimimiseen ja muokanneet tapoja vuorovaikutukseen asiakkaiden kanssa. Yritykset ovat kasvavassa määrin ottaneet itsepalvelujärjestelmiä (engl. *self-service technology*) osaksi toimintaansa, jotta ne voisivat säilyttää kilpailukykynsä, vastata paremmin asiakkaiden toiveisiin ja parantaa asiakastyytyväisyyttä globalisoituneilla markkinoilla [Orel and Kara, 2013]. Itsepalvelujärjestelmät tarjoavat asiakkaille mahdollisuuden selvittää rutiininomaisista palvelutoimenpiteistä itsenäisesti. Meuter ja kumppanit [2000] määrittelevätkin itsepalvelujärjestelmät teknologiseksi rajapinnoiksi, joiden avulla asiakas pystyy suoriutumaan palvelutilanteista ilman vuorovaikutusta asiakaspalvelijan kanssa. Itsepalvelujärjestelmien avulla pystytään tukemaan ja tehostamaan asiakkaiden toimintaa ostoympäristössä ja tarjoamaan vaihtoehto perinteisen asiakaspalveluprosessin rinnalle.

Hyvin toteutetut itsepalvelujärjestelmät vahvistavat asiakkaan ja yrityksen välistä suhdetta, luovat lisäarvoa palvelun kumppanin osapuolen kannalta ja usein vähentävät palvelun toteuttamiseen vaadittuja kuluja. Näiden lisäksi teknologiset ratkaisut tarjoavat mahdollisuuden palveluprosessin standardoimiseen, mikä mahdollistaa johdonmukaisen asiakaspalveluprosessin, joka muuten saattaisi vaihdella palveluhenkilökunnan mukaisesti [Weijters *et al.*, 2007]. Nykyisin itsepalvelujärjestelmiä on kehitetty hyvin laajalla rintamalla ja näihin voidaan lukea esimerkiksi interaktiiviset infopäätteet, automatisoidut soittojärjestelmät, pankkiautomaatit sekä itsepalvelukassat.

Tässä tutkielmassa keskitytään itsepalvelujärjestelmien kehittämiseen osaksi yrityksen ostoympäristöä ja erityisesti itsepalvelujärjestelmien onnistuneeseen toteutukseen vaadit-

tuihin tekijöihin. Näitä vaatimuksia tarkastellaan niin teknisestä kuin asiakkaankin näkökulmasta. Mobiili- tai verkkopalveluiden kautta toteutettavien järjestelmien vaatimukset poikkeavat fyysisiin osto-ympäristöihin sijoitetuista järjestelmistä jo pelkästään käyttötilanteiden ja miljöön takia, joten mobiili- ja verkkokanavat, joista on tehty hyvin kattavasti tutkimuksia, jätetään käsittelemättä tässä tutkielmassa. Tarkastelun kohteena ovat kuvaan 1 vihreällä merkityt osa-alueet: ostotilanne (engl. *point-of-purchase*), itsenäinen tulo- ja lähtöselvittely (engl. *self check-out*) ja tuotetiedot (engl. *shelf information*), jotka kaikki ovat osa fyysisistä osto-ympäristöä käyttökontekstinsa kautta.

Tämä tutkielma on kirjallisuuskatsaus, jossa tarkastellaan asiakkaiden itsepalvelujärjestelmien käyttämiseen vaikuttavia tekijöitä etenkin kuluttajien teknologiaan kohdistuvien asenteiden ja kokemusten näkökulmasta. Toinen tutkielmassa tarkasteltava osa-alue keskittyy kuluttajien asenteisiin, kokemuksiin ja tarpeisiin liittyvien tekijöiden huomioon ottamisessa itsepalvelujärjestelmiä kehitettäessä osaksi osto-ympäristöä tai yrityksen miljöötä. Asiakkaiden asenteet ja tarpeet itsepalvelujärjestelmiä kohtaan tulee pystyä yhdistämään yrityksen nykyiseen palvelukonseptiin, jotta yritys ja etenkin sen asiakkaat voisivat saada lisäarvoa itsepalvelujärjestelmien käytöstä. Asiakkaiden asenteiden ja tarpeiden tutkimisen jälkeen esitetään itsepalvelujärjestelmiin kohdistuvia sisällöllisiä ja teknillisiä vaatimuksia, jotka täyttävät yrityksen palveluprosessin ja asiakkaiden asettamat kriteerit. Lopuksi tehdään yhteenveto, jossa kootaan vaatimukset toimivalle itsepalvelujärjestelmälle sekä esitetään näkökulma jatkotutkimusten tekemistä varten.



Kuva 1. Markkinoinnin monikanavaiset osa-alueet. Tutkimuksessa käsitellyt osa-alueet merkitty kuvaan vihreällä värillä.

2. Menetelmä

Tutkielma on kirjallisuuskatsaus, jonka tarkoituksena on aiheeseen liittyvien tutkimusartikkelien analysoiminen ja näistä saatujen tulosten yhdistäminen. Tutkimustyön alussa hakusanat kohdistettiin osto-ympäristöissä käytettyihin teknologisiin innovaatioihin. Ha-

kuprosessin loppuvaiheessa hakusanat kohdennettiin koskemaan erityisesti itsepalvelujärjestelmiä, kuluttajien asenteita niitä kohtaan ja itsepalvelujärjestelmien teknisiä vaatimuksia.

Tutkimukseen liittyviä hakuja kohdistettiin viiteen eri tietokantaan, jotka ovat Springerin elektroniset lehdet, ACM Digital Library, ScienceDirect- ja IEEE Xplore -artikkelivii-tekannat sekä EBSCOHost. Haut kohdistettiin hakutulosten asiansanoihin ja otsikkoon. Huomattavasti eniten hyödyllisiä hakutuloksia saatiin ScienceDirect- ja SpringerLink-tietokannoista, joista löytyi eniten juuri itsepalvelujärjestelmiä koskevia tutkimuksia, joita ei muissa tietokannoissa esiintynyt. Lähdemateriaalin hakuprosessin kulku, hakusanat ja hakujen tuottamien tulosten määrä on esitetty taulukossa 1. Tieteellisten tietokantojen lisäksi hyödyllisiä tutkimuksia löydettiin myös tarkasteltujen tutkimusten lähdeluetteloista ja näitä tutkimuksia käytetään pääasiallisesti esitetyn asian tukemiseen ja käsitteiden määrittelyyn.

Taulukosta 1 nähdään, että hakutulosten määrät ScienceDirect- ja SpringerLink-tietokannoissa olivat suuria, joten niistä tarkastelun kohteeksi otettiin systemaattisesti vain ensimmäiset 100 hakutulosta. Hakutulostilauksen alkupään jälkeen esiintyneiden tutkimusten otsakkeet saattoivat sisältää vain yksittäisiä osumia annetuista hakusanoista, joten näitä ei pidetty enää tutkimukseen soveltuvina. Tulostilauksista artikkeleita valittaessa keskityttiin erityisesti artikkelin otsikointiin, jossa pääpaino oli otsikoinnin avainsanoilla *self-service, technology, consumer* ja *requirement*. Otsikon avainsanakriteerien täytyessä käytiin läpi tutkimuksen tiivistelmä, jonka pohjalta todettiin, käsitteleekö tutkimus kuluttajien toimintaan, asenteisiin tai teknologisiin vaatimuksiin liittyviä tekijöitä erityisesti fyysisissä ostoympäristöissä. Tämän arvioinnin pohjalta tehtiin lopullinen päätös tutkimuksen valitsemisesta tai hylkäämisestä ja lopulta tutkimukseen valittiin yhteensä 15 tutkimusta.

Lähdemateriaalin etsimisen alkuvaiheessa tavoitteena ja toiveena oli erityisesti löytää itsepalvelujärjestelmien teknologiaa, käyttöliittymiä ja kehitystä käsitteleviä tutkimuksia. Hakuprosessin aikana kävi kuitenkin selvästi ilmi, että kyseisiä tutkimuksia ei ole juurikaan tehty tai niitä ei tarkastelluista tietokannoista löytynyt. Tästä syystä tutkimukseen otettiin näkökulmaksi myös kuluttajien asenteiden, toiminnan ja tarpeiden vaikutukset itsepalvelujärjestelmien kehityksessä. Valtaosa itsepalvelujärjestelmiä käsittelevistä tutkimuksista käsitteleekin järjestelmien käyttöön johtavia tekijöitä, joten ne ovat oleellisessa osassa myös tätä tutkimusta.

Artikkelien analyysissä kohteena on ollut koko teksti. Tutkimuksissa näkökulmat painottuivat kuluttajien asenteiden ja kokemusten vaikutuksiin itsepalvelujärjestelmien käyttöön. Näiden asenteiden ja kokemusten pohjalta tutkimuksissa esitettiin implikoiteja järjestelmien teknologisiin vaatimuksiin ja ominaisuuksiin liittyen. Näiden näkökulmien pohjalta analyysin tavoitteena on ollut tutkimustulosten luokittelu kahden pääluokan: kuluttajakäyttämisen vaikutukset ja teknologiset vaatimukset alle. Tutkimustulokset on

esitelty luokittain taulukossa 2, joka on järjestetty aakkosjärjestykseen kirjoittajien nimien mukaisesti. Tutkimuksissa esitetyt jatkotutkimuskysymykset osoittivat selvästi, mitä aiheeseen liittyvää tutkijoiden mielestä olisi tärkeää tulevaisuudessa tutkia. Täten pääluokkien lisäksi taulukossa 2 on esitelty myös tutkimusten lopussa mainittujen jatkotutkimuskysymysten luokittelu.

Tietokanta	Hakusana1	Hakusana2	Hakusana3	Hakusana4	Hakusana5	Tulosten määrä
Springer	ICT	customer	marketplace	-	-	1 155
Springer	ICT	innovation	customer	marketplace	-	814
Springer	user	innovation	customer	-	-	28 744
Springer	user	innovation	marketplace	-	-	6947
ACM	interactive	user	innovation	marketplace	-	468
ACM	virtual	system	customer	marketplace	-	822
ACM	virtual	interactive	system	customer aid	store	360
ACM	electronic	markets	store	-	-	4599
EBSCOHost	interactive	innovation	system	consumer	-	96
EBSCOHost	interactive	kiosks	consumer	-	-	52
EBSCOHost	interactive	innovation	store	-	-	290
ScienceDirect	interactive	innovation	consumer	store	-	3166
ScienceDirect	interactive	innovation	display	consumer	-	2 991
ScienceDirect	self	service	technology	consumer	-	2122
SpringerLink	self	service	technology	customer	attitude	526
ScienceDirect	self	service	technology	customer	benefit	32 757
ACM	self	service	technology	customer	benefit	3835
EBSCOHost	self	service	technology	customer	benefit	170
IEEE Xplore	self	service	technology	-	-	81
ScienceDirect	self	service	technology	requirement	-	3942
SpringerLink	self-service	system	requirement	-	-	1992

Taulukko 1. Lähdemateriaalin hakuprosessi ja käytetyt hakusanat

Tekijä ja teos	Kulutusympäristö	Kuluttajakäyttäytymisen vaihtokutukset	Teknologiset vaatimukset	Jatkotutkimusaiheet
Chan and Lin, [2009]	Yleisesti	Teknologiset valmiudet ja tietokoneiden itsenäisen käytön tehokkuus (CSE)	-	-

Chen et al., [2008]	Yleisesti	Teknologinen ahdistuneisuus, teknologiset valmiudet	-	-
Hagen and Sandnes, [2010]	Yleisesti	-	Yleisen kioski-standardin luominen. Adaptoituminen kuluttajan mukaisesti	Audion käyttö kioskeissa
Koller and Königsecker, [2012]	Vaателиike	Asiakkaiden tukeminen ostoprosessin aikana	Järjestelmä integroitava osaksi verkkokauppaa, vain tärkein tieto näkyvillä	Muut ostoympäristöt ja monikanavaisuuden hyödyntäminen järjestelmissä
Liljander et al., [2006]	Lentokenttä	Teknologiset valmiudet: epämukavuus, turvattomuuden tunne, optimismi ja innovatiivisuus		Eri itsepalvelukanavien eroavaisuudet ja tehokkuudet
Lin and Hsieh, [2005]	Yleisesti	Teknologiset valmiudet	Yksinkertaiset ja käyttäjäystävälliset käyttöliittymät	Kulttuurin ja maantieteellisen sijainnin vaikutukset
Liu, [2012]	Yleisesti	Pakotettu käyttö vähentää teknologista luottamusta ja lisää ahdistuneisuutta	-	-
Meuter et al. [2000]	Yleisesti	Aikaisemmat kokemukset itsepalvelujärjestelmistä; asiakkaat mukaan kehitysprosessiin	Järjestelmän oltava varmatoimisuus; riskien minimointi	-
Meuter et al., [2003]	Yleisesti	Teknologinen ahdistuneisuus	Relevantin teknologian käyttö, ei liian monimutkaista	Jälleenmyyntitilanteissa kuluttajien toiminnan tutkiminen
Oh et al., [2013]	Hotelli	Teknologian omaksuminen (technology adaptation model)	-	Teknologisen adaptoinnin ja järjestelmien välttelyn tutkiminen
Orel and Kara, [2013]	Supermarketti	Teknologiset valmiudet, Iän vaikutus asenteisiin. SSTQUAL-mittarin käyttäminen	-	Kulttuurin vaikutus käyttöön
Shih et al., [2009]	Lähikauppa	Teknologinen ahdistuneisuus, teknologiset valmiudet	-	-
Weijters et al., [2007]	Yleisesti	Demograafiset tekijät (ikä, koulutus, sukupuoli)	Helppokäyttöisyys ja varmatoimisuus	Ensimmäisen käyttökerran merkitys seuraaviin kertoihin
Zhu et al. [2007]	Yleisesti	Teknologiset valmiudet, aikaisemmat kokemukset	Interaktiivisen tuotehaun ja vertailun mahdollistaminen, ominaisuuksien rajoittaminen	Kolmansien osapuolien vaikutus käyttötilanteisiin

Zhu et al., [2013]	Yleisesti	Kuluttajan virheistäpalautumisen odote (CRE)	Virheiden huomioiminen järjestelmässä	Käytönaikaisten virheiden vaikutukset kuluttajan toiminta- taan.
-----------------------	-----------	---	--	--

Taulukko 2. Lähdemateriaalin tulokset koostettuna.

3. Tulokset

Seuraavaksi tutkielmassa käydään tarkemmin lävitse analysoiduista tutkimuksista löydettyjä tuloksia. Kohdassa 3.1 käydään läpi analysoiduissa tutkimuksissa huomioituja kuluttajakäyttäytymiseen liittyviä tekijöitä, ja kohdassa 3.2 käsitellään itsepalvelujärjestelmille tutkimuksissa esitettyjä teknologisia vaatimuksia.

3.1 Asiakkaiden toiminnan ja asenteiden asettamat vaatimukset

Analysoiduissa tutkimuksissa pääpaino oli erityisesti kuluttajien itsepalvelujärjestelmien käyttöön johtavissa tekijöissä ja näiden asettamissa vaatimuksissa ostoymäristössä sijaitseville järjestelmille. Viidestätoista analysoidusta tutkimuksesta jokainen käsitteli käyttöön johtavia ja käytön aikana vaikuttavia asiakkaisiin liittyviä tekijöitä jossain määrin. Taulukosta 2 nähdään, että seitsemässä tutkimuksessa pääpaino oli kuluttajien teknologisten valmiuksien (engl. *technology readiness*) käsittelemisessä ja neljässä teknologisen ahdistuneisuuden (engl. *technology anxiety*) käsittelyssä. Täten tutkittaessa asiakkaiden itsepalvelujärjestelmiin kohdistuneita asenteita ja asiakkaiden itsepalvelujärjestelmien käyttöä, on tämän tutkimuksen pääpaino kuluttajien teknologisten valmiuksien ja ahdistuneisuuden huomioimisessa. Teknologisten valmiuksien rinnalla käydään läpi demograafisten tekijöiden, kuten ikä ja koulutus, vaikutusta itsepalvelujärjestelmien käyttöön, sillä tutkimuksissa teknologisia valmiuksia ja itsepalvelujärjestelmien käyttöön johtavia tekijöitä käsiteltiin myös niiden tekijöiden kautta.

Seuraavaksi esitellään tarkemmin teknologisten valmiuksien ja ahdistuneisuuden käsitteet sekä niiden vaikutukset kuluttajiin. Lisäksi kerrotaan, miten teknologiset valmiudet ja teknologinen ahdistuneisuus tulisi ottaa huomioon mietittäessä itsepalvelujärjestelmien toteuttamista ja kehitystä osaksi organisaation palveluprosesseja.

3.1.1 Teknologiset valmiudet

Parasuraman [2000] määrittelee teknologiset valmiudet henkilön omaksi haluksi ja kyvyksi omaksua uusia teknologioita tavoitteet saavuttaakseen. Samantapaisesti Meuter ja kumppanit [2003] toteavat teknologisten valmiuksien olevan laaja käsite, joka liittyy erityisesti henkilön innovatiivisuuteen ja haluun olla "teknologiallinen edelläkävijä". Näiden lisäksi Bowen [1986] toteaa, että itsepalvelujärjestelmien käyttäjät, joilla on korkea teknologinen valmius, ovat kärsimättömämpiä ihmiskontakteissa ja nauttivat teknologian kanssa toimimisesta enemmän kuin ne, joilla alempi teknologinen valmius.

Parasuraman [2000] jakaa teknologiset valmiudet käsittämään neljä teknologiaan kohdistuvaa tuntemusta: epämukavuus, turvattomuuden tunne, optimismi ja innovatiivisuus. Optimismi on näistä osatekijöistä vahvimmin liitetty kuluttajien haluun käyttää itsepalvelujärjestelmiä. Yritykselle on tärkeää, että kuluttajat kokevat itsepalvelujärjestelmät tehokkaiksi ja itsenäisen kontrollin arvoa tuottavaksi [Liljander *et al.*, 2006]. Lisäksi yritysten tulisi pyrkiä edistämään kuluttajien kokemaa optimistista ajattelua teknologiaa kohtaan, minkä kautta kuluttajat kiinnostuisivat sen käytöstä.

Itsepalvelujärjestelmiin kohdistuneissa tutkimuksissa on hyvin laajasti kartoitettu teknologisten valmiuksien vaikutuksia järjestelmien käyttöön ja tutkimusten tulokset ovat pääasiallisesti yhteneväisiä. Chan ja Lin [2009] toteavat teknologisten valmiuksien vaikuttavan kuluttajien interaktiivisten kioskien käyttöön. Lisäksi Lin ja Hsieh [2007] toteavat korkean teknologisen valmiuden edistävän itsepalvelujärjestelmien käyttömahdollisuutta ja parantavan asiakastyytyväisyyttä. Myös Liljander ja kumppanit [2006] esittävät tutkimuksessaan samoja tuloksia ja toteavat korkeiden teknologisten valmiuksien vaikuttavan negatiivisesti kuluttajien haluun käyttää henkilökohtaisia asiakaspalveluprosesseja lentokentillä. Lin ja Hsieh [2007] esittävätkin, että yrityksen tarjoaman itsepalvelujärjestelmätekniikan ja järjestelmän käyttöön vaadittujen taitojen tulisi vastata kuluttajien teknologisia valmiuksia. Yrityksen tulisi pyrkiä lisäämään kuluttajien teknologista valmiutta auttamalla kuluttajia selviämään itsepalvelujärjestelmiin liittyvistä ongelmista ja harhaluuloista tarjoamalla tarvittavaa tukea sekä luomalla teknologiamyönteistä markkinointia.

Itsepalvelujärjestelmiin kohdistuvaa kiinnostusta ja käyttöön motivoimista voidaan lisätä myös tarjoamalla palvelu alennettuun hintaan itsepalveluprosessin kautta [Lin and Hsieh, 2007; Meuter *et al.*, 2003]. Näillä toimilla saadaan lisättyä kuluttajien positiivisia käyttökokemuksia, mikä lisää kuluttajien halukkuutta käyttää teknologiaa palveluprosesseissa myös tulevaisuudessa edistäen itsepalvelujärjestelmien adaptoimista. [Lin and Hsieh, 2007].

Analysoitujen tutkimusten tulokset ovat hieman ristiriitaisia iän vaikutuksesta kuluttajan teknologisiin valmiuksiin ja itsepalvelujärjestelmien käyttöön. Käyttäjien ikään perustuvat tutkimustulokset eivät ole niin selkeitä, että iän voitaisiin suoranaisesti todeta vaikuttavan järjestelmien käyttöön. Burke [2002] toteaa nuorten olevan teknologisesti valmiimpia ja innokkaampia käyttämään itsepalvelujärjestelmiä, mutta Weijters ja kumppanit [2007] toteavat tutkimuksessaan, että käyttäjän iällä ei ollut merkittävää vaikutusta itsepalvelujärjestelmien käyttöön liittyen. On kuitenkin todettava, että heidän tutkimuksensa otanta oli muihin tutkimuksiin verrattuna vähäinen, sisältäen 30 henkilöä, joista vain neljä oli yli 50-vuotias. Orelin ja Karan [2013] tutkimuksessa pääosa itsepalvelujärjestelmien käyttäjistä oli 25–45-vuotiaita kuluttajia ja kirjoittajat esittävätkin tämän ikäryhmän muodostavan pääosan itsepalvelujärjestelmien käyttäjistä. Vanhojen ihmisten itsepalvelujärjestelmien käytöstä ei tutkimusten tuloksissa löytynyt selvää tilastointia, mutta

Chen ja kumppanit [2008] toteavat, että vanhemmille kuluttajille tulisi tarjota ammatti- maista henkilökuntaa itsepalvelujärjestelmien käytön tueksi ja heille tulisi kuvata järjestelmännovaatioiden toimintaa ja tarkoitusta. Tätä kautta voitaisiin lisätä heidän mahdollisuuksia käyttää teknologisia järjestelmiä ja lisätä heidän teknologisia valmiuksia [Chen *et al.*, 2008].

Weijters ja kumppanit [2007] havaitsivat kyselytutkimuksessaan, että kuluttajan koulutustasolla on vaikutusta itsepalvelujärjestelmien käyttöön ja niihin liittyviin asenteisiin. Tulosten pohjalta koulutetut asiakkaat suhtautuivat itsepalvelujärjestelmiin erittäin positiivisesti, kun he kokivat järjestelmän uutena innovaationa. Vähemmän koulutetut kuluttajat pyrkivät välttämään kontaktia uuden teknologian kanssa. [Weijters *et al.*, 2007]. Myös Orelin ja Karan [2013] kyselytutkimus tuotti vastaavan tuloksen itsepalvelukassojen käyttäjistä: 60 % käyttäjistä oli korkeakoulutettuja. Zhu ja kumppanit [2013] toteavatkin, että itsepalvelujärjestelmät tulisi erityisesti kohdistaa korkeasti koulutetuille ja innovatiivisille kuluttajille, jotka uskovat pystyvänsä selviytymään haasteista itsenäisesti ja kykenevät sopeutumaan myös virhetilanteisiin. Järjestelmien käytön kohdistaminen korkean teknologisen valmiuden omistavalle kuluttajasegmentille saattaa edistää itsepalvelujärjestelmiin liittyvän positiivisen viraalimarkkinoinnin (engl. *word-of-mouth*), eli ihmisten välillä nopeasti leviävän markkinointiviestin kehittymistä positiivisten käyttäjäkokemusten kautta. Täten järjestelmistä muodostuu positiivisempi kuva myös alhaisemmat valmiudet omistaville kuluttajille, jotka epäröivät käyttää teknologisia järjestelmiä. Positiivisen viraalimarkkinoinnin avulla pystytäänkin kasvattamaan epäröivän kuluttajasegmentin itsepalvelujärjestelmien käyttömahdollisuutta. Meuter ja kumppanit [2003] esittävätkin, että alemmat teknologiset valmiudet omistava kuluttajasegmentti tulee saada kokemaan itsepalveluprosessi helposti lähestyttäväksi, helppokäyttöiseksi ja miellyttäväksi prosessiksi. Lisäksi järjestelmien käytön aikana heille tulee tarjota riittävää ohjeistusta joko järjestelmän tai asiakaspalvelijan toimesta [Meuter *et al.*, 2003].

3.1.2 Teknologinen ahdistuneisuus

Teknologinen ahdistuneisuus tarkoittaa pelkoa, pidättäytymistä ja toivoa, jota kuluttajat alitajuisesti kokevat käyttäessään tai kuvitellessaan käyttävänsä teknologisia laitteita ja järjestelmiä [Meuter *et al.*, 2003]. Teknologiaan liittyvä ahdistuneisuus on kaikista vaikuttavimmin selittäjä mietittäessä kuluttajien itsepalvelujärjestelmien käyttöastetta. Ne, jotka kokevat kyseisen ahdistuksen määrän liian korkeana, eivät tule järjestelmää käyttämään [Liu, 2012]. Tästä syystä yrityksen on ensisijaisen tärkeää kartoittaa omien kuluttajasegmenttiensä asenteet ja teknologinen kyvykkyys, sillä teknologisen ahdistuneisuuden mittaria pidetään parempana tapana arvioida teknologian käyttöä kuin esimerkiksi perinteiset demograafiset (ikä, koulutus) tekijät [Meuter *et al.*, 2003].

Teknologisella ahdistuneisuudella on vahva vaikutus kuluttajan kokemaan käyttökokemukseen ja se saattaa vaikuttaa alentavasti yritykseen kohdistuvaan viraalimarkkinointiin. Täten järjestelmää kehitettäessä yrityksen kuluttajasegmenttien asenteiden ja itsepalvelujärjestelmien käytön kartoittaminen edelleen korostuu. Yrityksen tulee pohtia asiakkaille soveltuvia järjestelmän ominaisuuksia ja teknologiaa sekä sitä, miten järjestelmän käyttöön voitaisiin kuluttajia motivoida [Meuter *et al.*, 2003]. Tekniset järjestelmät eivät yksinään tarjoa kuluttajille sosiaalista tai humaania turvaa. Oh ja kumppanit [2013] toteavatkin vieraisissa ympäristöissä olevien turistien tukeutuvan ja pyrkivän vuorovaikutukseen palveluhenkilökunnan kanssa sekä etsivän siihen aktiivisesti mahdollisuuksia. Oh ja kumppanit [2013] esittävät, että itsepalvelujärjestelmien tulisi pystyä täyttämään myös asiakkaiden emotionaaliset ja hedonistiset tarpeet ja luomaan käyttäjälle tuntemus turvallisuudesta. Kuluttajat saattavat kokea teknologian ja itsepalvelujärjestelmien käytön markkinoimisen hedonististen, pehmeiden arvojen kautta miellyttävämmäksi ja vähemmän ahdistavaksi, mikä tekee järjestelmistä helpommin lähestyttäviä. Asiakkaita ei tule pakottaa itsepalvelujärjestelmien käyttöön, vaan järjestelmä tulee sovittaa perinteisen palveluprosessin rinnalle toiseksi vaihtoehdoksi, jolloin kuluttajalle voidaan tarjota tuntemus valinnanvapaudesta ja itsenäisestä kontrollista [Liu, 2012; Liljander *et al.*, 2006]. Käyttöön pakottaminen antaa asiakkaille kuvan teknologian käyttöön manipuloimisesta, mikä luo negatiivista asiakastyytyväisyyttä ja edelleen lisää teknologista ahdistuneisuutta. [Reinders *et al.*, 2008]. Myös Liu [2012] toteaa kyselytutkimuksensa pohjalta itsepalvelujärjestelmien käyttöön pakottamisen lisäävän teknologista ahdistuneisuutta ja vähentävän kuluttajien luottamusta teknologiaa kohtaan. Ahdistuneisuutta voidaan vähentää valitsemalla tilanteeseen ja asiakkaille soveltuva teknologia, välttämällä teknologista monimutkaisuutta sekä pitämällä kuluttaja keskiössä koko järjestelmän kehityksen ajan konsultoimalla asiakkaita ja suorittamalla käyttäjätestauksia [Meuter *et al.*, 2003]. Jos yrityksellä ei ole mahdollisuutta tuottaa henkilökohtaista asiakaspalveluprosessia itsepalvelujärjestelmän rinnalle tai pelkkä itsepalvelujärjestelmä koetaan parhaaksi vaihtoehdoksi, kuluttajien ohjeistaminen ja järjestelmän avulla tarjottu palveluprosessin laatu korostuvat radikaalisti [Liu, 2012]. Teknologisen ahdistuneisuuden vähentämiseksi Liu [2012] ehdottaa, että kuluttajalle tulisi tarjota järjestelmän käyttöä vaiheittain kuvaavat ohjeistukset, itsenäisesti suoritettavia kurssseja tai järjestelmän ominaisuuksiin liittyviä usein kysytyjä kysymyksiä.

3.2 Teknologiset vaatimukset

Ennen kuin aletaan miettiä itsepalvelujärjestelmän ominaisuuksia ja teknologiaa tarkemmin, yrityksen tulee ensin tarkkaan miettiä järjestelmän rooli toimivana osana omaa palveluprosessia. Luontevana vaihtoehtona voidaan pitää esimerkiksi asiakaspalvelua vaativien rutiinitoimenpiteiden suorittamista vaihtoehtoisen itsepalvelujärjestelmän avulla. Lisäksi yrityksen tulee huomioida, että teknologian käyttöönotto vaatii huomattavia uudelleenjär-

jestelyjä palveluprosessissa, jotta pystytään määrittämään toimiva työvoiman suhde ihmisten ja teknologisten järjestelmien välillä [Koller and Königsecker, 2012].

Aikaisemmin esitettyjen asiakkaiden asenteiden ja vaatimusten pohjalta seuraavaksi keskitytään näiden asettamiin vaatimuksiin itsepalvelujärjestelmässä käytetyssä teknologiassa, käyttöliittymässä ja tarjottuissa palveluissa, sillä itsepalvelujärjestelmien kehittämisen keskipisteenä tulisi olla asiakas koko kehitysprosessin ajan. Analysoitujen tutkimusten tulosten perusteella järjestelmän sisällön vaikuttavimmaksi tekijäksi nousee sen helppokäyttöisyys ja yksinkertaisuus. Taulukon 2 tuloksista voidaan nostaa esiin väitettä tukevat tulokset: ominaisuuksien rajoittaminen ja vertailun mahdollistaminen [Zhu *et al.*, 2007], monimutkaisen teknologian käytön välttäminen [Meuter *et al.*, 2003] ja vain tärkeimmän tiedon esittäminen [Koller and Königsecker, 2012]. Toinen selvästi esille nouseva tekijä on kuluttajien virheisiin varautuminen ja niiden minimoiminen itsepalvelujärjestelmää käytettäessä. Seuraavaksi käydään tarkemmin lävitse mainittujen tulosten vaikutuksia itsepalvelujärjestelmien teknologisiin vaatimuksiin. Lisäksi tarkastellaan Hagen ja Sandnesin [2010] esittämän interaktiivisen kioskiprototyypin pohjalta, miten itsepalvelujärjestelmä voisi ottaa huomioon kuluttajien fysiologiset ominaisuudet, kuten pituuden tai näkökyvyn, ja voisiko kyseisen prototyypin pohjalta kehittää yleisen standardin interaktiivisille infopäätteille.

3.2.1 Järjestelmän helppokäyttöisyys ja ominaisuudet

Järjestelmien kokeminen helppokäyttöisiksi voi johtua monesta järjestelmän sisäisestä tekijästä tai käyttäjän omista kokemuksista ja asenteista, joita käytiin jo aikaisemmin lävitse. Perinteisesti teknologisten järjestelmien helppokäyttöisyydellä viitataan järjestelmän käytettävyyteen (engl. *usability*), joka yksinkertaisesti määriteltynä tarkoittaa tuotteen, palvelun tai ympäristön helppokäyttöisyyttä tietyn tavoitteen saavuttamiseksi. Laajemmin Nielsen [1993] määrittää käytettävyyden käsittämään viisi osatekijää: opittavuuden, tehokkuuden, muistettavuuden, miellyttävyyden ja virheiden vähäisyyden. Opittavuuden kannalta järjestelmän tulisi toimia käyttäjän näkökulmasta katsottuna ennustettavasti ja järjestelmän tulisi auttaa käyttäjää tuloksekkaaseen työhön. Joustavuuden parantamiseksi järjestelmän tulisi olla monisäikeinen, eli sallia käyttäjän työskentelevän monen tehtävän parissa samanaikaisesti ja eri tavoin. Kolmantena tekijänä järjestelmän tulee toimia vakaasti ja toipua virhesyötteistä. Lisäksi käyttäjälle tulee tarjota mahdollisuus korjata tekemänsä virheet. [Dix *et al.*, 2004]. Käytettävyyden osatekijät pätevät myös kehitettäviin itsepalvelujärjestelmiin ja niille tulisi antaa huomattava painoarvo järjestelmän toiminnallisuuden ja luotettavuuden takaamiseksi osto-ympäristöissä, joissa käyttäjänä voi olla kuka tahansa.

Koller ja Königsecker [2012] toteavat, että itsepalvelujärjestelmien kokeminen helppokäyttöisiksi ja arvoa lisääviksi on edellytys niiden käyttämiselle. Erityisesti itsepalvelujär-

jestelmien helppokäyttöisyyden viestiminen kuluttajalle on tärkeää, sillä kuluttajilla on lähes aina mahdollisuus olla käyttämättä järjestelmää ja tukeutua perinteiseen asiakaspalveluun. Täten yrityksen tulisi ymmärtää helppokäyttöisyyden suosiminen jopa järjestelmän ominaisuuksien kustannuksella. Itsepalvelujärjestelmän käyttöympäristöstä ja -taroituksesta riippuen kuluttajat voivat kokea eri ominaisuudet tarpeellisiksi tai hyödyttömiksi. Zhu ja kumppanit [2007] tutkivat yhden tai lukuisia ominaisuuksia sisältävien järjestelmien tehokkuutta ja asiakkaiden käyttökokemuksia. He havaitsivat, että yhden ominaisuuden ja vaihtoehdon kerralla esittäminen sai kuluttajat kokemaan myönteisempiä tuntemuksia itsenäisestä kontrollista ja teknologian helppokäyttöisyydestä. Myös Koller ja Königsecker [2012] havaitsivat, että liiallisen tiedon esittäminen samaan aikaan häiritsee kuluttajan toimintaa. Zhu ja kumppanit [2007] pohjasivat empiirisestä kyselytutkimuksestaan saamansa tulokset kognitiiviseen psykologiaan, joka tutkii ihmisen tietoa käsitteleviä prosesseja, esimerkiksi havaitsemisen, ajattelun, luovuuden ja ongelmanratkaisun kautta. Kognitiiviset prosessit ovat oleellisessa osassa itsepalvelujärjestelmien käyttöä ja liiallisten vaihtoehtojen tai ominaisuuksien tarjoaminen saattaa Zhun ja kumppaneiden [2007] mukaan aiheuttaa tilanteen, jossa käyttäjä ei pysty prosessoimaan kaikkea järjestelmän tarjoamaa tietoa käytännön toimenpiteiksi ja hän saattaa turhautua. Korkeat teknologiset valmiudet auttavat käyttäjää prosessoimaan itsepalvelujärjestelmien tarjoamia kognitiivisia rasitteita muita tehokkaammin [Zhu *et al.*, 2007]. Täten voidaan jälleen todeta, että yritykselle on ensisijaisen tärkeää tuntea omien kuluttajasegmenttiensä teknologiset valmiudet ja vain asiakkaiden hyödylliseksi kokemat ominaisuudet tulisi sisällyttää osaksi järjestelmää sisällön rajoittamiseksi.

Interaktiivinen tiedonhaku ja hyvät tuotevertailumahdollisuudet tukevat tehokkaiden kuluttajien ostoprosessia [Alba *et al.*, 1997]. Vaihtoehtojen vertailu helpottaa informaation välittämistä myyjän ja kuluttajan välillä, yhdistää kuluttajan vahvemmin osaksi ostoprosessia sekä luo asiakkaalle mielikuvan itsenäisestä päätäntävällästä [Zhu *et al.*, 2007]. Kollerin & Königseckerin [2012] kuluttajakyselystä saamat tulokset tukevat näitä väitteitä. Kuluttajat ehdottivat, että vaatekaupassa sijaitsevan itsepalvelujärjestelmän tulisi auttaa heitä löytämään oikean kokoisia vaatteita, tarjota tietoa tarjolla olevista tuotteista ja niiden sijainnista sekä mahdollisesti integroida myymälän verkkokauppa osaksi itsepalvelujärjestelmää.

Suuren tuotevalikoiman tarjoavissa liikkeissä tuotevertailuominaisuuden tarpeellisuus korostuu, mutta luo myös ongelman suuren tietomäärän tehokkaalle esittämiselle. Zhu ja kumppanit [2007] toteavat, että tiedon esittäminen ja toiminnallisuudet interaktiivisessa käyttöliittymässä tulisi jakaa hierarkkisiin tasoihin ja luoda looginen yhteys toimintojen ja esitettyjen tietojen välille. Suunnitellulle käyttöliittymälle tulee suorittaa käytettävyydestä yrityksen asiakkaille, jotta mahdolliset ongelmakohdat saadaan selville jo suunnitteluvaiheessa. Käyttöliittymätestaukset takaavat kriittisen ja loogisen indikaattorin itse-

palvelujärjestelmän toimivuudesta, ja ne ovat olennainen osa järjestelmän kehitystä. [Zhu *et al.*, 2007].

3.2.2 Järjestelmän virheisiin varautuminen

Kuten alakohdan 3.2.1 alussa todettiin, itsepalvelujärjestelmien kehityksessä tulisi ottaa käytettävyyden osatekijät huomioon. Käyttäjän ja järjestelmän mahdollisesti aiheuttamat virhetilanteet tulisi järjestelmän suunnittelu- ja kehitysvaiheessa tunnistaa ja ratkaista. Oletettavasti erilaiset kuluttajat käyttävät järjestelmää hieman eri tavoin, joten erityyppisiin virhetilanteisiin tulee varautua. Forbesin [2008] tutkimuksen mukaan 25 % verkkokauppojen asiakkaista oli kokenut ongelmia niiden käytössä, ja The Economistin [2004] tutkimuksessa vain 18 % vastanneista totesi automatisoitujen vastauspalveluiden toimivan tehokkaasti. Järjestelmien virhetilanteet asiakasrajapinnoissa voivat johtaa menetettyyn ostomahdollisuuteen, asiakkaiden tyytymättömyyteen ja teknologian hylkäämiseen [Zhu *et al.*, 2013]. Tästä syystä henkilökunnan tulee pyrkiä auttamaan kuluttajia järjestelmien käytössä, jos ongelmia esiintyy [Koller and Königsecker, 2012]. Usein henkilökuntaa ei kuitenkaan ole saatavilla virheen esiintyessä, joten yrityksen ja järjestelmän tulee pyrkiä motivoimaan käyttäjää selviämään virhetilanteesta itsenäisesti ja motivoida jatkamaan teknologian käyttöä [Meuter *et al.*, 2000]. Lisäksi käytetyn teknologian ja järjestelmän tulee olla varmatoiminen, sillä järjestelmän kaatuessa se ruuhkauttaa perinteisen palveluprosessin tai pahimmassa tapauksessa estää koko palvelutoimenpiteen suorittamisen [Meuter *et al.*, 2000]. Järjestelmän taustalla tuleekin olla vahva tukiverkko ja luotettavat yhteydet, jotka takaavat palveluprosessin pyörimisen huolimatta ongelmista, kuten sähkökatko tai verkkotukiasemien kaatuminen.

Itsepalvelujärjestelmien tulisi siis pyrkiä minimoimaan kuluttajien tekemät virheet. Parantamalla järjestelmän ja kuluttajan välistä vuorovaikutusta voidaan ehkäistä virhetilanteiden syntymistä ja edistää virhetilanteista toipumista [Zhu *et al.*, 2013]. Zhu ja kumppanit [2013] tutkivat, miten kuluttajat reagoivat itsepalvelujärjestelmien virhetilanteisiin. Mielenkiintoista oli, että kaikille osallistujille sattui testin aikana järjestelmään liittyvä tekninen häiriö, mutta vain 60 % myönsi loppukyselyssä sen tapahtuneen. Osa kuluttajista ei ole valmis tunnustamaan virheen tapahtumista tai ole halukas ilmoittamaan siitä eteenpäin. Itsepalvelujärjestelmiin kuluttajien näkökulmasta kohdistuvat alhaiset toimintaodotukset tai virheistä aiheutuva henkilökohtainen häpeä selittävät osaltaan tätä toimintaa. Zhu ja kumppanit [2013] esittävät ratkaisuksi, että palveluntarjoajien tulisi tarjota käyttäjille mahdollisuus raportoida ongelmista helposti ja välittömästi esimerkiksi isojen help-painikkeiden avulla. Toinen ratkaisu voisi olla kuluttajan syötteiden ja aiheutettujen virheiden valvominen, jolloin kyseisiin ongelmiin voitaisiin suoraan tarjota ratkaisu palvelun ja järjestelmän toimesta. Yrityksen näkökulmasta palautteen saaminen aiheutuneista virhetilanteista olisi tärkeää, jotta mahdolliset ongelmat voitaisiin korjata ja vastaavilta tilanteilta

tulevaisuudessa välttyä. Meuter ja kumppanit [2000] toteavat kyselytutkimuksessaan, että monet kuluttajat kokevat itsepalvelujärjestelmien käyttöliittymät (designin) puutteellisiksi, mutta ajattelevat, että heillä ei ole mahdollisuutta vaikuttaa sen sisältöön, joten he eivät anna asiasta palautetta. Huonosta käyttöliittymästä aiheutuvat ongelmat nähdään isoimpana tekijänä huonoon asiakastyytyväisyyteen ja negatiiviseen viraalimarkkinointiin. Ongelmilta voidaan jälleen välttyä ottamalla asiakkaat varhaisessa vaiheessa mukaan itsepalvelujärjestelmän kehitysprosessiin ja panostamalla asiakkaisiin kohdistuvaan vuorovaikutukseen, jolloin palautteen saaminen virhetilanteissa olisi todennäköisempää. [Meuter *et al.*, 2000].

3.2.3 Kuluttajien puutteiden huomioiminen järjestelmässä

Seuraavaksi käsitellään prototyyppiä itsepalvelujärjestelmästä, joka pyrkii ottamaan käyttäjien fysiologiset puutteet ja ominaisuudet huomioon järjestelmää käytettäessä. Hagen ja Sandnes [2010] esittelevät itsepalvelukioskin prototyypin, joka pyrkii tarjoamaan optimaalisen käyttökokemuksen käyttäjän ominaisuuksista tai fysiologisista rajoitteista, kuten näkövamma tai reuma huolimatta. Rowley [1995] määrittelee multimedialla sisältävät interaktiiviset kioskit työasemiksi, jotka on erityisesti kehitetty julkista käyttöä varten. Suurin osa nykyisissä ostoympäristöissä esiintyvistä kioskeista toimii kosketuksen avulla ja samoin myös Hagenin ja Sandnesin [2010] prototyyppi. Prototyypissä tutkijat ovat parantaneet laitteen mukautuvuutta henkilön pituuden, näkökyvyn, motorisen tarkkuuden ja ylimääräisen tilan hyötykäytön näkökulmista.

Interaktiivisia itsepalvelujärjestelmiä tulisi pystyä käyttämään henkilön normaalilta korkeudelta. Lyhyillä henkilöillä, kuten lapsilla tai pyörätuolia käyttävillä ihmisillä voi olla ongelmia aktiivisiin alueisiin ylettymisessä ja pitkät henkilöt voivat toisaalta joutua kumartumaan epäsuotuisaan asentoon, jotta voivat järjestelmää käyttää. Hagen ja Sandnes [2010] esittävätkin, että itsepalvelukioskien sisällön ja toiminnallisuuksien vertikaalisen sijainnin näytöllä tulisi aina määräytyä käyttäjän pituuden mukaisesti. Interaktiivisen kioskin tulisi houkutella käyttäjä aloittamaan käyttötilanne koskettamalla näyttöä käyttäjän pituuden kannalta optimaaliselta korkeudelta, jonka perusteella käyttöliittymä fokusoitaisiin oikealle korkeudelle. Lisäksi kyseistä algoritmiin perustuvaa ratkaisua voidaan pitää hyvin halpana vaihtoehtona verrattuna mekaanisiin ratkaisuihin. [Hagen and Sandnes, 2010].

Prototyypin toinen esitelty ominaisuus on tekstin koon muokkaaminen käyttäjän näkökyvyn perusteella. Sopivan tekstikoon laskemiseksi Hagen ja Sandnes [2010] kehittivät oletuksen: Mitä lähempää käyttäjä pyrkii näyttöä katsomaan, sitä isompi tekstin koon tulisi olla. Prototyypissä kamera selvittää käyttäjän etäisyyden näytöstä ja etäisyyden pohjalta pyritään tekstin kokoa muuttamalla saamaan käyttäjän sijainti ja näytön käyttöpositio 80 senttimetrin päähän kioskista.

Julkisissa ympäristöissä käyttäjät ovat usein kiireisiä ja mahdollisesti stressaantuneita, jolloin käyttäjien motorinen tarkkuus saattaa olla kärsinyt. Lisäksi pienillä lapsilla tai esimerkiksi Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä saattaa esiintyä kontrolloimattomia käden liikkeitä. [Hagen and Sandnes, 2010]. Hagen ja Sandnes [2010] esittävätkin tutkimuksessaan, että järjestelmien tulee tarjota riittävän isot ja selkeät painikkeet, jotka on käyttöliittymässä rajattu riittävällä määrällä tyhjää tilaa, jotta virhepainalluksilta vältyttäisiin. Esiteltyssä prototyypissä painikkeiden aktiivisen alueen laajuutta muokattiin isommaksi tai pienemmäksi riippuen käyttäjän tekemistä painalluksista käyttöliittymässä. Täten myös epätarkoille painalluksille pystytään tarjoamaan haluttu lopputulos.

Neljäntenä ja viimeisenä osa-alueena Hagen ja Sandnes [2010] käsittelevät itsepalvelujärjestelmien ylimääräisen tilan käytön huomioimista kuluttajan toimintaa tukevasta näkökulmasta. Ylimääräistä tilaa voidaan hyödyntää käyttäjän huomion siirtämisessä käyttöliittymän muihin osiin esimerkiksi pankkikortin antamisen yhteydessä tai tulostettujen lippujen talteen ottamisessa [Hagen and Sandnes, 2010]. Myymälöiden ostoympäristössä tyhjää tilaa voisi hyödyntää esimerkiksi myymäläkartan ja tuotesijaintien esittämiseen tuotevertailuja tehtäessä. Niin kuin tutkielman aikaisemmissakin kappaleissa jo todettiin, myös Hagen ja Sandnes [2010] muistuttavat, että ylimääräisen tilan täyttävää sisältöä tulee käyttää hillitysti, sillä käyttäjät eivät pysty keskittymään moneen asiaan samanaikaisesti rajallisten kognitiivisten resurssien takia.

Yrityksen ei välttämättä tule sisällyttää kaikkia prototyypissä esiteltyjä ominaisuuksia osaksi omaa järjestelmää, mutta on kuitenkin tärkeää, että yritys ymmärtää kuluttajiensa moninaisuuden ja ottaa tämän itsepalveluprosesseissa huomioon. Oli itsepalvelujärjestelmä mikä tahansa, niin on helppo olettaa, että käyttäjän ominaisuuksiin jollakin tapaa mukautuva järjestelmä parantaa asiakastytyvyyttä ja vähentää kuluttajien teknologista ahdistuneisuutta tarjoamalla mukautuvan käyttäjäkokemuksen.

4. Yhteenveto ja pohdinnat

4.1 Yhteenveto

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää, miten kuluttajien itsepalvelujärjestelmiin kohdistuvat asenteet ja kokemukset muodostuvat ja minkälaisia vaatimuksia tämä asettaa itsepalvelujärjestelmien kehittämiseksi. Seuraavaksi nostetaan vielä esille tutkielmassa esitetyt pääkohdat.

Kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, että mietittäessä itsepalvelujärjestelmien sisällyttämistä osaksi ostoympäristöjä, yrityksen tulee ensisijaisesti selvittää omien kuluttajasegmenttiensä valmiudet ja tarpeet käyttää itsepalvelujärjestelmiä osana palveluprosessia. Vaikka itsepalvelujärjestelmä sisällytettäisiin osaksi toimintaympäristöä, niin humaania vuorovaikutusta ei kuitenkaan tule missään vaiheessa laiminlyödä, sillä se on kriittinen

tekijä yrityksen ja kuluttajan välisen luottamuksen syntymisessä. Itsepalvelujärjestelmät tarjoavat kuluttajille lukuisia etuja ja mahdollisuuksia, mutta niitä pyritään välttämään, jos itsepalvelujärjestelmät eivät ennestään ole kuluttajalle tuttuja tai kuluttaja omistaa alhaiset valmiudet käyttää teknologiaa. Yhdeksi suurimmista ongelmista täten muodostuukin kuluttajien hyvien itsepalvelujärjestelmäkokemusten vähyys. Lähtökohtaisesti itsepalvelujärjestelmien tulee olla vain se toinen vaihtoehto perinteisen asiakaspalveluprosessin rinnalla, joten niiden käyttöön motivoiminen on yrityksille suuri haaste, mikä vaatii kuluttajakäyttäytymistä tarkastelevia tutkimuksia. Ilman positiivisia kokemuksia kuluttajat välttävät järjestelmien käyttöä tai välttävät niitä niin kauan, kunnes niitä on pakko käyttää.

Itsepalvelujärjestelmien teknisistä ja sisällöllisistä vaatimuksista nousi erityisesti esiin järjestelmän helppokäyttöisyys. Helppokäyttöisyyttä voitiin verrata järjestelmän käytettävyyteen, jonka pohjalta järjestelmän tulisi olla helposti opittava, tehokas, toiminnaltaan ennakoitava, miellyttävä ja virheisiin varautuva. Lisäksi todettiin, että järjestelmien tulee sisältää vain kuluttajien oikeasti tarvitsemia ominaisuuksia, kuten mahdollisuuden tuotevertailujen tekemiseen, ja käyttöliittymässä tulisi esittää vain kaikista oleellisin tieto. Luottaessa yksinkertaiseen suunnitteluun (engl. *design*) järjestelmä säilyttää helppokäyttöisyytensä ja kuluttajan on helpompi sopeutua sen käyttöön. Lopuksi Hagen ja Sandnesin [2010] esittämän itsepalvelujärjestelmä prototyypin pohjalta todettiin, että ottamalla kuluttajan fysiologiset puutteet ja ominaisuudet huomioon järjestelmää käytettäessä voidaan parantaa asiakastyytyväisyyttä ja madaltaa kynnystä käyttää itsepalvelujärjestelmiä.

4.2 Omat pohdinnat

Tutkielman lopuksi esitetään vielä muutamia huomioita tutkielman sisältöön ja analysoituihin tutkimuksiin liittyen sekä muutamia jatkotutkimuskysymyksiä taulukon 2 pohjalta.

Kuten johdanto-osan lopussa todettiin, tutkielmaan ei sisällytetty mobiilisovelluksiin tai verkkokauppoihin perustuvia tutkimuksia. Tämä päätös pohjautui alustojen erilaisuuteen niin käyttötilanteidensa kuin käyttötapojensakin kautta verrattuna ostoympäristöjen itsepalvelujärjestelmiin. Käsiteltyjen tulosten ja tutkimuksista tehtyjen havainnointien pohjalta esiin nousi uusi näkökulma laitteen omistamisen vaikutuksesta itsepalvelukanavien käyttöön. Kuluttajat käyttävät mobiilisovelluksia ja verkkokauppoja lähes poikkeuksetta omien, itse hankkimiansa laitteiden kautta, mutta ostoympäristöihin yritysten sijoittamat järjestelmät ovat kuluttajille vieraita. Täten käyttötilanne ja asenteet ostoympäristöjen järjestelmiä kohtaan eroavat huomattavasti esimerkiksi kuluttajan omasta älypuhelimien kautta käytettävästä mobiilisovelluksesta. Olisikin ollut mielenkiintoista sisällyttää tutkielmaan myös joitain tutkimustuloksia kuluttajien mobiilisovellusten ja verkkokauppojen käytöstä sekä niihin kohdistuvista asenteista. Näitä tuloksia olisi voitu verrata kuluttajien asenteisiin, jotka kohdistuvat ostoympäristöissä sijaitseviin järjestelmiin ja teh-

dä päätelmiä siitä, miten kuluttajan itsensä omistama laite vaikuttaa itsepalvelukanavan käyttöön. Tutkielmassa käsiteltyjen tuloksien pohjalta voisi olettaa, että kuluttajien henkilökohtainen laite lisääisi kuluttajien teknologisia valmiuksia sekä vähentäisi teknologista ahdistuneisuutta.

Tähän tutkielmaan sisällytetyistä tutkimusartikkeleista on erityisesti huomattava niiden julkaisuvuodet ja sen mahdollinen vaikutus tutkimuksien sisältöön. On hyvin mahdollista, että kuluttajien teknologiset valmiudet ovat kasvaneet ja teknologiaan kohdistuvat asenteet muuttuneet positiivisemmiksi 2000-luvun alun jälkeen, sillä mobiililaitteista on tullut kiinteä osa kuluttajien arkipäivää ja verkkokaupat sekä internetin käyttö ovat globaalisti lisääntyneet. Toisaalta suuria muutoksia ei välttämättä ole tapahtunut kuluttajien kokemassa teknologisessa ahdistuneisuudessa, joka voidaan teknologian lisääntymisen myötä kokea nykyään jopa voimakkaampana tuntemuksena.

Tutkielmassa käsitellyistä tutkimusartikkeleista jatkotutkimuksen tarve monikanavaisuudelle, eli monen erillisen teknologisen väylän hyödyntämiselle ostoprosessin aikana, oli huomioitu kolmessa tutkimuksessa. Teknologian ja laitealustojen kehittyessä laitteiden monikanavaisuus oletettavasti yhä laajenee ja lisättyä todellisuutta (engl. *augmented reality*) hyödyntävät laitteet sekä palvelut yleistyvät. Tästä syystä mielestäni jatkossa olisikin tärkeää tutkia itsepalvelujärjestelmien ylikanavaisuutta, eli toimintamallia, jossa kanavia integroidaan toisiinsa asiakasarvon parantamiseksi. Ylikanavaisissa itsepalvelukonsepteissa kuluttajalla olisi ostoprosessin vaiheesta riippumatta mahdollisuus valita haluamansa kanava ja suorittaa tarvitsemansa prosessi sen avulla, jolloin itsepalveluprosessi olisi helpommin lähestyttävä ja kuluttajan itsenäinen kontrolli korostuisi.

Toinen jatkotutkimusta vaativa tekijä olisi mielestäni kulttuurin ja maantieteellisen sijainnin vaikutus itsepalvelujärjestelmien käyttöön. Kulttuurin vaikutus oli analysoiduissa jatkotutkimuksissa huomioitu erityisesti kahdessa, mutta pienempiä viittauksia aiheeseen löytyi useammista tutkimuksista.

Aihetta käsittelevää tutkimusta ei oman etsinnän ja analysoidujen tutkimusartikkeleiden perusteella ole tehty, mutta on todettava, että itsepalvelujärjestelmien rooli Euroopan osto-ympäristöissä on melko vähäinen verrattuna Aasian markkinoihin, johon suurin osa tämän tutkielman analysoiduista tutkimuksista pohjautuu. Täten olisikin erityisen mielenkiintoista selvittää esimerkiksi eurooppalaisten asennoitumista itsepalvelujärjestelmiin ja miten ne eroavat aasialaisiin verrattuna.

Lähdeluettelo

[Bowen, 1986] David E. Bowen, Managing customers as human resources in service organizations. *Human Resource Management* 25 (1986), 371–383.

[Chan and Lin, 2009] Chien-Lung Chan and Chia-Li Lin, Determinants of satisfaction and intention to use self-service technology - technology readiness and computer self-

- efficacy. In: *Proc. of the Fifth International Conference, Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP '09)*, Kyoto 12–14 Sept. 2009, 893–897.
- [Chen *et al.*, 2008] K.C. Chen, S.Y. Lin, C.Y. Chen and C.F. Wang, Perspective service innovation to self-service technologies attitude impact factors. In: *Proc. of the 4th IEEE International Conference, Management of Innovation and Technology (ICMIT 2008)*, Bangkok 21–24 Sept. 2008, 888–893.
- [Dix *et al.*, 2004] Alan Dix, Janet Finlay, Gregory D. Abowd, Russell Beale, *Human-Computer Interaction, Third Edition*, 2004.
- [Forbes, 2008] Lukas P. Forbes, When something goes wrong and no one is around: Non-internet self-service technology failure and recovery. *Journal of Services Marketing* **22** (4), 316–27.
- [Hagen and Sandnes, 2010] Simen Hagen and Frode Eika Sandnes, Toward accessible self-service kiosks through intelligent user interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing* **14** (2010), 715–721.
- [Koller and Königsecker, 2012] Monika Koller, Andrea Königsecker, Shopping for apparel: How can kiosk systems help?. *Revista de Administrai de Empresas* **52** (2012), 672.
- [Liljander *et al.*, 2006] Veronica Liljander, Filippa Gillberg, Johanna Gummerus and Allard van Riel, Technology readiness and the evaluation and adoption of self-service technologies. *Journal of Retailing and Consumer Services* **13** (2006), 177–191.
- [Lin and Hsieh, 2007] Jiun-Sheng Chris Lin and Pei-Ling Hsieh, The influence of technology readiness on satisfaction and behavioral intentions toward self-service technologies. *Computers in Human Behavior* **23** (2007), 1597–1615.
- [Liu, 2012] Shunzhong Liu, The impact of forced use on customer adoption of self-service technologies. *Computers in Human Behavior* **28** (2012), 1194–1201 .
- [Meuter *et al.*, 2000] Matthew L. Meuter, Amy L. Ostrom, Robert I. Roundtree and Mary Jo Bitner, Self-service technologies: Understanding customer satisfaction with technology based service encounters. *Journal of Marketing* **64** (2000), 50–64.
- [Meuter *et al.*, 2003] Matthew L. Meuter, Amy L. Ostrom, Robert I. Roundtree and Mary Jo Bitner, The influence of technology anxiety on consumer- use and experiences with self-service technologies. *Journal of Business Research* **56** (2003), 899–906.
- [Nielsen, 1993] Jakob Nielsen, *Usability Engineering*, 1993.
- [Oh *et al.*, 2013] Haemoon Oh, Miyoung Jeong and Seyhmus Baloglu, Tourist's adaption of self-service technologies at resort hotels. *Journal of Business Research*, **66** (2013), 692–699.
- [Orel and Kara, 2014] Fatma D. Orel and Ali Kara, Supermarket self-checkout service quality, customer satisfaction, and loyalty: Empirical evidence from an emerging market. *Journal of Retailing and Consumer Services* **21** (2014), 118–129.

- [Parasuraman, 2000] A. Parasuraman, Technology readiness index (TRI): A multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies. *Journal of Service Research* **2** (2000), 307–320.
- [Reinders *et al.*, 2008] M.J. Reinders, P.A. Dabholkar and R.T. Framback, R. T., Consequences of forcing consumers to use technology-based self-service. *Journal of Service Research* **11**(2), 107–123.
- [Shih *et al.*, 2009] Dong-Her Shih, I-Ching Chen and Shueh-Cheng Hu, A study of the adoption of self-service technologies by consumers in convenience stores. In: *Proc. of the 11th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT'09) - Volume 3*, NJ, USA 2009, 1986–1989.
- [The Economist, 2004] The Economist, You're hired, **18** (September 2004), special session, 21–24.
- [Weijters *et al.*, 2007] Bert Weijters, Devarajan Rangarajan, Tomas Falk, Niels Schillewaert, Determinants and outcomes of customers' use of self-service technology in a retail setting. *Journal of Service Research* **10** (2007), 3–21.
- [Zhu *et al.*, 2007] Zhen Zhu, Cheryl Nakata, K. Sivakumar and Dhruv Grewal, Self-service technology effectiveness: the role of design features and individual traits. *Journal of the Academy of Marketing Science* **35** (2007), 492–506.
- [Zhu *et al.*, 2013] Zhen Zhu, Cheryl Nakata, K.Sivakumar and Dhruv Grewal, Fix it or leave it? Customer recovery from self-service technology failures. *Journal of Retailing* **89** (2013), 15–29.

Junien ohjausjärjestelmässä ylläpidettävän junan paikkatiedon automaattisesta testaamisesta

Laura Kautonen

Tiivistelmä.

Tässä tutkielmassa selvitetään, onko junien paikkatietojen oikeellisuus kaupallisessa junien ohjausjärjestelmässä automaattisesti testattavissa. Tarkoituksena on tutkia, onko mahdollista tuottaa sellainen testiohjelmisto, jonka avulla voi testata, toimivatko junat ja rataverkkolaitteet sääntöjen mukaisesti.

Avainsanat ja -sanonnat: automaattinen testaus, testiohjelmisto, ohjausjärjestelmä, ohjelmistotuotanto, testausmenetelmät, paikkatieto.

CR-luokat: B.4.5, D.1.2, K.6.3.

1. Johdanto

Julkisen liikenteen suosio on ollut jatkuvassa nousussa viime vuosien aikana. Erityisesti rautatieliikenteen käyttö on vuodesta 1990 eteenpäin ollut muutamaa vuotta lukuun ottamatta jatkuvassa tasaisessa kasvussa [Tilastokeskus, 2013].

Junan paikkatietoa kaupallisessa junaliikennejärjestelmässä ylläpitää sitä varten kehitetty osajärjestelmä, joka päättelee junan paikan eri rataverkkolaitteiden tilan ja tilamuu-
tosten pohjalta ja ylläpitää sitä järjestelmässä nk. junanumeron avulla. Junan täsmällinen paikkatieto rataverkostossa vaikuttaa paitsi muiden junaliikennejärjestelmän osajärjestelmien toimintaan ja matkustajaopastukseen myös, tärkeimpänä kaikista, junaliikenteen turvallisuuteen. Paikkatietojen oikeellisuus on siis avainasia junaliikenteessä.

Koska järjestelmä itsekin on jatkuvan tuotekehityksen alla, on mahdollista että siihen tehdyt muutokset vaikuttavat junan paikkatiedon ylläpitoon. Varsinkin, kun järjestelmä koostuu useista eri osajärjestelmistä, joiden kommunikointi toistensa kanssa aiheuttaa viivettä rataverkkolaitteiden tilatietojen välitykseen. Tämän vuoksi paikkatiedon oikeellisuuden testaaminen on erityisen tärkeää.

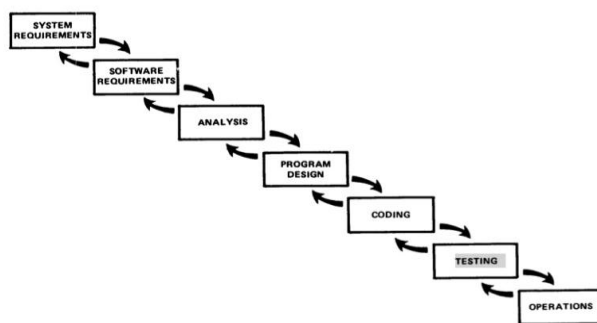
Tämä tutkimus perehtyy junan paikkatiedon oikeellisuuden testaamisen vaihtoehtoihin ko. järjestelmässä, niiden asettamiin vaatimuksiin järjestelmälle, testaamisen helppouteen, yksinkertaiseen toistettavuuteen ja varsinkin siihen, onko automaattinen paikkatiedon testaaminen mahdollista. Junan paikkatiedolla tarkoitetaan sitä raideosuutta, jonka juna varaa kulkiessaan. Paikkatietoon liittyy sekä junan fyysinen sijainti että sille varattu arvioitu etenemisarvo. Kaupallinen junien ohjausjärjestelmä, jota tässä tutkielmassa käytetään, on Bombardier Transportation Oy:n EBI Screen TMS, joka on kehitetty yhtiön Suomen osastolla [Bombardier Engineering Site].

Testiohjelmiston toteuttamisen jälkeen kävi ilmi, että automaattinen testiohjelmisto on mahdollista toteuttaa. Testiohjelmisto oli toimiva ja hyödyllinen, sillä sitä suorittamalla saatiin selville erilaisia muutoksia ja korjauksia, joita junien ohjausjärjestelmään on vielä tarpeellista tehdä, jotta se toimisi sääntöjen vaatimilla tavoilla. Testitapauksista, joita testiohjelmistossa toteutettiin hieman yli 150, noin 80 % toivat positiivisen lopputuloksen toimivuudestaan.

Tässä tutkielmassa perehdytään automaattisen testiohjelmiston toteuttamiseen. Aluksi luvussa 2 keskitytään erilaisiin testauskäytäntöihin, automaattiseen testaukseen ja sen hyödyllisyyteen. Lisäksi käydään läpi erilaisia rajoituksia, joita testiohjelmistoa toteuttaessa tuli vastaan. Luvussa 3 pohditaan, miksi automaattinen testaus oli testiohjelmistoa suunniteltaessa paras ratkaisu ja minkälaisia muita vaihtoehtoja junien ohjausjärjestelmän testaamiselle olisi voinut käyttää. Tämän jälkeen luvussa 4 keskitytään kuvaamaan järjestelmää, jolle testiohjelmisto toteutettiin sekä itse ohjelmistoa. Tämän lisäksi käydään läpi muutamia ongelmia, joita näiden kahden välillä syntyi ohjelmiston toteutuksen edetessä ja keinoja, joilla nämä ongelmat ratkaistiin. Luku 5 sisältää uuden innovaation ja käytetyn menetelmän arviointia.

2. Testauksesta

Ohjelmistotuotantoprojektit alkavat pääosin aina vaatimusten määrittelyistä, joiden avulla selvitetään projektin päämäärät kehittäjien ja asiakkaan osilta [Sommerville, 2007]. Alussa siis määritellään, kuinka toteutettavan sovelluksen tulisi toimia ja näitä vaatimuksia käytetään myöhemmin ohjelmistoa testattaessa. Ohjelmiston testaamiselle ei ole määritetty mitään tiettyä kohtaa, vaan se voidaan suorittaa melkein missä tahansa ohjelmiston kehitysvaiheessa, joskin se riippuu täysin valitusta testaustavasta. Yleensä testausta aletaan suorittaa siinä vaiheessa, kun kaikki vaatimukset on määritelty ja ohjelmistoa on jo koodattu sen verran, että siinä on jotain testattavaa. Roycen [1970] suunnittelema **vesiputousmalli** (kuva 1) kuvaa hyvin ohjelmistotuotannon eri vaiheet ja niiden yleisen suoritusjärjestyksen.

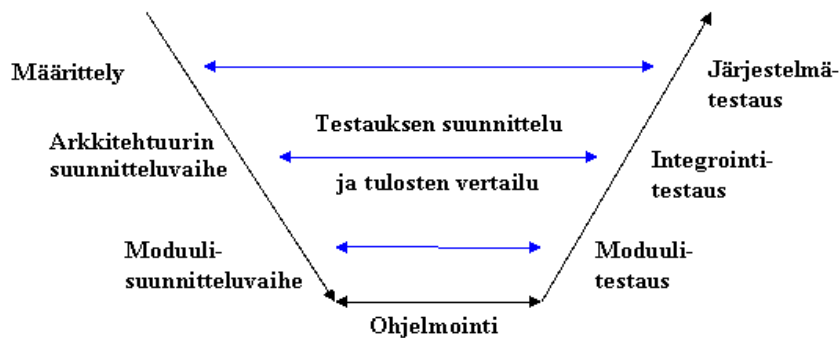


Kuva 1. Vesiputousmalli [Royce 1970]

Roycen vesiputousmallissa tärkeänä ominaisuutena on iterointi taaksepäin, eli jonkin

kohdan muokkaaminen, esim. löydetyn virheen takia, saa aikaan sen, että muitakin vaiheita täytyy palata muokkaamaan/päivittämään. Vaikkakin vesiputousmalli on yksinkertaistunut malliksi, josta iterointi usein puuttuu, sen alkuperäisen idean voi yhä löytää myös uusista projektimalleista jollain tavoin toteutettuna.

Suhdetta ohjelman kehityksen ja testausten välillä havainnollistetaan usein V-mallilla, jossa kuvataan testaustasot ja niitä vastaavat suunnittelutasot (kuva 2). Haikala ja Mikkonen [2011] ovat nimenneet V-mallin erilliset testaustasot *yksikkötestaukseksi* (module testing/unit testing) eli lähdekoodin yksittäisten osien testaukseksi, *integroititestaukseksi* (integration testing), jolla varmistetaan että eri osat toimivat keskenään, ja *järjestelmätestaukseksi* (system testing) eli koko järjestelmän testaukseksi. Näitä vastaavat suunnittelutasot ovat yksityiskohtainen suunnittelu, arkkitehtuurisuunnittelu ja toiminnallinen suunnittelu. V-mallin eri tasot saattavat erota nimellisesti hieman toisistaan, riippuen henkilöstä. Esimerkiksi Kautto [1996] on nimennyt tasot kuvassa 2 esitetyllä tavalla.



Kuva 2. Testauksen V-malli [Kautto, 1996]

Haikalan ja Mikkosen [2011] mukaan yksikkötestaus ja integroititestausta etenevät usein rinnakkain, vaikka yksikkötestauksessa testataan yksittäisiä luokkia ja integroititestausta taas yhdistellään useampia luokkia, joista saadaan muodostettua kokonaisia osajärjestelmiä. Yksikkötestauksen suorittaja on usein testauksessa olevan luokan tekijä ja luokan toimintaa verrataan yksityiskohtaisen- ja arkkitehtuurisuunnittelun tuloksiin, joka on yleensä teknillinen määrittelydokumentti. Integroititestausta tärkeintä on rajapintojen toimivuuden tutkiminen ja, kuten yksikkötestauksessa, testituloksia verrataan yleensä teknisiin määrittelyihin.

Järjestelmätestaukseen päästessä tarkasteltavana on jo koko järjestelmä. Tässä kohtaa testausta aletaan verrata tuloksia projektin alussa tehtyihin vaatimusmäärittelyyn ja toiminnallisuuden määrittelyyn [Sommerville, 2007]. Järjestelmätestaus on myös se testauksen kohta, jolloin testauksessa tulisi käyttää järjestelmälle riippumattomia tekijöitä, eli ihmisiä, joilla ei ole ennestään ollut mitään tekemistä kyseessä olevan ohjelmistotuotannon kanssa, jotta välttyttäisiin pelkältä ohjelmiston toimivuuden osoittamiselta. Jär-

jestelmätestaus voi sisältää erillisen *kenttätestauksen* (field testing) ja *hyväksymistestauksen* (acceptance testing). Lisäksi järjestelmätestaukseen kuuluu järjestelmän ei-toiminnallisten ominaisuuksien testaaminen. Näitä ovat mm. *kuormitustestit*, jotka testaavat, kuinka hyvin järjestelmä selviää oletetusta ja sitä suuremmasta kuormasta, *luotettavuustestit*, joilla testataan järjestelmän kykyä toipua virhetilanteista ja nähdään, kuinka pitkään järjestelmä pystyy toimimaan ongelmitta, *asennustestit*, joilla selvitetään, onnistuuko järjestelmän asennus oletusten mukaan, ja *käytettävyytestit*. Siinä vaiheessa nähdään, kuinka käyttäjät onnistuvat käyttämään järjestelmää, mistä selviää, onko järjestelmä suunniteltu ja toteutettu hyvin.

Pitää myös ottaa huomioon, että mitä korkeammalla V-mallia ollaan, eli toisin sanoen mitä kauempana yksikkötestauksesta ja mitä lähempänä järjestelmätestausta, sitä kalliimpaa ja enemmän aikaa vievää testauksessa havaittujen virheiden korjaaminen tulee olemaan. Järjestelmätestauksessa mahdollisesti löydettyjen virheiden korjaaminen voi aiheuttaa muutoksia myös muihin komponentteihin, jolloin kyseisiin komponentteihin tulleet muutokset täytyy uudelleen testata ja tämän jälkeen taas koko järjestelmätestaus täytyy tehdä uudelleen. Tällaista uudelleentestausta kutsutaan *regressiotestaukseksi* (regression testing) [Haikala ja Mikkonen, 2011].

Testauksen eri työvaiheisiin, niissä löydettyihin virheisiin ja näiden korjaukseen saattaa tyypillisesti kulua yli puolet ohjelmistoprojektiin varatuista resursseista [Haikala ja Mikkonen, 2011], joten ohjelmiston tuotannossa on erittäin hyvä kiinnittää huomiota testauksen läpivientiin parhaalla mahdollisella tavalla. Valitettavan usein testaaminen saatetaan toteuttaa ainoastaan siten, että järjestelmän eri osia kokeillaan umpimähkäisesti. Tämä ei kuitenkaan ole hyvä tapa. Testaukseen kannattaa ja tulee panostaa ja käyttää aikaa sekä resursseja niin paljon kuin sellaisia vain on saatavilla.

Mikäli testaaminen saadaan automatisoitua, esimerkiksi erillisellä testiohjelmiston käytöllä, testaamiseen vaadittavat resurssit pienenevät huomattavasti, testaaminen saadaan suoritettua nopeammin ja ohjelmiston kehitysprosessi kokonaisuutena nopeutuu. Erityisesti regressiotestauksessa testaamisen suorittamisen olisi hyvä olla mahdollisimman automaattista.

Testiohjelmistojen, ja ohjelmistojen yleensä, tekemisessä tulee vastaan useita rajoituksia, jotka hankaloittavat ohjelmistojen tekoa. Näihin rajoituksiin lukeutuvat mm. laiterajoitukset, henkilöstön rajoitukset, taloudelliset rajoitukset ja tietoresurssien rajoitukset.

Suurimman kynnyksen tässä tutkielmassa esiteltävään testiohjelmiston tekoon toivat henkilöstön rajoitukset. Kyseessä olevan testiohjelmiston tekoon oli tuotettu selkeät testitapaukset, jotka ohjelmiston tulisi sisältää. Niitä koodatessa ja testattaessa tuli kuitenkin vastaan useita testitapauksia, jotka eivät onnistuneet, mutta koska muulla yhtiön henkilöstöllä oli omia kiireitään, niiden oikeellisuutta ei pystytty joka tilanteessa varmentamaan. Näin ollen ei ollut mahdollista saada selville, johtuiko testitapauksen epäonnistuminen testitapauksessa olleesta virheestä vai virheestä järjestelmässä, koska

aikaisemmin näitä testitapauksia ei ole pystytty millään tavalla tarkistamaan oikeiksi.

Muunlaisia ongelmia tuottivat mm. laiterajoitukset. Tietokone, jolla ohjelmisto tuotettiin, oli jo kohtuullisen vanha ja hidas. Taloudellisia rajoituksia ei tämän testiohjelmiston tekemisessä ollut, mutta vastaan tulleet tietoresurssien rajoitukset liittyivät jo edellä mainittuihin henkilöstön kiireisiin. Joskus testitapauksen epäonnistumisen syy olisi voinut yrittää saada selville henkilöltä, jolla on tarpeeksi asiantuntemusta junista ja niiden ratakäyttäytymisestä. Tämä olisi kuitenkin vaatinut asiaan perehtymistä, eikä kenelläkään tuntunut olevan aikaa sellaiseen.

3. Suunnitteluongelma

Kyseessä olevan testiohjelmiston kaltaisen ohjelmiston toteuttamisessa suurin suunnitteluongelma on se, kuinka automaattinen testaus on mahdollista toteuttaa? Mikä olisi toimivin ratkaisuvaihtoehto, joka on toteutettavissa saatavilla olevilla resursseilla ja tiedoilla? Vaihtoehtoja ohjelmiston toteuttamiseen ei ollut kovin montaa. Testiohjelmiston toteuttamisen suunnittelussa vaihtoehtoja oli loppujen lopuksi kolme.

- 1) Testitapauksien manuaalinen läpikäynti
- 2) Ohjelmiston koodaaminen järjestelmän sisään
- 3) Testiohjelma, joka on automaattisesti ajettavissa.

Ensimmäinen vaihtoehto, testitapauksien manuaalinen läpikäynti, kuulosti yksinkertaiselta. Jonkun täytyisi vain istua tietokoneen ääressä, käydä testitapaukset yksitellen vaihe vaiheelta läpi, onnistua toteuttamaan testitapauksien alku-, väli- ja lopputilanteet sekä kirjoittaa testitapauksen onnistuminen tai epäonnistuminen ylös. Tämä kuitenkin vaatisi resursseja henkilökunnalta, testin teko kestäisi todella kauan eikä testi olisi kovin helposti tai nopeasti toistettavissa.

Toinen vaihtoehto, ohjelmiston koodaaminen järjestelmän sisään, vaikutti mahdottomalta, kun sitä pohti hieman syvemmin. Testiohjelmistossa käytettäviin testitapauksiin liittyy useita osajärjestelmiä, joita kaikkia käytetään näissä testitapauksissa. Tämä vaatisi sen, että testi pitäisi saada jaettua useille eri osajärjestelmille, joka ei vain yksinkertaisesti ole mahdollista.

Kolmas vaihtoehto, testiohjelma, joka on automaattisesti ajettavissa, kuulosti jo heti alkuun lupaavalta. Automaattisesti ajettava ohjelma takaisi sen, että testiä suoritettaessa ei vaadita liiallisia resursseja henkilökunnalta. Ohjelmassa riittäisi se, että joku pistäisi sen käyntiin, jolloin testiohjelma kävisi toteutetut testitapaukset itsekseen läpi ja tuottaisi tuloksista raportin, jota henkilökunta voi myöhemmin ajan kanssa käydä läpi. Tällöin testi ei myöskään kestäisi tuhattoman kauan, mutta vaikka siinä menisi tunti tai toinen, se ei tuottaisi haittaa kenellekään, koska kaikki voisivat jatkaa muita työtehtäviään testiohjelman ajaessa itseään läpi. Automaattinen testiohjelma on myös helposti toistettavissa, joten testiohjelman toteutuksessa mahdollisesti tulleet virheet eivät olisi haitallisia, vaan helposti korjattavissa.

Eri vaihtoehtoja vertailtaessa oli melko helppoa todeta, mikä vaihtoehdoista olisi

paras toteuttaa tulevassa testiohjelmistossa. Ensimmäisen vaihtoehdon kohdalla kävi selväksi, että sen tuottama hyöty ei olisi tarpeeksi kattavaa toteutuksen vaatimiin resursseihin verrattuna. Toinen vaihtoehto taas oli poissuljettu jo heti sen keksimisen jälkeen, koska sen toteuttaminen ei olisi mahdollista sellaisessa testiohjelmistossa, joka olisi tarkoitus toteuttaa. Jäljelle jäävällä kolmannella vaihtoehdolla taas tuntui olevan pelkätään hyviä puolia, ja se tuntui olevan myös mahdollinen toteuttaa saatavilla olevilla resursseilla. Näin ollen oli siis ilmiselvää, että automaattinen testiohjelma on se, joka tullaan toteuttamaan.

4. Toteutuksen kuvaus

4.1 Järjestelmän kuvaus

Ebi Screen TMS järjestelmä on Bombardier Transportation Finland Oy:n Suomessa kehittämä junien liikenneohjausjärjestelmä, joka on käytössä yli 30 maassa ympäri maailmaa ja jolla valvotaan ja ohjataan pitkän matkan liikenteen, metrojen ja raitiovaunujen rataosuuksia. Ebi Screen TMS sisältää kymmeniä alijärjestelmiä, joista seuraavia käytetään ja tutkitaan tässä tutkielmassa:

- TDS (Train Describer Server), junanumerojärjestelmä
- TS (Train Server), junatietojärjestelmä
- AUTS (Automaton Server), juna-automaattijärjestelmä.

TDS:n tarkoitus on tunnistaa junat tietyllä alueella ja ylläpitää junien paikkatietoja rataverkkolaitteiden tarjoamien tietojen perusteella. TS on järjestelmä, joka ylläpitää kaikkea juniin liittyvää tietoa, kuten junien tarkempia paikkatietoja, suuntia, nimiä, vaunurakenteita ja niin edelleen. AUTS on järjestelmä, joka suorittaa operaattorin Python-kielellä kirjoittamia ohjelmia, joilla voidaan tarkastella ja ohjata järjestelmää ohjelmallisesti. Näitä ohjelmia kutsutaan automaateiksi.

Junien paikkatietojen määräytymisellä on monia sääntöjä ja ehtoja, jotka vaikuttavat siihen, kuinka TDS ylläpitää niitä järjestelmässä. Rajoituksia asettavat mm. rataverkkolaitteet esim. signaalit, vaihteet ja muut junat. Näitä sääntöjä on määritelty etukäteen, mutta vaikeutena on ollut niiden todentaminen todellisessa ympäristössä.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan automaattia, joka simuloi junien liikkeitä ja rataverkkolaitteiden tiloja ja tällä tavalla testaa TDS:n toimintaa sääntöjen mukaisesti.

4.2 Työtehtävän kuvaus

Työtehtävä sisälsi rautatieliikenteen valvontaan ja ohjaamiseen tarkoitettuun EBI Screen TMS -järjestelmään liittyvän junien sijainti/paikkatietojärjestelmän testiohjelmiston kehityksen ja testauksen, jonka toteutin työskennellessäni Bombardier Transportation Oy:ssä. Testiohjelmisto on toteutettu automaattina Python-ohjelmointikielellä ja se koostuu yli 4500 rivistä koodia, jossa on toteutettu erilaisia junaliikenteen tapahtumia. Näiden tapahtumien avulla testataan, toimiiko edellä mainittu EBI Screen TMS -järjestelmä oikealla tavalla junien paikkatietojen osalta. Testiohjelmiston tapahtumat on kehi-

tetty perustuen Bombardier Transportation Finland Oy:n tuottamaan sisäiseen dokumenttiin, jossa on määritelty suuri määrä junaliikenteen tapahtumia.

Initial state	D			
TS	T1	T2	T3	T4
State	F	O	O	F
TD / SD		TD1	TD1	TD1
Direction		--->	--->	--->
Status		N	N	IP
Replace TD1 by TD2 without direction				
TS	T1	T2	T3	T4
State	F	O	O	F
TD / SD		TD2	TD2	TD2
Direction		--->	--->	--->
Status		N	N	IP

Kuva 3. Esimerkki junaliikennetapahtumasta

Yksi junaliikennetapahtuma, ja samalla testitapaus, koostuu vähintään lähtötilanteesta ja lopputilanteesta (kuva 3). Kuvan 3 ylempi osa tarkoittaa alkutilannetta, joka on ensimmäinen osa, joka testitapauksen toteuttamisessa tulee saada aikaan. Testiohjelma on toteutettu niin, että alussa on valittu tietty määrä raiteita, joilla kaikki testitapaukset toteutetaan. Raiteella tarkoitetaan kirjaimellisesti joukkoa raidevirtapiirejä, joka on sellainen rataosuus, joka varautuu tai vapautuu junan saapuessa sille tai lähtiessä siltä. Raidevirtapiirin pituus voi olla muutamasta kymmenestä metrillä jopa useaan kilometriin. Mitä lyhyempi raidevirtapiiri on, sitä tarkemmin junan paikka on tiedossa järjestelmässä.

Kuvassa 3 olevat sarakkeet T1-T4 tarkoittavat neljää raidevirtapiiriä, vihreä F tai punainen O tarkoittavat, että raide on joko vapaa (F = free) tai varattu (O = occupied). Sarakkeen alaosassa oleva N tarkoittaa, että kyseessä olevalla raiteella on juna, kun taas alaosassa oleva IP tarkoittaa, että juna on etenemässä sille raiteelle (IP = internal propagation). Kuvan 3 esimerkin lähtötilanteesta (*initial state*) tulee asettaa juna, jonka tunniste on 1 (TD = train describer) raiteille 2 ja 3, suuntaamaan oikealle. Lopputilanteeseen pääseminen vaatii junan, jonka tunniste on 1, korvaamista junalla, jonka tunniste on 2. Testiohjelmistossa junan asettaminen raidevirtapiirille tai poistaminen siltä, tapahtuu antamalla komentoja järjestelmässä olevalle asetinlaite-simulaattorille, joka matkii todellista raidevirtapiirijärjestelmää.

```

def ReplaceTDBByTD_D():
    ok = None
    SetTracksFree(tracks[1:5])
    tdsSetTrainToTrack(tracks[2].name, trains[1], directionNominal)
    waitTC()
    SetTracksOccupied(tracks[2:3])
    SetTracksOccupied(tracks[3:4])
    if TrainHasFootprint(trains[1], directionNominal, describerTrain, tracks[2:4], tracks[4:5]):
        ok = False
        tdsReplaceDescriber(trains[1], trains[2], directionUnknown)
        waitTC()
        if TrainHasFootprint(trains[2], directionNominal, describerTrain, tracks[2:4], tracks[4:5]):
            ok = True
    Result("3.2 Replace TD by TD (D)", ok)
    Clean()

```

Kuva 4. Esimerkki kuvan 2 junaliikennetapahtuman testauskoodista

Koodiosuudet testitapauksille eivät ole kovinkaan pitkiä, kuten kuvasta 4 voi huomata. Melkein jokainen testiohjelmistossa käytetty funktio on itse kehitetty ja näin ollen testitapauksien toteuttaminen sujuu suuressa osassa tapauksista melko suoraviivaisesti. Jokaisen tilanteen (lähtötilanne, lopputilanne tai mahdollinen niiden välissä oleva tilanne) suorittaminen vaatii aina tilanteen tarkistamisen, joka tapahtuu koodissa if-lauseilla, joiden jälkeen ok-nimistä muuttujaa päivitetään. Kyseisellä muuttujalla on kolme tilavaihtoehtoa: None, False ja True. Jos muuttuja jää None-tilaan, se tarkoittaa, että edes lähtötilanteen aikaansaaminen ei onnistunut kuten pitäisi. False-tilassa taas lähtötilanne on onnistunut, mutta haluttua lopputilannetta ei saatu aikaan. Tila True tarkoittaa sitä, että koko testi onnistui odotusten mukaisesti.

Työtehtävässä vaadittiin myös, että testiohjelmisto tuottaa loppuraportin testauksen yhteenvedoksi (kuva 5). Loppuraportin alusta käy ilmi päivä ja kellonaika, jolloin testaus suoritettiin. Tämän jälkeen raportissa on järjestyksessä ryhmittäin kaikki suoritettut testitapaukset, joiden perässä on OK, jos testitapaus onnistui odotusten mukaan. Mikäli testitapaus epäonnistui, se rajataan <START> ja <END> riveillä, joiden välistä löytyy yksityiskohtaisesti kaikki testitapauksessa suoritettut komennot. Näihin lukeutuvat mm. junan asettaminen raidevirtapiirille, raidevirtapiirin varaukset/vapauttamiset, jne. Lisäksi loppuraportissa testitapauksen nimen jälkeen kerrotaan testitapauksen epäonnistumisen syyn tarkemmat tiedot, jotta testaajan on helppo selvittää miksi testitapaus epäonnistui.

```

*****
* TDS Regression test *
*****
23.08.2012 11:53:07
*****
-- Commands --
1. Set
1.1 Set to free TS (A) : OK
1.1 Set to free TS (B) : OK
1.1 Set to free TS (C) : OK
1.2 Set to occupied TS (A) : OK
1.2 Set to occupied TS (B) : OK
1.2 Set to occupied TS (C) : OK
-----<START>-----
Set track BAPU_TC601E free
Set track BAPU_TC603E free
Set track BAPU_TC605E free
Set track BAPU_TC607E free
Set track BAPU_TC609E free
Set track BAPU_TC603E occupied
Set track BAPU_TC605E occupied
Set track BAPU_TC607E occupied
Set train 02 to track BAPU_TC605E, direction: nominal
1.2 Set to occupied TS (D) : NOT OK -- 9013: Incorrect association (Assumed: [BAPU_TC607E], Train: [BAPU_TC603E, BAPU_TC605E, BAPU_TC607E])
-----<END>-----

```

Kuva 5. Loppuraportin alku

Kuvassa 5 olevassa testitapauksessa ”1.2 Set to occupied TS (D)” epäonnistumisen syynä on junan väärä sijainti (*association*). Testitapauksessa on oletettu (*assumed*), että juna olisi raidevirtapiirillä nimeltä [BAPU_TC607E], mutta juna onkin raidevirtapiireillä [BAPU_TC603E, BAPU_TC605E, BAPU_TC607E]. Epäonnistuneessa testissä oleva kohta ”Assumed:” siis kertoo, mikä testitapauksen mukaan olisi junan oikea sijainti, ja kohta ”Train:” kertoo, millä raidevirtapiireillä juna sijaitsee testitapauksen läpikäynnin jälkeen. Testi epäonnistui, koska nämä kaksi eivät olleet samat.

Kun testiohjelmisto on ajettu kokonaan läpi, loppuraportin lopusta löytyy onnistuneiden testitapausten lukumäärä, lista epäonnistuneista testeistä, jotta ne on helpompi tarkistaa, ja testiohjelmiston ajon kesto.

4.3 Järjestelmässä ja työtehtävän testaamisessa kohdatut ongelmat

Oletettavasti automaattista testiohjelmistoa toteutettaessa törmää välttämättä ongelmiin matkan varrella. Ohjelmiston toteutuksessa vastaan tuli muutamia ongelmia, joiden selvittäminen oli välillä hankalaa.

Yksi yleisimmistä toteutuksessa kohdatuista ongelmista oli eri osajärjestelmien väliset synkronointiongelmat, joka saattoi aiheuttaa sen, että junat liikkuvat liian nopeasti eteenpäin tai että raidevirtapiirit eivät varautuneet tai vapautuneet oikein. Tämä johtui siitä, että tieto ei ehtinyt liikkua eri osajärjestelmien välillä tarpeeksi nopeasti, joka taas vaikutti usein siihen, että lähtötilannetta tai lopputilannetta ei saatu aikaan sellaisina kuin niiden pitäisi olla, mikä johti testitapauksen epäonnistumiseen. Tämän sai kuitenkin korjattua siten, että lisäsi testitapauksien koodeihin oikeisiin kohtiin sopivan mittaisia viiveitä, jolloin tiedolla oli tarpeeksi aikaa liikkua osajärjestelmien välillä. Viiveiden käyttö sai junat, raidevirtapiirit yms. käyttäytymään testiohjelmiston kannalta oikein.

Osajärjestelmien väliset synkronointiongelmat eivät tosin aina olleet syyllisiä siihen,

ettei lähtötilannetta saatu aikaan. Koska junilla, raidevirtapiireillä ja rataverkkolaitteilla on kaikilla määrätty tavat toimia, lähtötilanteen aikaansaaminen vaati ajoittain pientä kikkailua mm. junien suuntien, paikkojen ja liikkumisen kanssa. Muutoin järjestelmä teki erilaisia oletuksia eikä lähtötilannetta saatu aikaan. Saattoi siis olla niin, että tietyn testitapauksen koodiosuudesta suuri osa koostui lähtötilanteen aikaansaamisesta. Joskus juna piti asettaa halutun raidevirtapiirin viereiselle raidevirtapiirille suunnattuna väärään suuntaan, jotta seuraavassa koodilauseessa se voitiin ”ajaa” halutulle raidevirtapiirille ja sen jälkeen ”kääntää” junan suunta olemaan siihen suuntaan, jonne sen pitäisi olla.

Testitapauksien toteutuksen edetessä vastaan tuli ongelma, kuinka saada itse testi-ohjelmiston kehityksen testaus mahdollisimman nopeaksi ja sujuvaksi. Ohjelmiston kehitysvaiheessa tulee koodiin virheitä, joiden etsiminen ja korjaaminen olisi erittäin hidasta, jos kaikki jo aiemmin toteutetut ja toimiviksi havaitut testisarjat olisi ajettava joka kerta uudelleen läpi. Testiohjelmiston kehityksessä oli tärkeää päästä nopeasti testaamaan kehityksen alla olevaa testisarjaa ja koska yhden testisarjan läpi ajo kesti noin 15-20 minuuttia, oli tarpeen kehittää helppo tapa ohittaa testisarjoja. Junaliikennetapahtumat kuvaavassa dokumentissa kaikki tapahtumat oli ryhmitelty isompiin kokonaisuuksiin, joiden alla oli ko. kokonaisuuteen liittyvät tapahtumat, joten oli mahdollista toteuttaa myös ohjelmakoodi niin, että kommentoinnilla pystyttiin helposti ohittamaan kokonaisia ryhmiä/testitapauksia. Toteuttamalla ohjelmakoodi niin, että laittamalla kommenttimerkki (#) halutun/haluttujen testisarjojen eteen pystyttiin jättämään koko sarja välistä ohjelmaa ajettaessa, saatiin säästettyä paljon aikaa ja ohjelman toteutus muuttui sujuvammaksi. Kuten kuvasta 6 voi nähdä, kaikki testisarjat olivat koodattuina listaksi ohjelmakoodin alussa, joten kommentoinnin käyttäminen testisarjojen ohitukseen oli helppoa.

```
# Comment out those test case groups you do not want to test
testCaseGroups = [
    #tcCommands,
    #tcRules,
    tcBasic,
    tcConflicts,
    tcRedSignal,
    tcMultiTrain,
    tcFaultyTS,
    tcFaultyMarked,
    tcPoints,
    tcPropagation,
    tcPropagationWithPoints,
    tcTSDJoin,
    tcTDJoinSplit,
    tcTrainQInBorder,
    tcReversingRules,
    tcTrainInBorderObject,
    tcTrainQ,
    tcPointPositionChange,
    tcSharedTC,
    [ "waitTC()" ] # Do not remove this
]
```

Kuva 6. Testisarjalista

5. Arviointia

Testiohjelmistoa sen toteutuksen jälkeen arvioitaessa voi sanoa, että tavoitteiden osalta päästiin hyvään lopputulokseen, vaikka kaikki testitapaukset eivät menneetkään läpi.

Noin 80 % toteutetuista testitapauksista kuitenkin onnistui ja tuotti halutun tuloksen. Tavoitteena tämän testiohjelmiston toteutuksessa oli selvittää, toimivatko junat ja rata-verkkolaitteet sääntöjen mukaisesti. Testiohjelmiston toteutuksen aikana ja sen jälkeen kävi selväksi, mitkä kaikki toiminnot toimivat kuten niiden pitäisi, sekä mitkä toiminnot vaativat järjestelmän kehittäjiltä jonkin alijärjestelmän korjaamista.

Osa testiohjelmiston epäonnistuneista testeistä jopa paljasti järjestelmässä sellaisia virheitä, joita todellisessa käytössä ei ole koskaan tullut eteen. Tämä saattoi johtua siitä, että testitapauksia oli määritelty myös sellaisiin tilanteisiin, joita ei koskaan pysty esiintymään.

Testitapauksien käyttö oli erittäin hyvä tapa toteuttaa testiohjelmissä ja saavuttaa halutut tavoitteet. Testitapauksia käytettäessä tuli yksitellen testattua jokaista junaliikenteen toimintoa useaan kertaan useilla tapauksilla, jotka kaikki erosivat toisistaan jonkin verran. Näin toimintojen testaus oli mahdollisimman tarkkaa ja lopputuloksien oikeellisuudesta voitiin olla varmoja.

Tällaisen testiohjelmiston toteuttamisessa ei oikeastaan ollut edes järkevää harkita kovin syvästi muiden mahdollisten menetelmien käyttöä, koska testitapauksien käyttö tuntui heti parhaalta idealta edellä mainittujen syiden takia. Tällaisessa testiohjelmissä merkittävää ovat lopputulokset siitä toimiiko junien ohjausjärjestelmä sääntöjen mukaisesti, joten tulosten saaminen oikeellisina on ainoa asia, jolla on väliä.

6. Yhteenveto

Tässä tutkielmassa on tutkittu, onko mahdollista toteuttaa automaattinen testiohjelmissä, jolla voidaan testata junien paikkatietojen oikeellisuus kaupallisessa järjestelmässä. Ohjelmistotuotannossa testauksella on suuri paino, joten siihen kannattaa panostaa ja se olisi hyvä saada mahdollisimman automaattiseksi. Tutkielman pohjana oleva testiohjelmissä todisti, että automaattinen testaus kyseisessä järjestelmässä on mahdollista toteuttaa. Testiohjelmissä osoittautui toimivaksi, hyödylliseksi ja se paljasti useita virheitä järjestelmässä. Testiohjelmissä toteutettiin noin 150 testitapausta, joista suurin piirtein 80 % antoi halutun lopputuloksen. Loput joko osoittautuivat virheiksi järjestelmässä tai sellaisiksi testitapauksiksi, joita ei todellisuudessa pysty esiintymään.

Testiohjelmiston kehittäminen oli hyödyllistä sekä minulle sen toteuttajana, että Bombardier Transportationille, koska sen avulla regressiotestaaminen on helpottunut ja nopeuttanut ohjelmistokehitystä. Testiohjelmissä on myös jatkokehitetty uudemmissä järjestelmissä olevien toimintojen mukaisiksi

Viiteluettelo

- [Bombardier Engineering Site], *Site Fact Sheet*. Available as <http://www.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/Sites/supporting-documents/Bombardier-Transportation-SiteFactSheet-Helsinki-Finland-en.pdf>
- [Haikala ja Mikkonen, 2011] Ilkka Haikala ja Tommi Mikkonen, *Ohjelmistotuotannon käytännöt*, 12. painos. Talentum Media Oy, 2011.
- [Kautto, 1996] Available as http://www.oamk.fi/sbc/testaus/testaustasot_clip_image001.gif.
- [Royce, 1970] Winston W. Royce, Managing the Development of Large Software Systems. In: *Proc. of the IEEE WESCON*, 1970, 1-9.
- [Sommerville, 2007] Ian Sommerville, *Software Engineering*, 8th ed. Addison-Wesley, 2007.
- [Tilastokeskus, 2013], *Kotimaan henkilöliikenteen matkustajat*. Available as http://liikennejarjestelma.fi/wp-content/uploads/2013/12/PT_03_02_011-902x708.png

Pelillistämisen menetöt opetuksessa

Ville Kuparinen

Tiivistelmä.

Pelillistettyjen sovellusten Foursquaren johdolla viime vuosina saavuttaman suuren suosion myötä pelimekaniikkojen huomion vangitsevaa ja motivaatiota ruokkivaa voimaa on hiljattain alettu sovittaa myös opetuksen kontekstiin. Tässä tutkielmassa pohditaan kirjallisuuden valossa, miksi ja miten opetusta tulisi pelillistää, ja tarkastellaan tuoreiden opetuksen pelillistämistapausten kautta teorian ja käytännön sovellusten kohtaamista.

Avainsanat ja -sanonnat: Pelillistäminen, oppimisympäristö, motivaatio, tapaus-tutkimukset, pelimekaniikat.

CR-luokat: K.3.1

1. Johdanto

Tässä tutkielmassa käsitellään pelillistämisen (engl. *gamification*) metodeja opetuksessa viiden eri tapauksen kautta. Tutkielman tarkoituksena on kartoittaa pelillistämisen tekniikoita ja periaatteita ja selvittää, miten oppimisympäristöjä on pelillistetty. Tarkoituksena on myös analysoida, miten pelillistämisen teorioita on hyödynnetty käytännön toteutuksessa. Suurin osa tutkielmassa käsitellyistä oppimisympäristöistä on joko ohjelmistoavusteisesti pelillistettyjä perinteisiä luokkahuoneita tai virtuaalisia oppimisympäristöjä. Lisäksi käsitellään pelillistämistapausta, joka on toteutettu ilman tietokoneen avustusta.

Monet kaupalliset yritykset ovat viime vuosina hyödyntäneet pelillistämistä, ja ehkä tunnetuin esimerkki niistä on paikantamiseen perustuva sosiaalinen matkabloggauspalvelu *Foursquare*. Foursquaren menestyksen innoittamana pelillistämisen käyttö motivaation luoja ja aktiivisuuden lisääjänä on kasvanut nopeasti [Deterding *et al.*, 2011]. Samoihin aikoihin alettiin termiin ja itse ilmiöön kiinnittää laajemmin huomiota akateemisissa piireissä.

Pelillistämisen käyttö oppimisympäristöjen kohentajana on hyvin tuore ilmiö, mistä kielii sekin, että kaikki tässä tutkielmassa käsitellyt tapaukset ovat vuodelta 2013. Pelillistämistä, sen tarkoitusta ja mahdollisia hyötyjä käsitellään luvussa 2. Luvussa 2 tarkastellaan myös pelillistämisen määritelmiä. Samassa luvussa käsitel-

lään myös opetuksen pelillistämistä ohjaavia periaatteita sekä esitellään joitakin pelillistämisen tekniikoita, jotka ovat käyttökelpoisia myös opetuskontekstissa.

Kolmannessa luvussa esitellään mainitut viisi eri tapausta, joissa on pelillistetty jokin oppimisympäristö. Neljännessä luvussa analysoidaan kyseisten tapausten pelillistämismetodeja luvussa 2 esiteltyjen yleispätevien pelillistämistekniikoiden ja pelillistämisen periaatteiden valossa. Lisäksi tarkastellaan pelillistämistapauksista saatuja kokemuksia ja tuloksia. Viimeisessä luvussa kootaan yhteen tutkielman pääkohdat ja pohdinta.

2. Pelillistäminen opetuksessa

Tässä luvussa linjataan pelillistämisen määritelmiä, pohditaan pelillistämistä opetuskontekstissa ja sitä, mitä mahdollisuuksia ja hyötyjä pelillistäminen toisi kyseisessä kontekstissa. Käydään läpi myös uhkakuvat ja varjopuolet, ennen kuin tarkastellaan opetuksen pelillistämistä ohjaavia periaatteita. Kohdassa 2.2 tuodaan esiin ja määritellään yleishyödyllisiä pelillistämisen tekniikoita, joiden toteutusta oppimisympäristössä arvioidaan myöhemmin luvussa neljä.

Termi "pelillistäminen" tarkoittaa "*pelisuunnittelun elementtien käyttämistä ei-pelillisissä konteksteissa*" [Deterding et al., 2011]. Vaikka suurin osa pelillistämisen toteutuksista on digitaalisia, ei tätä rajoitusta tarvita, ja määritelmä sallii siis myös muut kuin digitaaliset pelillistämistoteutukset [Groh, 2012]. Toinen määritelmä pelillistämiselle on "*prosessi, joka peliajattelun ja pelimekaniikkojen avulla sitouttaa käyttäjiä ja ratkaisee ongelmia*" [Zichermann and Cunningham, 2011, xiv]. Molemmat määritelmät antavat kuvan videopeleistä tuttujen toimintatapojen ja ajattelumallien käyttämisestä pelien sijaan muissa konteksteissa. Viimeksi mainittu määritelmä myös valottaa pelillistämisen tavoitteita: motivaation lisäämistä ja ongelmien ratkaisua. Zichermannin ja Cunninghamin [2011, xiv] mukaan pelillistämisen viitekehystä voidaan käyttää mihin tahansa ongelmaan, joka on ratkaistavissa vaikuttamalla ihmisen käyttäytymiseen ja motivaatioon.

Pelillistetyt oppimisympäristöt on hyvä erottaa opetuspeleistä, jotka kuuluvat muuhun kuin viihdekäyttöön tarkoitettuihin peleihin (engl. *serious games*). Opetuspelit sisältävät tai ovat kokonaisuudessaan enemmän kuin vain nippu pelien elementtejä: ne ovat pelejä, eikä pelejä voi edelleen pelillistää [Groh, 2012]. Toisaalta, kuten Groh [2012] toteaa, voi pelillistetyn ympäristön ja pelin raja olla hyvin subjektiivinen ja riippua henkilön omista ennakoasenteista ja -odotuksista.

Miksi sitten pelillistämistä tulisi käyttää opetuksen viitekehyksessä? Vastauksia voi hakea pelillistämisen ja opetuksen tarpeiden yhtenevistä tavoitteista. Hyvä

opiskelija on sitoutunut opiskeluunsa. Edellä mainitun Zichermannin ja Cunninghamin [2011] määritelmän mukaan pelillistäminen sitouttaa (engl. *to engage*) ja ratkaisee ongelmia, joita ilmenee ihmisen käyttäytymisen ja motivaation saralla. Jos ongelmaksi asetetaan opiskelumotivaatio, on pelillistamisestä määritelmän mukaan apua siihen.

Giannetto ja muut [2013] siteeraavat hyvin Edwin Locken [1991] tavoitteenasettamisteorian ja kontrolliteorian vertailua motivaation ymmärtämiseksi. Heidän mukaansa se sisältää erittäin tärkeän huomion, mitä tulee opiskelijan menestykseen: tavoitteelliset (engl. *goal orientated*) lähestymistavat ovat kautta aikain rohkaisseet ihmisiä sitoutumaan tehtäviin, joita muuten pidettäisiin ikävinä tai epämieluisina. Yhtenäiseen opetussuunnitelmaan perustuvassa koulutusjärjestelmässä tulee väistämättä eteen tilanteita, joissa joku opiskeltava asia on ikävä tai epämieluisin jollekin opiskelijalle. Giannetton ja muiden [2013] mukaan pelillistäminen pyrkii hyödyntämään tavoitteellista lähestymistapaa sitouttaakseen opiskelijan työhönsä.

Koska pelillistäminen opetuksen viitekehyksessä on vasta viime aikoina alkanut toden teolla yleistymään, ei pelillistämisen hyödyistä ja haitoista opetuksessa ole olemassa kattavia tutkimuksia tai laajaa seuranta-aineistoa. Useista tapauksista on kuitenkin jo saatu positiivisia ja rohkaisevia tuloksia ja ennakkokokemuksia, joita tämän tutkielman mittakaavassa käydään läpi luvun 4 kohdassa 4.2.

Pelillistämistä on kritisoitu joissakin lähteissä muun muassa suunnitelmaksi ”liimata” pisteet, kunniamerkit ja pistetilastot kaikkeen [Groh, 2012]. Alfie Kohn [1999] kertoo Grohin [2012] mukaan tutkimuksesta, jossa lapset piirsivät enemmän kuvia, mutta huonompia, jos heille maksettiin piirtämisestä. Lapset eivät myöskään pitäneet piirtämisestä enää yhtä paljon sen jälkeen, kun heille lakattiin makсамasta siitä. Tutkimus toimii varoittavana esimerkkinä siitä, mitä voi tapahtua, kun sisäinen motivaatio korvautuu ulkoisilla kannustimilla.

2.1 Opetuksen pelillistämistä ohjaavat periaatteet

Pelillistäminen on melko uusi tutkimusalue, ja siksi monet tuoreet artikkelit ovat keskittyneet termin määrittelemiseen ja pelillistämisen periaatteiden tarkasteluun ja kokoamiseen. Pelillistämisen opetussovellutuksissa on pyritty erityisesti tunnistamaan motivaatiota parantavia ja ylläpitäviä tekijöitä, kuten seuraavassa näemme.

Karl Kapp [2010] on Giannetton ja muiden [2013] mukaan ehdottanut kahta erilaista motivaatiotyyppiä, jotka koostuvat useista eri osa-alueista: sisäisen ja henkilöidenvälisen motivaation. Sisäiseen motivaatioon kuuluvat *haasteellisuus*, *uteliai-*

suus ja kontrolli. Henkilöidenvälinen motivaatio koostuu *yhteistyöstä, kilpailusta ja tunnustuksesta* (engl. *recognition*). Kehittäjän tulisi suunnitella pelillistetty järjestelmä niin, että se laukaisee mahdollisimman monta Kappin [2010] motivaation aspektia [Giannetto ja muut, 2013].

Fui-Hoon Nah ja muut [2013] tunnistivat kirjallisuuskatsauksensa perusteella viisi pelillistämisen periaatetta: tavoitteellisuuden, saavutukset, vahvistamisen (engl. *reinforcement*), kilpailun ja hauskuuden (engl. *fun orientation*). Heidän periaatteensa ja perustelunsa niille ovat ainakin osittain yhteneväisiä Kappin [2010] kanssa; seuraavassa on lyhennettynä heidän perustelunsa.

Tavoitteellisuuteen viitattiin jo luvussa 2. Sen tehtävänä on pitää yllä käyttäjien mielenkiintoa tasapainottamalla käyttäjän tiedot ja taidot pelillistetyssä ympäristössä edistymiseen vaadittavan haasteellisuuden kanssa. Tämä toteutetaan yleensä pilkkomalla opetettava asia pieniin kokonaisuuksiin tai tasoihin. Opiskelijan edistyessä opinnoissaan saa hän tunnustukseksi *saavutuksia* (tai kunniamerkkejä), mikä parantaa heidän motivaatiotaan ja auttaa pitämään yllä heidän mielenkiintoaan. *Vahvistamiseen* kuuluvat kaikenlaiset palkinnot ja kehu, kuten pisteet tai virtuaaliset tavarat, ja myös negatiivinen palaute korjaavana voimana. Fui-Hoon Nah ja muut [2013] siteeraavat Skinneriä [1954], jonka käyttäytymisoppimismallin (engl. *behavioral learning model*) mukaan oppiminen tapahtuu vahvistamisen kautta, joten vahvistaminen on tärkeä osa myös pelillistettyä oppimisympäristöä. *Kilpailu* taas on usein luonnollinen osa useimpia pelejä, ja silläkin on tärkeä rooli opiskelijan sitouttamiselle ja oppimistehtävään keskittymiselle tai keskittymisen lisäämiselle. Sääntöjen tulee olla selvät, jotta opiskelija tuntee olevansa kontrollissa, mikä jälleen auttaa pitämään yllä hänen mielenkiintoaan. Joissakin tapauksissa opiskelijoiden voidaan antaa myös luoda omia sääntöjään, mikä voi nopeuttaa oppimista aktiivisella opiskelijoilla.

2.2 Pelillistämisen tekniikoita

Kuten aiemmin tässä luvussa on todettu, pelillistämisen ideana on tuoda pelisuunnittelun elementtejä ei-pelillisiin konteksteihin. Näitä peleihin liittyviä suunnittelun elementtejä voidaan kutsua myös pelimekaniikoiksi [Giannetto ja muut, 2013]. Pelimekaniikkaa (engl. *game mechanic*) terminä ei ole kovin tarkasti määritelty kirjallisuudessa, mutta esimerkiksi Magne Gåslund [2011] on määritellyt sen ”*pelin osaksi, joka muodostuu ryhmästä sääntöjä ja palautesilmukoita, joita käytetään kannustamaan pelaajaa*”. Hän on myös listannut peräti 47 kyseisen määritelmän täyttävää pelimekaniikkaa.

Kaikki pelimekaniikat eivät välttämättä sovellu pelillistettyyn ympäristöön. Onkin tunnistettu seitsemän ensisijaista elementtiä, jotka oikein toteutettuna lupaavat merkittäviä tuloksia missä tahansa pelillistetyssä ympäristössä, mukaan lukien oppimis- ja opetusympäristössä [Zichermann and Cunningham, 2011, 36]. Nuo seitsemän elementtiä ovat *pisteet, kokemustasot, pistetilastot, kunniamerkit, haastetehtävät, perehdyttäminen ja sitouttamissilmukat*. Kaksi vuotta myöhemmin, kirjallisuuden ja tutkimusaineiston määrän lisääntyttyä, Fui-Hoon Nah ja muut [2013] ehdottivat laajennettua pelillistämisen viitekehystä. Heidän ehdottamaansa laajennettuun viitekehukseen kuuluvat edellä mainittujen lisäksi *palaute, joukkueet / sosiaalinen dynamiikka, säännöt (eksplisiittiset ja pelaajien luomat), markkinapaikat / taloudet, visuaalinen 3D/äänet, hahmot, kustomointi, kerrontakonteksti ja roolipelaaminen* [Fui-Hoon Nah et al., 2013]. Laajennettu viitekehys on suunnattu erityisesti opetuksen pelillistämiseen tietokonepelien avulla [Fui-Hoon Nah et al., 2013]. Se on kuitenkin relevantti tässä tutkielmassa käsiteltäviin ja luvussa 3 esiteltäviin pelillistämispauksiin, mistä johtuen on luonnollista tarkastella opetuksen pelillistämistä nimenomaan tämän laajan viitekehysten avulla. Lisäksi, kuten aiemmin on todettu, opetuspelin ja pelillistetyn ympäristön välinen ero on hyvin subjektiivinen [Groh, 2012]. Tässä yhteydessä on tulkittu Fui-Hoon Nahin ja muiden [2013] ”tietokonepeli” pelillistetyksi oppimisympäristöksi ja siten soveltuvaksi tämän tutkielman aihepiiriin. Seuraavaksi esitellään lyhyesti kaikki 16 oleellista [Fui-Hoon Nah et al., 2013] pelillistämisen tekniikkaa.

Pisteet (engl. *points*) ovat palkitsemisjärjestelmän peruskomponentti. Keräämällä pisteitä käyttäjät voivat yleensä edetä pelillistetyssä järjestelmässä, tai vaihtaa keräämiään pisteitä muihin palkintoihin. Pistejärjestelmä on usein sidoksissa kokemustasojärjestelmään ja pistetilastoihin.

Kokemustasoja (engl. *levels*) käyttäjä saa suoritettuaan välitavoitteita pelillistetyssä ympäristössä. Välitavoitteina voi olla esimerkiksi tietyn pistemäärän kerääminen tai tietyn osion suorittaminen. Kokemustasojen kerryttäminen on *saavutus* sinänsä, ja niiden yhteydessä voidaan tarjota kunniamerkkejä tai ne voidaan sitoa pistetilastoihin. Kokemustasot ovat usein suoraan sidoksissa pistejärjestelmään, ja ne kertovat käyttäjille heidän etenemisestään.

Pistetilastojen (engl. *leaderboards*) tarkoituksena on sytyttää kilpailuhenkeä ja olla ylpeyden aiheina niitä johtaville henkilöille. Joissakin ympäristöissä on mahdollista toteuttaa useita erilaisia pistetilastoja, esimerkiksi oppimisen eri osa-alueille. Pistetilastot auttavat käyttäjiä tarkastelemaan etenemistään tavoitteidensa saavut-

tamisessa, mikä voi motivoida parempiin suorituksiin. Myös pistetilastot ovat yleensä suoraan sidoksissa pistejärjestelmään.

Kunniamerkeillä tai *saavutuksilla* (engl. *badges/achievements/accomplishments*) palkitaan käyttäjiä heidän suorittamistaan haastavista tehtävistä tai hyvästä käytöksestä. Käyttäjät voivat esitellä saavutuksiaan muille, ja ne toimivatkin statussymbolina käyttäjien keskuudessa. Tähdet, pokaalit, arvot (engl. *ranks*) toimivat samalla periaatteella kuin kunniamerkit.

Haastetehtävät (engl. *challenges/quests*) auttavat käyttäjää keskittymään ja pysymään kiinnostuneena pelillistetyssä ympäristössä. Haastetehtäviä voi olla monenlaisia, kuten esimerkiksi aikarajoitteisia tehtäviä, ja ne tarjoavat käyttäjälle mahdollisuuden harjoitella oppimaansa saaden samalla palkintoja onnistumisensa mukaisesti.

Perehdyttäminen (engl. *onboarding*) tarkoittaa käyttäjän asteittaista tutustuttamista yhä vaativampiin tehtäviin tai opintosuorituksiin. Käyttäjä voi kokea ahdistusta, jos systeemin tarjoama haastetaso on liian suuri verrattuna käyttäjän kykyihin. Jotta käyttäjän mielenkiinto pysyisi yllä, tulee pelillistetyn ympäristön mukautua käyttäjän taitotason mukaan.

Sitouttamissilmukat ja *palautesilmukat* (engl. *social engagement loops, feedback loops*) voidaan jakaa neljään komponenttiin: 1. *motivaation tunne*, 2. *käyttäjän uudelleensitoutuminen*, missä sosiaalinen tai muu tapahtuma saa käyttäjän palaamaan pelillistettyyn ympäristöön, 3. *sosiaalinen kehoitus toimintaan*, kuten yhteisötapahtumaan ja 4. *näkyvä edistyminen tai palkinto*, joka tuottaa motivaation tunteen ja aloittaa silmukan uudelleen. Sitouttamissilmukoiden tarkoituksena on sitouttaa käyttäjä pelillistettyyn ympäristöön, ja ne on suunniteltu vahvistamaan itseään.

Välitön palaute (engl. *immediate feedback*) on eräs käyttäytymisen vahvistamisen muoto, ja se on oleellinen komponentti pelillistetyssä ympäristössä. Palauteeseen voi kuulua useita pelillistämisen tekniikoita, kuten pisteet, ja se myös viestii käyttäjälle etenemisestä ja tuloksista, mikä auttaa pitämään käyttäjän kiinnostuneena.

Joukkueet ja sosiaalinen dynamiikka (engl. *teams/social dynamics*) ovat tärkeitä, sillä kilpailu kasvattaa ja pitää yllä käyttäjien mielenkiintoa. Käyttäjien oman identiteetin ja sosiaalisen aseman tunne kasvaa, ja joukkueissa he tuntevat vastuuta ja sitoutumista suhteessa toisiin joukkueen jäseniin. Sosiaalinen dynamiikka tuo uuden, rikkaan vuorovaikutustason järjestelmään, minkä johdosta käyttäjät ovat kiinnostuneempia ja sitoutuneempia siihen.

Säännöt (engl. *rules*) antavat käyttäjälle suuremman kontrollin tunteen, kunhan ne ovat selvät ja tasapuoliset. Käyttäjälle on oltava selkeät pelisäännöt, joita noudattamalla hän voi "voittaa" ja edetä pelillistetyssä ympäristössä. Sääntöjen tarkoitus on kontrollin ja tavoitteellisuuden avulla sitouttaa käyttäjiä.

Markkinapaikat ja taloudet (engl. *marketplaces / economies*) auttavat parantamaan pelillistämisen kilpailuaspektia. Käyttäjät voivat ansaita virtuaalista valuuttaa ja käyttää sitä ympäristöstä löytyvässä markkinapaikassa. Markkinapaikka ja valuutta voivat olla joko käyttäjäkohtaisia, tai virtuaalivaluutta voi toimia käyttäjien välisenä vaihdon välineenä. Markkinoiden tuottama kilpailu ja realismi auttavat sitouttamaan käyttäjiä pelillistettyyn ympäristöön.

Visuaalinen 3D ja äänet (engl. *visual 3D / sounds*) ovat yleisiä peleissä, ja niitä voidaan hyödyntää myös pelillistetyssä ympäristössä. 3D-grafiikat ja äänet mahdollistavat esimerkiksi abstraktien asioiden simulaation, mikä on hyödyllistä opetuksen kannalta.

Virtuaaliset hahmot (engl. *avatars*) edustavat käyttäjää virtuaalisessa maailmassa. Käyttäjät voivat hyödyntää hahmoa virtuaalimaailmassa navigoimiseen, ja suorittaa hahmolla tehtäviä siellä. Hahmoa on usein mahdollista kehittää ja kustomoida, ja käyttäjän edistyminen opinnoissaan voi heijastua virtuaalimaailmassa hahmon ulkonäköön tai muuhun seikkaan.

Kustomointi (engl. *customization*) on erityisen tärkeää oppimiskontekstissa. Oppimisympäristö tulee voida räätälöidä käyttäjän tarpeiden mukaan. Kustomointi voi tapahtua joko yleisellä tasolla tai erityistasolla, jossa käyttäjälle esimerkiksi annetaan tehtäviä hänen taitotasonsa mukaan. Kustomointi voidaan myös sitoa muihin pelillistämisen tekniikoihin, kuten hahmoihin. Kustomoinnin tarkoituksena on maksimoida oppimistuloksia ja auttaa sitouttamaan käyttäjiä.

Kerrontakonteksti (engl. *narrative context*), on pelillistettyä ympäristöä ohjaava taustatarina tai juoni. Kerrontakonteksti voi myös viitata vihjeisiin, joita ympäristö voi antaa tavoitteissa etenemiseksi. Käyttäjät suhtautuvat paremmin pelillistettyyn ympäristöön, jos se perustuu tarinaan.

Roolipelaaminen (engl. *roleplay*) edellyttää kerrontakontekstin. Pelaajille voidaan joko antaa tietty rooli, tai he voivat valita erilaisista valmiista rooleista. Roolipeli-hahmoja yhdistää jokin keskeinen teema, ja he toimivat yhdessä tai kilpailevat tavoitteen saavuttamiseksi pelimaailmassa. Opetuksen kontekstissa roolit voivat vas-

tata opiskelijoiden pääaineita tai tulevaa alaa. Roolipelaaminen elävöittää ja luo tarkoitusta peliympäristöön ja auttaa siten sitouttamaan opiskelijoita opiskeluunsa.

3. Oppimisympäristöjen pelillistämistapausten esittely

Tässä luvussa esitellään ne lähdeaineiston artikkelit, joissa on toteutettu opetukseen liittyvä tai oppimisessa avustava pelillistetty ympäristö. Ympäristöjä ja niiden toimintaa kuvaillaan yleisellä tasolla.

3.1 Classroom Live

Classroom Live on Yhdysvaltain Ilmavoimien akatemian toteuttama ohjelmistoavusteinen pelillistämistyökalu. Web-pohjaisen ohjelman tarkoituksena on virtaviivaistaa pelillistämisen prosessi opettajan näkökulmasta ja tarjota opiskelijoille käyttöliittymä, joka palkitsee heidän osallistumisensa ja aktiivisuutensa pelinsisäisillä palkinnoilla [de Freitas and de Freitas, 2013]. Classroom Live on tällä hetkellä käytössä yhdellä tietojenkäsittelyopin kurssilla, mutta kehittäjät ovat pyrkineet suunnittelemaan työkalun niin, että sitä voidaan hyödyntää mahdollisimman monissa oppiaineissa ja eri luokkatasoilla.

Ohjelmasta on kaksi käyttäjäversiota: opettajan ja opiskelijan versiot. Ne ovat yhteydessä toisiinsa palvelinohjelman kautta, mikä taas on yhteydessä ohjelman tietokantaan. Opettajan ja opiskelijan versiot voivat olla yhteydessä toisiinsa verkon välityksellä reaaliajassa tai asynkronisesti.

Opiskelijan versiossa on graafinen näkymä, jonka keskiössä ovat edistymistä kuvastava muokattava pelihahmo, oppilaan kokemustaso sekä painikkeet hahmoon ja opiskeluun liittyviin toimintoihin. Opettajan versiossa taas on mahdollista mm. luoda uusia tehtäviä ja palkintoja, kuten varusteita opiskelijoiden hahmoille tai saavutuksia annettavaksi toivottua käytöstä osoittaneille opiskelijoille.

Ennen tuntia opettaja kirjautuu järjestelmään ja luo eri luento-osuuksille monivalinta- tai vapaakenttätehtäviä sekä liittyy tehtäviin haluamansa palkinnot. Tunnin alussa opiskelijat kirjautuvat järjestelmään. Opettaja aloittaa luennon, ja voi haluamassaan kohdassa antaa opiskelijoille Classroom Liven kautta tehtävän. Tehtävien vastaukset kirjataan tietokantaan ja lähetetään opettajalle, jolla on mahdollisuus muokata luentoaan lennossa sen mukaan, miten tehtävään vastattiin. Opiskelijat saavat vastaustensa mukaan palkinnoksi kokemuspisteitä tai tavaroita hahmoilleen. Opettaja voi myös halutessaan antaa saavutuksia esimerkiksi opiskelijoille, jotka saivat yhteistyöllä ratkaistua jonkin kiperän tehtävän.

	Lyhyt kuvaus	Mittakaava	Viite
Classroom Live	Web-pohjainen sovellus, joka auttaa pelillistämään luokkahuoneen aktiviteetteja	17 yliopisto-opiskelijaa, yksi kurssi	[de Freitas and de Freitas, 2013]
PeerSpace	Selainpohjainen sosiaalinen oppimisympäristö tietojenkäsittely-opin opiskelijoille	Tietojenkäsittelyopin alkeiskurssit Middle Tennessee State Universityssä, määrä ei tiedossa	[Li <i>et al.</i> , 2013]
QuizBox	Selainpohjainen sosiaalinen oppimisympäristö, jota käytetään perinteisen opetuksen tukena	Yli 12 luokkaa, satoja yliopisto-opiskelijoita	[Giannetto <i>et al.</i> , 2013]
Blackboard 9 Gamification plugin	Pelillistetty liitännäinen selainpohjaiselle e-oppimisympäristölle	58 opiskelijaa, yksi monitieteinen kurssi tietotekniikan perusteita	[Domínguez <i>et al.</i> , 2013]
Micropocalypse	Pelillistetty laboratorioskurssi biologianopiskelijoille	Noin 20 toisen asteen opiskelijaa	[Drace, 2013]

Taulukko 1. Lähdeaineistossa toteutetut pelillistetyt ympäristöt.

3.2 PeerSpace

PeerSpace on Middle Tennessee State Universityn kehittämä selainpohjainen sosiaalinen oppimisympäristö tietojenkäsittelyopin opiskelijoille, jossa yhdistyvät sosiaalinen kanssakäyminen, vertaisverkon rakentaminen ja yhteisöllinen oppiminen. Sen tavoitteena on parantaa opiskelijoiden motivaatiota vertaisverkkojen ja kontaktien rakentamisen avulla [Li *et al.*, 2013]. PeerSpacen käytön määrällä on todettu olleen suora positiivinen vaikutus saatuihin hyötyihin [Li *et al.*, 2013], mutta opiskelijat eivät käyttäneet sitä niin vapaaehtoisesti ja aktiivisesti kuin kehittäjät

olisivat toivoneet. Tämän seurauksena kehittäjät pelillistivät oppimisympäristöä tarkoituksenaan saada opiskelijat osallistumaan useammin sosiaalisiin ja oppimisaktiviteetteihin, rakentamaan yhteisöllisyyden tunnetta ja auttamaan toisiaan akateemisissa ja sosiaalisissa asioissa [Li *et al.*, 2013].

PeerSpace on monipuolinen sosiaalinen oppimisympäristö, joka muistuttaa ulkoasultaan ja toiminnoiltaan sosiaalisen median verkkosivustoja, kuten Facebookia. Sen oppimiseen liittyviä ominaisuuksia ovat mm. vertaisarviointi, jossa opiskelijat voivat arvioida toistensa ohjelmia, ryhmäwiki, reaaliaikainen chatti ja monivalintakysymyksistä koostuvat testisarjat.

Pelillistämisen myötä oppimisympäristöön on lisätty osallistumispiste- ja kokemustasojärjestelmät, edistymistä mittaava palkki, pistetaulukko ja yhteisöllinen ohjelmointi. Mielenkiintoisesti oppimisympäristöön on sisällytetty myös neljä vapaa-ajan minipeliä (engl. *casual games*). Minipelejä voi pelata haluamaansa tai koneen arpomaa opiskelijaa vastaan. Esimerkki minipelistä on kasvontunnistus/arvuuttelupeli ”*Who am I?*”, jonka tarkoitus on opettaa opiskelijoille laitoksen henkilökunnan, alan tunnettujen henkilöiden ja toistensa kasvoja ja rakentaa siten yhteisöllisyyden tunnetta.

3.3 QizBox

QizBox on Bowling Green State Universityn verkkopohjainen sosiaalinen oppimisympäristö, jonka kehittäjinä toimivat yliopiston opiskelijat Joseph Chaon johdolla. Oppimisympäristön on suunnitellut Anthony Fontana, ja David Giannetto sai tehtäväkseen tutkia ja toteuttaa oppimisympäristön pelillistäminen [Giannetto *et al.*, 2013].

Järjestelmä on suunniteltu toimimaan normaalien luentojen tukena ja parantamaan niitä tarjoamalla käyttäjille sosiaalinen ja yhteistyöhenkinen kokonaisuus. Kehittäjien toteuttaman pelillistämisen tavoitteena oli luoda oppimisympäristö, jolla olisi todellisia positiivisia vaikutuksia ja joka nostaisi opiskelijoiden opiskelumotivaatiota [Giannetto *et al.*, 2013].

QizBoxin hyödyntäminen luennoilla alkaa siitä, kun luennoitsija valmistelee järjestelmään session syöttämällä siihen läpikäytävät luentokalvot ja luennon aikana esitettävät haastekysymykset.

QizBoxin graafisessa, web-pohjaisessa käyttöliittymässä on kuusi käyttäjille suunnattua ominaisuutta. Ensimmäiseksi mainitaan keskustelu- eli chat-huone, jossa opiskelijat voivat vapaasti keskustella luennon sisällöstä. Toiseksi, QizBoxissa on kysymyspalsta, jossa opiskelijat voivat kysyä kysymyksiä anonyymisti, vastata toisten oppilaiden kysymyksiin ja äänestää kysymyksiä ylemmäs tai alemmas ky-

symyspalstalla. Kolmanneksi, QizBoxissa on muistiinpano-osio, joka on integroitu esitettävien luentokalvojen kanssa. Opiskelija voi avata minkä tahansa luentokalvojen kohdan ja tehdä siihen muistiinpanoja, jotka tallentuvat QizBoxin järjestelmään. Neljäs ominaisuus on kysymykset, joita luennoitsija voi milloin tahansa lähettää opiskelijoiden päätelaitteisiin vastattavaksi. Luennoitsija arvostelee vastaukset ja saa eteensä kuvaajan, josta selviää vastausten oikeellisuuden jakauma. Viidentenä ominaisuutena QizBox tallentaa kaiken tiedon luentokohtaisesti, jotta käyttäjät pääsevät katsomaan luentokalvoja, chattia ja muistiinpanoja milloin tahansa. Kuudentena ominaisuutena luennoitsijoilla oli mahdollisuus antaa virtuaalisia palkintoja opiskelijoille. Tämä ominaisuus koettiin kuitenkin ennen pelillistämistä vähiten hyödylliseksi [Giannetto *et al.*, 2013].

Pelillistetyssä järjestelmässä on kolme osaa, jotka on integroitu varsinaiseen järjestelmään: piste- ja kokemustasojärjestelmät, kunniamerkit / saavutukset ja kannustusjärjestelmä, joiden tarkoituksena on lisätä opiskelijoiden aktiivisuutta ja motivaatiota ja sitouttaa heitä opiskeluun.

3.4 Blackboard 9 Gamification plugin

Verkkopohjaiseen Blackboard 9 -oppimisympäristöön on Alcalán yliopistossa kehitetty pelielementtejä sisältävä liitännäinen (engl. *plugin*). Se suunniteltiin tietokoneajokorttia vastaavan kurssin tarpeisiin [Domínguez *et al.*, 2013]. Samaan aikaan projektin testiryhmän kanssa toteutettiin vastaava kurssi ilman liitännäistä Blackboard 8 -ympäristössä, mikä antoi mielenkiintoisia vertailutuloksia, joita käsitellään kohdassa 4.2.

Pelillistetty ympäristö sisältää haastetehtäviä, kokemustasoja ja kunniamerkkejä. Lisäksi oppimisympäristöön lisättiin kunniamerkkien mukaan järjestetty pistetilasto.

3.5 Micropocalypse

Micropocalypse eroaa edellä kuvatuista lähestymistavoista siinä, että se on täysin analoginen, eikä siis vaadi tietokonetta ja/tai verkkoyhteyttä pelillistetyn oppimiskokemuksen luomiseen. Micropocalypse on Kevin Dracen [2013] Mercer Universityssä kehittämä fiktiivinen peliviitekehys, jonka avulla pelillistettiin toisen asteen koulutuksen mikrobiologian laboratorioskurssi.

Micropocalypse sijoittuu tulevaisuuteen, missä tuntematon taudinaiheuttaja on tuhonnut suuren osan ihmiskunnasta. Yhdysvaltain taudinkontrollointi- ja ehkäisykeskus Centers for Disease Control and Prevention (CDC) tarvitsee opiskelijoiden apua taudinaiheuttajan tunnistamiseen ja yhteiskuntajärjestyksen palauttamiseen.

seen. Pelillistetyssä oppimisympäristössä opiskelijat ottivat CDC:n tutkijoiden roolin edeten opiskelijasta aina vanhempaan tutkijaan. Mysteeriä ja tarinaa avattiin lukukauden aikana pienin askelein opettaen samalla uusia mikrobiologian oppeja. Osaaminen arvioitiin laboratoriovihkon, kahden käytännön kokeen ja kahden raportin avulla.

4. Oppimisympäristöjen pelillistämistapausten analyysi

Tässä luvussa kuvataan, miten edellisessä luvussa esitellyissä pelillistämistapauksissa on toteutettu luvussa 2 linjattuja, opetuksen pelillistämisen kannalta tärkeitä pelillistämisen tekniikoita. Samalla pohditaan, miten ne ovat ottaneet huomioon Kappin [2010] motivaatiotyypit ja Fui-Hoon Nahin ja muiden [2013] pelillistämisen periaatteet, joihin on myös tutustuttu luvussa 2.

4.1 Pelillistämistapauksissa käytetyt pelillistämisen tekniikat

Taulukossa 2 on havainnollistettuna luvussa 3 esiteltyjen tapausten hyödyntämät pelimekaniikat. Taulukon 2 mekaniikat on esitelty luvun 2 kohdassa 2.2, ja ne perustuvat alan kirjallisuudessa esiintyviin määritelmiin [Zichermann and Cunningham, 2011; Gåsland, 2011; Fui-Hoon Nah *et al.*, 2013].

Mikäli pelillistämistapaus sisältää jonkin pelillistämisen mekaniikoista, täyttää se siltä osin Fui-Hoon Nahin ja muiden [2013] pelillistämisen periaatteet ja Kappin [2010] sisäisen ja ulkoisen motivaation tarpeet joko osittain tai kokonaan, sillä kaikki taulukossa 2 kuvatut mekaniikat perustuvat kyseisille periaatteille.

Taulukosta 2 havaitaan, että määrällisesti eniten pelillistämisen tekniikoita hyödyntää Classroom Live. Kuten aiemmin on perusteltu, mitä enemmän listattuja pelillistämisen tekniikoita pelillistetty ympäristö sisältää, sitä täydellisemmin se noudattaa Fui-Hoon Nahin ja muiden [2013] opetuksen pelillistämisen periaatteita ja sitä todennäköisemmin se laukaisee useita Kappin [2010] sisäisen ja ulkoisen motivaation aspekteja. QuizBox [Giannetto *et al.*, 2013] suunniteltiin nimenomaan Kappin motivaation aspekteja silmällä pitäen, joten on mielenkiintoista havainnoida niiden toteutumista.

	Classroom Live	PeerSpace	QizBox	Black-board 9	Micropocalypse
Pisteet	X	X	X		
Kokemustasot	X	X	X	X	X
Pistetilastot	X	X		X	
Kunniamerkit ja saavutukset	X		X	X	
Haastetehtävät	X		X	X	X
Perehdyttäminen				X	X
Sitouttamissilmukat	X	X	X	X	X
Välitön palaute	X	X	X	X	
Joukkueet ja sos. dynamiikka	X	X	X		X
Säännöt	X	X	X	X	
Markkinat ja talous	X				
3D ja äänet	X				
Virtuaaliset hahmot	X				
Kustomointi	X		X		
Kerrontakonteksti	X				X
Roolipelaaminen	X				X

Taulukko 2. Lähdeaineistossa käytetyt pelillistämisen tekniikat.

Classroom Liven käyttöliittymä on ainoana tapauksista rakennettu animoidun hahmon ympärille. Kerrontakontekstin ja roolipelaamisen elementit se jakaa vain Micropocalypsen kanssa, mikä puolestaan rakentuu pitkälti näiden elementtien varaan. Classroom Liveä, QizBoxia ja PeerSpacea yhdistää silmiinpistävästi perehdytyksen elementin poissaolo. Nämä pelillistetyt ympäristöt tai pelillistämisen apuvälineet ovat ohjelmistonkäyttöraakenteeltaan epälineaarisia, mutta niitä pystyy käyttämään myös lineaarisessa ja perehdytyksen huomioon ottavassa kontekstissa. Toisin sanoen apuvälineet eivät määritä oppimisympäristöä perehdytyksen kannalta, vaan sen tekee kurssin vetäjä. Ehkä siksi apuvälineiden käyttöön ei sisällytetty perehdytystä.

Keskimäärin pelillistettyjen oppimisympäristöjen toteutuksessa käytettiin 9 pelillistämisen tekniikkaa Fui-Hoon Nahin ja muiden [2013] laajennetun pelillistetyn viitekehyksen ehdottamasta 16 elementistä. Seuraavissa alakohdissa on kuvailtu tarkemmin niiden toteuttamista oppimisympäristöissä.

4.1.1 Pisteet, kokemustasot ja pistetilastot

Pisteet

Kolmessa pelillistämistapauksessa on päädytty jonkinlaisen kokemuspiste- (engl. *experience point, XP*) tai muuhun pisteyttämisjärjestelmään, jolla havainnollistetaan ja mitataan opiskelijan etenemistä opinnoissaan. Nämä kolme oppimisympäristöä ovat Classroom Live, PeerSpace ja QizBox. Pisteitä saa monenlaisista opiskeluun liittyvistä aktiviteeteista, mutta niiden lähteitä ja määrää ei kerrota tarkalleen, mikä vastaa Kappin [2010] sisäisen motivaation uteliaisuus- ja kontrollinäkökohtiin. Opiskelija tarvitsee yleensä sitä enemmän pisteitä seuraavalle tasolle, mitä korkeammalla tasolla hän on, mikä taas vastaa Kappin [2010] sisäisen motivaation haaste-aspektiin. On pelillistämisen tyydyttävän onnistumisen kannalta elintärkeää, että eri toiminnoista saa oikealta tuntuvan määrän pisteitä [Giannetto *et al.*, 2013]; tavallisista tai helpoista toiminnoista tulee siis saada vähemmän pisteitä kuin harvinaisista tai vaikeista.

Classroom Livessä kokemuspisteitä saa ainakin haastetehtävien tekemisestä [de Freitas and de Freitas, 2013].

PeerSpace:ssa osallistumispisteitä (engl. *participation points*) saa sosiaalisesta aktiivisuudesta, kuten foorumi- ja blogikirjoitusten tekemisestä ja kommentoinnista sekä minipelien pelaamisesta. Opiskelijoita kannustetaan pelaamaan eri pelaajia vastaan pistejärjestelmän avulla: jos opiskelija pelaa samaa vastustajaa vastaan monta kertaa, hänen ansaitsemansa pistemäärä vähenee [Li *et al.*, 2013].

QizBoxissa käyttäjä voi ansaita kokemuspisteitä viidellä eri osa-alueella: *socialite*, *brainiac*, *investigator*, *mentor* ja *executive*. Erottelu auttaa Giannetton ja muiden [2013] mukaan rohkaisemaan vastaavia käyttäytymismalleja ja kustomoimaan käyttökokemuksen opiskelijan luonteelle sopivaksi.

Kokemustasot

Classroom Livessä kokemustasot määräytyvät kertyneiden kokemuspisteiden mukaan. Kun opiskelija PeerSpace:ssa on ansainnut tietyn määrän pisteitä, hänen osallistumistasonsa (engl. *participation level*) kasvaa. Osallistumistaso näkyy käyttäjälle joka sivulla ja on näkyvillä myös muille käyttäjille käyttäjän toimiessa oppimisympäristössä, esimerkiksi hänen kirjoitettuaan viestin keskustelufoorumille

QizBoxissa kokemustasot on eriytetty viidelle eri osa-alueelle edellä mainitulla tavalla. Opiskelija voi edetä haluamassaan tahdissa millä tahansa suuntautumisalalla.

Blackboard 9:ssä ei hyödynnetä varsinaista pistejärjestelmää, vaan käyttäjän kokemustaso kasvaa sitä mukaa, kun hän saa suoritettua annettuja tehtäviä.

Micropocalypsessa on Blackboard 9:n liitännäisen tapaan taitopohjaiset kokemustasot: opiskelijat saivat osoittaa taitojaan toistuvasti niin kauan, kunnes he olivat tarpeeksi taitavia siirtymään seuraavalle tasolle. Kokemustasoja oli yhteensä viisi "opiskelijasta" "vanhempaan tutkijaan".

Pistetilastot

Classroom Livessä pistetilaston toteutus poikkeaa perinteisestä: kun käyttäjä saavuttaa seuraavan kokemustason, hänen hahmonsa tausta vaihtuu [de Freitas and de Freitas, 2013]. Käyttäjät voivat nähdä toisten käyttäjien hahmot virtuaalimaailmassa ja verrata omaa edistymistään muihin hahmojen suhteellisen sijainnin perusteella.

PeerSpacessa on kolme pistetilastoa: yksi mittaa käyttäjien osallistumista, toinen voitettujen minipelien määrää ja kolmas on ryhmien pistetilasto, joka listaa parhaimmat pistekeskiarvot omaavat ryhmät. Pistetilastot näytetään oppimisympäristön kotisivulla kirjautumisen jälkeen, mikä antaa opiskelijoille oivan kannustimen osallistua ympäristön aktiviteetteihin [Li *et al.*, 2013].

Koska Blackboard 9:ssä ei ole pistejärjestelmää, perustuu oppimisympäristön pistetilasto suoritettuihin saavutuksiin ja kunniamerkkeihin. Tämän pistetilaston heikkoutena on saavutusten rajallinen lukumäärä, minkä johdosta ensimmäinen sija ennen pitkää täyttyy saman saavutusmäärän ansainneista opiskelijoista, ellei kurssi ehdi loppua ennen sitä.

4.1.2 Kunniamerkit ja saavutukset

Classroom Livessä saavutukset ovat luennoitsijan suunnittelemia ja jakamia. Saavutuksia voi ansaita esimerkiksi toivotulla käytöksellä. Luennoitsija valitsee järjestelmästä opiskelijan ja haluamansa saavutuksen ja lähettää sen opiskelijalle.

QuizBox antaa automaattisesti kunniamerkkejä, kun opiskelija suorittaa erinäisiä toimintoja oppimisympäristössä. Kunniamerkit antavat samalla myös kokemuspisteitä, joiden tyyppi riippuu kunniamerkistä ja toteutetusta toiminnosta tai toimintojen sarjasta. Myös luennoitsija voi halutessaan antaa pelillistetyssä systeemissä ansioituneille opiskelijoille kunniamerkkejä, joiden tuottamien kokemuspisteiden tyyppin hän voi itse määrittää.

Blackboard 9:ssä kunniamerkkejä / saavutuksia on kahdenlaisia: pokaalit (engl. *trophies*) ja saavutukset. Joistakin erikoisemmista saavutuksista voi käyttäjä saada myös mitalin. Pokaaleja on neljää eri tasoluokkaa: pronssi, hopea, kulta ja platina. Käyttäjä voi saavuttaa pokaaleja haastetehtävien kautta. Saavutukset myönnetään kokonaisuusien suorittamisen kautta ja suorittamattomat saavutukset näytetään tehtävälistanä käyttäjälle. Tämä voi motivoida keräilystä kiinnostunutta käyttäjää suorittamaan loputkin saavutukset [Domínguez *et al.*, 2013]. Osa saavutuksista on tarkoituksella piilotettu käyttäjältä, ja ne kannustavat tutkimaan oppimisympäristöä ja kokeilemaan uutta. Piilotetut ja yllätyssaavutukset täyttävät Kappin [2010] sisäisen motivaation uteliaisuusaspektin tunnusmerkit.

4.1.3 Haastetehtävät

Classroom Livessä haastetehtäviä on kahdenlaisia: monivalintatehtäviä ja avoimen kentän tehtäviä. Monivalintatehtäviä annetaan luennon aikana luennoitsijan päätteestä käsin opiskelijoiden päätteisiin. Avoimen kentän tehtävät on tarkoitettu ratkaistavaksi luennon ryhmätyöosiossa; molemmista tehtävätyypeistä voi saada palkinnoksi minkä tahansa sekoituksen kokemuspisteitä, valuuttaa ja virtuaalitavaroita. Aktiivisia ja jo tehtyjä haastetehtäviä voi tarkastella Classroom Liven käyttöliittymästä.

Quizboxissa luennoitsija valmistelee ennen luentoa monivalintakysymyksiä, jotka hän voi haluamassaan kohdassa lähettää oppimisympäristön kautta opiskelijoille.

Haastetehtävät tulevat Blackboard 9:ssä eteen lineaarisessa järjestyksessä, ja niissä listataan suorittamiseen vaaditut askeleet. Haastetehtävistä voi tienata joko pronssisia, hopeisia, kultaisia tai platinapokaaleja riippuen suorituksen vaikeustasosta.

Micropocalypsen kurssilaiset saivat kurssin edetessä etensä tehtäviä, joiden tarkoituksena oli tunnistaa ja tuhota mysteerinen kuviteltu taudinaiheuttaja. Osoitettuaan taitonsa opiskelijat pääsivät etenemään seuraavalle kokemustasolle.

4.1.4 Perehdyttäminen

Blackboard 9:ssä perehdyttäminen tapahtuu lineaarisen etenemisjärjestyksen avulla, joka alkaa helpommasta ja päättyy vaikeampaan, kun käyttäjä saa tehtäväkokonaisuuksia suoritettua.

Koska Micropocalypse on lineaarisesti etenevä pelillistetty kurssi, jossa edetään helpommasta aiheesta haastavampaan, voidaan sen katsoa perehdyttävän opiskelijoita (vrt. esim. *Classroom Live* [Giannetto *et al.*, 2013], joka on pelillistämisen apuväline, joka ei itsessään tarjoa tai eksplisiittisesti tue perehdytystä). Lisäksi opiskelijat saavat toistuvasti yrittää tehtäviä, kunnes he ovat tarpeeksi ammattitaitoisia noustakseen seuraavalle tasolle. Nämä tekijät täyttävät perehdyttämisen tunnusmerkit.

4.1.5 Sitouttamissilmukat

Classroom Liven käyttäminen on täysin vapaaehtoista [de Freitas and de Freitas, 2013], mutta käyttäjää sitoutetaan palaamaan sen ääreen esimerkiksi äänimerkillä, joka toistuu, kun käyttäjä saa uuden tehtävän. Lisäksi sosiaalisella (ryhmä)paineella voi olla oma osansa, koska sovelluksen käyttäminen on integroitu osaksi kurssin suorittamista. Classroom Liven interaktiivisuutta ja pelimäisiä toimintoja on kuitenkin tarkoituksella rajoitettu, jotta käyttäjä lopulta menettäisi kiinnostuksena itse ohjelmaan, ja keskittyisi opetukseen [de Freitas and de Freitas, 2013]. Tästä voi päätellä, että oppimisympäristö nojaa enemmän sovelluksen ulkopuolelta tulevaan sosiaaliseen sitouttamiseen kuin ohjelmälähtöiseen lähestymistapaan.

PeerSpace sitouttaa käyttäjiä piste- ja tasojärjestelmän sekä minipelien voittamisesta syntyvän positiivisen palautteen kierteen avulla. QizBox puolestaan sitouttaa käyttäjiä kokemustasojärjestelmässä etenemisen lisäksi sosiaalisilla funktioilla, kuten chatilla.

Blackboard 9 sitouttaa käyttäjiä erityisesti keräilytavaroina toimivien saavutustensa avulla, pokaalisysteemillään ja edellä mainittuihin perustuvan pistetilastonsa avulla. Micropocalypsen sitouttaminen taas ilmenee vahvasti sosiaalisen dynamiikan ja kokemustasojen yhdistelmänä: opiskelija voi edistyä kuvitteellisella, mutta käytännössä mahdollisella uralla ja verrata edistymistään muihin.

4.1.6 Välitön palaute

Classroom Livessä käyttäjä saa palautetta haastetehtävistä heti luennoitsijan arvoiteltua ne. Myös Classroom Liven hahmojen taustanvaihto ja pisteiden ja kokemustasojen kerryttäminen toimivat palautekanavina.

PeerSpacen palautekanavina ovat pisteiden ja tasojen kertyminen useista oppimisympäristön aktiviteeteista. Lisäksi oppimisympäristössä tehtävät testit ja pelattavat minipelit antavat välitöntä palautetta. Sosiaalista palautetta on mahdollisuus saada keskustelufoorumien kautta.

QizBoxissa välitöntä palautetta antaa viidelle eri kokemustasojärjestelmälle jaettu pistejärjestelmä sekä opiskelijoiden saamat automaattiset ja luennoitsijan myöntämät kunniamerkit. Samoin esimerkiksi kysymysosion aiheiden äänestämisen ylös- tai alaspäin tuottaa välittömän palautteen.

Blackboard 9:ssä käyttäjä saa välitöntä palautetta suoritettuaan minkä tahansa tehtävän loppuun asti.

4.1.7 Joukkueet ja sosiaalinen dynamiikka

Classroom Livessä ei ole joukkueita, mutta siinä on toteutettu mielenkiintoinen sosiaalinen dynamiikka hahmojen kautta. Hahmojen tausta eli paikka virtuaalimaailmassa vaihtuu käyttäjän kokemustason mukaan, ja käyttäjät voivat verrata etenemistään toisiin pelaajiin hahmojen suhteellisen paikan mukaan, mikä synnyttää kilpailuasetelman.

PeerSpacessa opiskelijat voivat liittoutua ryhmiksi, ja heidän ansaitsemansa pisteet vaikuttavat ryhmän sijoitukseen. PeerSpacessa myös kannustetaan aktiiviseen vuorovaikutukseen keskustelufoorumilla, ja yhteisöllinen ohjelmointi on iso osa oppimisympäristöä. Lisäksi PeerSpacessa on neljä minipeliä, joissa voi pelata toisia käyttäjiä vastaan yksi vastaan yksi -periaatteella.

QizBoxissa opiskelijat voivat vuorovaikuttaa chatin ja kysymyspalstan välityksellä. Pelillistettäessä oppimisympäristöä, lisättiin siihen käyttäjille mahdollisuus antaa vauhtia (engl. *buff*) toisille käyttäjille. Vauhdituksen tyyppi riippuu käyttäjän omasta vahvimasta osa-alueesta, ja se kiihdyttää vastaanottavan osapuolen kokemuspisteiden kerrytystä kyseisellä osa-alueella. Giannetton ja muiden [2013] mukaan tämä vahvistaa opiskelijoiden motivaatiota yhteistyön voimalla.

Micropocalypsen opiskelijat ottavat CDC:n tutkijan roolin ja tekevät yhteistyötä tunnistaakseen ja taltuttaakseen tappavan taudinaiheuttajan. Opiskelijoiden voi siis tulkita kuuluvat CDC:n ”joukkueeseen”, joka yhdessä yrittää voittaa vastustajansa.

4.1.8 Säännöt

Classroom Liven sääntöjärjestelmä on yksinkertainen: käyttäjä tekee tehtäviä, joista saaduilla resursseilla hän voi mitata edistymistään opinnoissaan. Jos käyttäjä on ollut erityisen ahkera tai nokkela, saattaa hän saada kunniamerkin. Tällainen sääntöjärjestelmä tosin sopii pienin poikkeuksin hyvin monille pelillistetyille ympäristöille, joten on kyseenalaista, tarvitseeko niitä toistaa seuraavissa tapauksissa. Classroom Liven käyttö on vapaaehtoista.

PeerSpacessa silmiinpistävimmät säännöt, jotka käyttäjän tulee tiedostaa, on neljällä oppimisympäristöön integroidulla minipelillä. Muutoin PeerSpacessa ei ole erityisiä pelillistämiseen vaikuttavia sääntöjä.

QuizBoxin sääntöjärjestelmä ei juuri poikkea Classroom Liven vastaavasta. Blackboard 9:ssä käyttäjä saa hyväksytyin arvostelun palauttaessaan järjestelmään kuvankaappauksen suorittamastaan tehtävästä. Oppimisympäristön sääntöihin kuuluu, että opiskelija on rehellinen palauttaessaan kuvankaappausta suorituksestaan. Opettaja voi tarkastaa opiskelijoiden suorituksia myöhemmin.

4.1.9 Kerrontakonteksti

Classroom Livessä voidaan tulkita olevan kerrontakonteksti, joka muodostuu luennoitsijan luodessa erilaisia taustoja sovelluksen virtuaalimaailmaan. Hahmot etenevät virtuaalimaailmassa kokemustasojen myötä, ja näin muodostuu tarinankerronnallinen elementti.

Micropocalypsessa on selkeä tarinavetoinen kerrontakonteksti, jossa maailmaa riivaa tunnistamaton taudinaiheuttaja, joka opiskelijoiden tulee tunnistaa ja tuhota. Heitä auttaa viikoittain salaperäinen Dr.X, joka antaa opiskelijoille erinäisiä tehtäviä.

4.1.10 Roolipelaaminen

Classroom Livessä käyttäjät voivat samastua hahmoonsa ja kehittää ja kustomoida sitä, mikä täyttää roolipelaamisen tunnusmerkit.

Micropocalypsessa on selkeitä roolipelielementtejä, sillä siinä opiskelijat asettuvat CDC:n tutkijan asemaan pysäyttääkseen tunnistamattoman taudinaiheuttajan. CDC:n tutkija on yksi potentiaalinen tulevaisuuden ammatti kurssin osanottajille. Micropocalypsessa opiskelijat etenevät tutkijan uralla kokemustasojen muodossa.

4.1.11 Muut pelillistämisen tekniikat

Osa Fui-Hoon Nahin ja muiden [2013] pelillistämisen tekniikoista esiintyi käsitellyistä tapauksista vain Classroom Liven kohdalla.

- **Markkinapaikat ja taloudet** ilmenivät Classroom Livessä virtuaalirahan muodossa. Virtuaalirahaa voi tienata tekemällä tehtäviä. Virtuaalirahalla voi ostaa virtuaaliesineitä hahmolleen sovelluksensisäisestä esinekaupasta.
- **3D ja äännet** -kategoriaan Classroom Live kuuluu siltä osin, että se tuottaa ääniefektin opiskelijan vastaanottaessa uuden haastetehtävän.
- **Virtuaalinen hahmo** on keskeisellä paikalla Classroom Liven käyttöliittymässä. Hahmo seikkailee 2-ulotteisessa maailmassa. Hahmo saa kokemustasoja, virtuaalivaluuttaa ja esineitä käyttäjän opintojen edistytessä.
- **Kustomointi** toteutui siten, että opiskelija voi muokata virtuaalista hahmoaan, mikä auttaa motivoimaan ja sitouttamaan opiskelijaa Kappin [2010] kontrolliaspektin mukaan.

4.2 Pelillistämisen tuloksia

Classroom Liven kehittäjien lokitietojen mukaan yli 85 % opiskelijoista käytti sovellusta joka luennolla, vaikka käyttö on täysin vapaaehtoista [de Freitas and de Freitas, 2013]. Heidän oppimisympäristön kautta suorittamaansa palautekyselyyn vastasi 15 kurssin 17 oppilaasta, ja palautekysely vahvisti, että opiskelijat pitävät oppimisympäristön käytöstä ja uskovat sen auttavan pitämään yllä heidän mielenkiintoaan luennoilla [de Freitas and de Freitas, 2013]. Kehittäjien mukaan heidän löydöksistään ei voi vielä suoraan päätellä opiskelusuoritusten paranemista, mutta alustavat havainnot vihjaavat heidän onnistuneen tavoitteessaan kehittää sekä viihdyttävä että motivoiva pelillistetty oppimisympäristö [de Freitas and de Freitas, 2013].

PeerSpacessa pelillistäminen on saanut hyvin positiivisen vastaanoton, ja oppimisympäristössä on havaittu pelillistämisen seurauksena tavallista suurempi määrä aktiviteetteja [Li *et al.*, 2013]. Tutkijat järjestivät kuusi viikkoa kestäneen seuranta tutkimuksen, jossa kaksi identtistä tietojenkäsittelyopin opiskelijoiden ryhmää käytti PeerSpacea; toinen ryhmä pelillistettyä versiota ja toinen ilman pelielementtejä. Tutkijat huomasivat, että pelillistettyä versiota käyttäneet olivat selvästi aktiivisempia oppimisympäristössä [Li *et al.*, 2013].

QuizBoxin kohdalla minkäänlaisia tuloksia ei ole mainittu, vaan palautteen kerääminen ja kokeelliset tutkimukset kuuluvat tällä hetkellä projektin tulevaisuuteen [Giannetto *et al.*, 2013].

Blackboard 9:n pelillistämisiitännäisen kohdalla toteutettiin tutkimus [Domínguez *et al.*, 2013], jossa saman kurssin opiskelijat jakautuivat kahteen ryhmään, joista koeryhmä sai mahdollisuuden käyttää liitännäisellä varustettua Blackboard 9 -oppimisympäristöä ja kontrolliryhmä ilman liitännäistä toimivaa Blackboard 8 -oppimisympäristöä. Kontrolliryhmän 80 opiskelijasta 73 suoritti kurssin hyväksytysti. Koeryhmän 131 opiskelijasta 123 läpäisi kurssin; näistä 58 valitsi käytettäväkseen pelillistetyn oppimisympäristön ainakin osaksi aikaa. 58:sta liitännäisen käyttäjästä 27 suoritti kahdeksan tai enemmän saavutusta, mitä pidettiin merkinä siitä, että opiskelija seurasi pelillistetyn oppimisympäristön tietä kurssin loppuun asti. Kokeesta saatujen tulosten perusteella koeryhmän pisteet alkuaktiivisuudesta, taulukkolaskennasta, ohjelman esittelystä ja tietokannoista olivat paremmat kuin kontrolliryhmän vastaavat tilastollisesti merkittävällä tavalla. Toisaalta koeryhmä sai tilastollisesti merkittävästi huonommat pisteet loppukokeesta ja osallistumispisteistä. Koeryhmän paremmista pisteistä tekstinkäsittelyssä ja loppuarvosanassa ei ole tilastollisesti merkittävää näyttöä.

Pelillistettyä oppimisympäristöä käyttävien ja käyttämättömien sekä kontrolliryhmän välisiä eroja mitattaessa kävi ilmi, että yli kuusi saavutusta pelillistetyssä ympäristössä saavuttaneet saivat merkittävästi parempia loppuarvosanoja kuin muut. Tavallista oppimisympäristöä käyttävien koeryhmäläisten loppukoearvosana ja osallistumispisteet olivat merkittävästi huonommat kuin muilla, mikä viittaa siihen, ettei pelillistetty ympäristö ainakaan huonontanut näitä pistemääriä. Koeryhmäläiset suoriutuivat paremmin kaikista käytännön soveltamiseen liittyvistä tehtävistä, mutta heidän kirjallisista kokeista ja osallistumisesta saamansa pisteet olivat heikommat. Domínguez ja muut [2013] väittävätkin tulostensa perusteella, että pelillistetyt aktiviteetit auttavat kehittämään käytännön osaamista, mutta jontenkin haittaavat teoreettisten konseptien ymmärtämistä.

Micropocalypsen Kevin Drace [2013] raportoi erittäin positiivisesta vastaanotosta opiskelijoiden keskuudessa. Nimettömät kyselyt paljastivat opiskelijoiden olevan hyvin kiinnostuneita ja sitoutuneita opiskeluun laboratoriossa pelillistämisen ansiosta. Drace [2013] pitää merkittävänä helppoutta, jolla tuloksia on saatu aikaan, sillä tarvittavat taidot ja materiaalit eivät muutu perinteiseen laboratorio-kurssiin verrattuna.

5. Yhteenveto

Tässä tutkielmassa käsiteltiin pelillistämisen metodeja opetuksessa viiden erilaisen oppimisympäristön pelillistämistapauksen kautta. Tapaukset, samoin kuin koko ilmiö, ovat hyvin tuoreita ja ajankohtaisia.

Tutkielmassa käytiin läpi pelillistämisen mahdollisuuksia opetuksessa ja tarkasteltiin pelillistämisen määritelmiä ja periaatteita opetukseen liittyen sekä syntetisoitiin pelimekaniikat pelisuunnittelun elementteinä pelillistämisen tekniikoiden kanssa. Seuraavaksi tutkielmassa määriteltiin opetuksen pelillistämisen laajennetun viitekehysten 16 oleellista pelillistämisen tekniikkaa.

Tutkielman pelillistämistapaukset esiteltiin Classroom Liveksi, PeerSpaceksi, QuizBoxiksi, Blackboard 9:ksi ja Micropocalyukseksi. Seuraavaksi analysoitiin sitä, miten pelillistämistapaukset vastasivat aiemmin esiteltyä pelillistämisen opetuksen teoreettista viitekehystä, sekä esiteltiin tapausten hyödyntämiä pelillistämisen tekniikoiden käytännön toteutuksia. Lopulta raportoitiin esiteltyjen tapausten pelillistämisen tuloksia, jotka osoittautuivat lupaaviksi, mutta eivät sinällään vielä todista opetuksen pelillistämisen toimivuuden puolesta tai sitä vastaan. Lisää tutkimusta ja aikaa seurannalle vaaditaan, jotta voitaisiin varmistua lupausten paikkansapitävyydestä.

Pelillistämisen lupaamien hyötyjen vuoksi se on tärkeä ja ajankohtainen suuntaus sekä opetuslalla että opetuspelien kehittäjien piireissä. Molemmilla olisi tämän tutkielman valossa paljon annettavaa toisilleen, sillä hyvin pelillistettyä oppimisympäristöä ja opetuspelejä on joskus hankalaa erottaa toisistaan. Esimerkiksi käyttäjän, pelaajan ja oppilaan ero onkin usein subjektiivinen ja riippuu käyttäjän näkökulmasta ja ennakoasenteista. Ensimmäisellä, joka kehittää todella hyvän apuvälineen opetuksen pelillistämiseen, onkin nyt mahdollisuus muuttaa maailmaa.

Viiteluettelo

- [Deterding *et al.*, 2011] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. In: *Proc. of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*(2011),9-15.
http://85.214.46.140/niklas/bach/MindTrek_Gamification_PrinterReady_110806_SDE_accepted_LEN_changes_1.pdf , accessed 5.3.2014
- [Domínguez *et al.*, 2013] Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., de-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. Gamifying learning ex-

- periences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, **63**, (2013), 380-392.
- [Drace, 2013] Drace, K. Gamification of the laboratory experience to encourage student engagement. *Journal of Microbiology & Biology Education*, **14**, 2 (2013), 273-274
- [de Freitas and de Freitas, 2013] Adrian A. de Freitas & Michelle M. de Freitas. Classroom live: A software-assisted gamification tool. *Computer Science Education*, **23**, 2 (2013), 186-206.
- [Fui-Hoon Nah *et al.*, 2013] Fui-Hoon Nah, F., Telaprolu, V. R., Rallapalli, S., & Venkata Rallapalli, P. Gamification of education using computer games. *International Journal of Information and Education Technology*, **3**, 1 (2013), 72-77.
- [Giannetto *et al.*, 2013] Giannetto, D., Chao, J., & Fontana, A. Gamification in a social learning environment. *Issues in Informing Science & Information Technology* (2013), 195-207.
- [Groh, 2012] Groh, F. Gamification: State of the art definition and utilization. In: *Proc. of the 4th Seminar on Research Trends in Media Informatics* (2012), 39-47. Institute of Media Informatics Ulm University. http://vts.uni-ulm.de/docs/2012/7866/vts_7866_11380.pdf , accessed 9.3.2014.
- [Gåsland, 2011] Gåsland, M. Game mechanic based e-learning (2011). Master of Science in Computer Science Norwegian University of Science and Technology. <http://ntnu.diva-portal.org/smash/get/diva2:441760/FULLTEXT01>, accessed 5.3.2014.
- [Kapp, 2010] Kapp, K. L. *The Gamification of Learning and Instruction* (2010). San Francisco, CA: Pfeiffer.
- [Kohn, 1999] Kohn, A. *Punished by rewards: the trouble with gold stars, incentive plans, A's, praise, and other bribes* (1999). Houghton Mifflin Co.
- [Li *et al.*, 2013] Li, C., Dong, Z., Untch, R. H., & Chasteen, M. Engaging computer science students through gamification in an online social network based collaborative learning environment. *International Journal of Information and Education Technology*, **3**, 1 (2013) 72-77.
- [Locke, 1991] Locke, E. A. Goal theory vs. control theory: Contrasting approaches to understanding work motivation. *Motivation and Emotion*, **15**, 1 (1991), 9-28.
- [Skinner, 1954] Skinner, B.F.: *The Science of Learning and the Art of Teaching*. *Harvard Educational Review* **24**, 2 (1954), 86-97.
- [Zichermann and Cunningham, 2011] Zichermann, G., Cunningham, C. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps* (2011). Sebastopol: O'Reilly.

Käytettävyys kliinisissä ohjelmistoissa

Juho Pispala

Tiivistelmä.

Kliinisten ohjelmistojen huono käytettävyys on tiedostettu ongelma. Vaikka käytettävyyden merkitys kliinisissä ohjelmistoissa on suuri, tietyt ongelmat vaikeuttavat tilanteen parantamista. Tässä tutkielmassa esitellään tarkempia syitä sille, miksi käytettävyys on tärkeää nimenomaan kliinisissä ohjelmistoissa. Lisäksi tutkielmassa kuvataan syitä, jotka vaikeuttavat kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden kehittämistä. Tutkielmassa on myös kuvattu kliinisten ohjelmistojen tyypillisimpiä käytettävyyso ongelmia sekä suunnitteluperiaatteita, joita hyödyntämällä näiltä käytettävyyso ngelmilta voidaan välttyä.

Avainsanat ja -sanonnat: Käytettävyys, lääketiede, terveydenhuolto, kliininen, ohjelmisto

CR-luokat: D.2.10, H.5.2, J.3

1. Johdanto

Käytettävyys mittaa sitä, kuinka tehokkaasti, kuinka suurella hyötysuhteella ja kuinka tyytyväisesti tietyt käyttäjät voivat käyttää tuotetta tietyssä kontekstissa tiettyjen tavoitteiden saavuttamiseksi [Staggers & Troseth, 2011]. Sen tärkeyttä sovellusten suunnittelussa korostetaan ja käyttäjäkokemukseen panostetaan entistä enemmän. Tämä kehitys johtuu osittain siitä, että IT-järjestelmät kehittyvät jatkuvasti entistä monimutkaisemmiksi.

Tässä tutkielmassa pyritään luomaan yleiskuva kliinisten ohjelmistojen käytettävyydestä sekä kootaan siihen liittyviä yleisimpiä käytettävyyso ngelmia, suunnitteluperiaatteita ja keinoja käytettävyyden kehittämiseksi. Aiheesta löytyy kohtalaisen vähän tutkimustietoa, ja suuri osa näistä tutkimuksista käsittelee vain jotakin yksittäistä ohjelmistoa ja siihen liittyviä ongelmia. Tässä tutkielmassa aihetta käsitellään yleisellä tasolla. Tutkielmassa pyritään siis kokoamaan kliinisten ohjelmistojen käytettävyyteen liittyvää tietoa yhdeksi kokonaisuudeksi, jota voidaan mahdollisesti hyödyntää kliinisten ohjelmistojen suunnittelussa.

Tämän tutkielman lähdeaineisto koottiin etsimällä relevantteja artikkeleja useista verkkotietokannoista. Artikkeleja etsittiin pääasiallisesti seuraavista tietokannoista: ACM Digital Library, IEEE/ET Electronic Library, ScienceDirect ja SpringerLink. Eniten hyödyllisiä artikkeleja löytyi ScienceDirectistä ja SpringerLinkistä. Käytettyjen hakusanojen kirjo oli kohtalaisen laaja, mutta eniten relevantteja artikkeleja löydet-

tiin hakusanoilla usability, clinical, medical ja software. Nämä hakusanat eivät rajaneet liikaa jo valmiiksi niukkaa aineistoa.

Aihepiiriin liittyvistä artikkeleista parhaiten tähän tutkielmaan sopivat valikoitiin silmäilemällä ja lukemalla löydettyjä relevanteilta vaikuttavia artikkeleja. Löydettyistä artikkeleista valittiin sellaiset, joiden tuloksia voitiin hyödyntää yleisellä tasolla. Sellaiset artikkelit rajattiin pois, joiden esittämää informaatiota tai tuloksia ei voitu johtaa yleisempään käytäntöön. Tällaisia olivat esimerkiksi sellaiset artikkelit, joiden tulokset rajoittuivat liian selkeästi vain yhteen ohjelmistoon. Osa tällaisista artikkeleista rajautui pois vasta myöhemmin tutkielman tekoprosessin aikana.

Vaikka käytettävyyden painoarvo sovelluksissa on kasvanut, kliinisissä ohjelmistoissa käytettävyyssperiaatteiden käyttöönotto on ollut hidasta [Staggers and Troseth, 2011; Neri *et al.*, 2012]. Kliinisellä ohjelmistolla tarkoitetaan ohjelmistoa, jota käytetään osana käytännöllistä lääkarintyötä tai potilaanhoitoa. Eri tutkimukset ovat osoittaneet, että huono käytettävyys on yksi suurimpia syitä ongelmiin sairaaloiden IT-järjestelmissä [Bundschuh *et al.*, 2011]. Bundschuh ja muut toteavatkin käyttäjän ja järjestelmän välisen vuorovaikutuksen suunnittelun olevan yksi tärkeimpiä asioita lääketieteellisissä sovelluksissa. Hidas herääminen käytettävyyden huomioimiseen kliinisissä ohjelmistoissa on erikoista siinä mielessä, että juuri niissä käytettävyyssasiat tulisi huomioida erityisen kattavasti. Tätä selittää osittain se, että kliinisten ohjelmistojen kehittämiseen liittyy omat vaikeutensa [Neri *et al.*, 2012]. Kliinisten ohjelmistojen huonosta käytettävyydestä johtuvat hoitohenkilökunnan tekemät virheet voivat johtaa suoriin tai välillisiin potilashaittoihin. Floodin ja kumppanien [2013] mukaan kliinisten ohjelmistojen kehittäjien tulisi varmistaa, että loppukäyttäjä voi käyttää järjestelmää tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti, koska tässä epäonnistuminen voi johtaa käyttäjän virheisiin, joilla voi olla jopa kuolemaan johtavat seuraukset.

Viitasen ja kumppanien [2011] 3929 aktiivisesti potilaiden terveydenhuollon parissa työskentelevälle lääkärille tekemä kyselytutkimus osoittaa, että suomalaiset lääkärit kärsivät työssään tarvitsemiensa ohjelmistojen huonosta käytettävyydestä. Heidän arvionsa näistä ohjelmistoista olivat todella kriittisiä. Lääkäreitä pyydettiin myös antamaan yleisarvosana heidän käytössään olevasta ohjelmistosta asteikolla neljästä kymmeneen. Ohjelmistojen saaman yleisarvosanan keskiarvo vaihteli arvojen 6.1 ja 8.4 välillä sen mukaan, minkälaisessa organisaatiossa arvion antanut lääkäri työskenteli. Tämä viestii mielestäni huutavasta tarpeesta kehittää terveydenhuollollisia ohjelmistoja.

2. Miksi käytettävyys on tärkeää nimenomaan kliinisissä ohjelmistoissa?

Aiemmin todettiin käytettävyyden olevan tärkeää juuri lääketieteellisissä ohjelmistoissa. Tässä luvussa perustellaan tätä väittämää tarkemmin. Ensinnäkin Viitasen ja kumppanien [2011] mukaan lääketieteellisillä ohjelmistoilla pitäisi olla intuitiiviset käyttöliittymät, eli käyttöliittymän kaikkien komponenttien ja niiden kuvaamien toimintojen pitäisi olla suoraan ymmärrettävissä. He perustelevat tätä sillä, että useat tutkimukset osoittavat, että yksi suurimmista esteistä terveydenhuollon IT:n omaksumisessa liittyy siihen, kuinka paljon aikaa kuluu laitteen käyttöönottoon. Viitanen ja kumppanit tukevat tätä väitettä sillä, että terveydenhuollon ammattilaiset ovat tyypillisesti todella kiireisiä. Kliinisillä lääkäreillä ei ole aikaa lukea käyttöop-paita tai muutenkaan totutella järjestelmään. Sen sijaan heidän pitäisi päästä pikaisesti tekemään töitään niin kuin ne kuuluukin tehdä, ilman virheitä.

Käytettävyys esimerkiksi kliinisten laboratorioden ohjelmistoissa on erityisen tärkeää siitä syystä, että hoitajat eivät ole jatkuvasti päätteen äärellä, vaan ohjelmisto on vain yksi osa laboratoriohoitajien työympäristöä ja työvälineistöä. Ohjelmistoja suunniteltaessa pitäisi muistaa, että lääkäreiden ja hoitajien kliiniselle työlle ominaista ovat jatkuvat keskeytykset. Keskeytysten syyt eivät usein ole kliinisiä, vaan inhimillisiä, kuten esimerkiksi lähimuistin rajoittuneisuudesta johtuvat keskeytykset työssä [Walker, 2005]. Kliinisten laboratorioden ohjelmistojen pitäisi siis sulautua mahdollisimman saumattomasti yhteen laboratoriohoitajien luonnollisen työympäristön ja työtilanteen kanssa. Nykytilanne on Staggersin ja Trosethin [2011] mukaan kuitenkin se, että kliinisiä lääketieteellisiä ohjelmistoja ei ole suunniteltu tukemaan heidän työtään tai ajatteluprosessejaan ja ne sopivat huonosti hoitajien työhön. Vaatimukset ja toteutukset eivät siis tällä hetkellä selvästikään kohtaa toisiaan. Lisäksi lääketieteellisten ohjelmistojen suunnittelussa pitää myös muistaa, että kliinisen työn teknologinen ympäristö koostuu kymmenistä ohjelmistoista, joista useita käytetään samanaikaisesti [Viitanen *et al.*, 2011]. Uskoisin tämän lisäävän tarvetta sovellusten saumattomaan yhteistoimintaan.

Yksi merkittävimmistä syistä, miksi käytettävyys on tärkeää etenkin kliinisissä ohjelmistoissa, on tietysti se, että kliinisillä ohjelmistoilla vaikutetaan potilaiden terveyteen. Staggers ja Troseth [2011] kertovat kliinisen ohjelmiston huonon käytettävyyden johtavan pahimmillaan esimerkiksi virheellisiin diagnooseihin, vakaviin virheisiin, potilaskuolleisuuteen sekä käyttäjän äärimmäiseen turhautumiseen. Tätä tukee myös Viitasen ja kumppanien kyselytutkimuksen tulokset: lähes kolmasosa vastanneista lääkäreistä koki, että ohjelmiston virheellinen toiminnallisuus oli aiheuttanut tai lähestulkoon aiheuttanut vakavan loukkaantumisen potilaalle.

Kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden voidaan ajatella vaikuttavan välillisesti potilaiden saaman hoidon laatuun muutenkin kuin suorien potilasvahinkojen muodossa. Viitasen ja kumppanien kyselytutkimuksen tulokset osoittivat, että nykyisellään ohjelmistojen käyttö vie aikaa tai jopa häiritsee suoraa kontaktia potilaiden kanssa. Tämä vaikuttaa hyvin todennäköisesti siihen, kuinka hyvää palvelua potilaat kokevat saavansa ja kuinka helposti lähestyttävänä lääkäri koetaan.

Hyvällä käytettävyydellä saavutetaan myös käyttäjän positiivinen asenne järjestelmää kohtaan, ja tästä voi olla hyödyllisiä vaikutuksia järjestelmän käyttöön-otossa [Bundschuh *et al.*, 2011]. Staggers ja Troseth mainitsevat myös, että mitä tahansa muotoa oleva teknologia voi vaikuttaa haitallisesti hoidon laatuun ja turvallisuuteen, jos se on suunniteltu tai toteutettu huonosti tai tulkitaan väärin. Sen lisäksi, että tuote on suunniteltu turvallisesti, sen täytyy myös toimia turvallisesti työprosessissa, jossa se on mukana.

Näiden tutkimusten valossa on ilmeistä, että kliinisten lääketieteellisten ohjelmistojen käytettävyyden kehittäminen lisääsi potilasturvaa. Asiassa on kuitenkin myös taloudellinen puolensa. Kliinisten ohjelmistojen hyvä käytettävyys lisääisi ohjelmistojen kustannustehokkuutta ja toisi säästöjä sairaaloille. Walker [2005] arvioi, että helppokäyttöinen elektroninen potilastietojärjestelmä (EHR) säästäisi lääkärin aikaa noin 10 minuuttia päivässä. Walkerin laskelmien mukaan 10 minuuttia päivässä kerrottuna 220 työpäivällä vuodessa, kerrottuna sadalla dollarilla tunnissa, tarkoittaisi, että yhden lääkärin vuosikohtaiseksi säästöksi tulisi 3520 dollaria. Eli jos suuressa sairaalaorganisaatiossa olisi esimerkiksi 600 lääkäriä, säästäisi organisaatio vuodessa 2 112 000 dollaria hieman helppokäyttöisemmäksi kehitetyn potilastietojärjestelmän ansiosta. Näitä tuloksia ei tietenkään voida suoraan yleistää Suomeen, ja tätä laskutoimitusta voidaan pitää kohtalaisen optimistisena. Tästä voidaan kuitenkin päätellä, että helppokäyttöinen elektroninen potilastietojärjestelmä säästäisi sairaaloilta suuria summia rahaa vuosittain. Nykyisen taloustilanteen vuoksi kustannustehokkuuden parantaminen käytettävyyden kehittämisen keinoin on entistä tärkeämpää. Lisäksi Walker [2005] toteaa, että parannettu käytettävyys voi johtaa myös kehittäjän taloudelliseen hyötyyn. Tätä tukee myös Staggersin ja Trosethin [2011] esille nostama Information and Management Systems Societyn kohtalaisen uusi raportti, joka tukee väitteitä siitä, että käytettävyydellä on usein suora yhteys tuottavuuteen, virhetilastoihin, käyttäjien uupumukseen sekä käyttäjätyytyväisyyteen. Hyvän käytettävyyden on myös todettu vähentävän ohjelmiston koulutukseen, asiakastukeen ja ylläpitoon liittyviä kustannuksia [Wanderer *et al.*, 2007]. Käytettävyys pitäisi ottaa huomioon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ohjelmistojen kehityssykliä, koska se tulee halvemmaksi kuin käytettävyyden kehittäminen ohjelmiston kehityssyklin loppupuolella [Staggers and Troseth, 2011].

3. Ongelmat kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden kehittämisessä

Kun käytettävyys on tärkeää nimenomaan kliinisissä ohjelmistoissa, miksi se on niin selvästi muita IT-alan sovellusalueita jäljessä? Tässä luvussa kuvataan niitä ongelmia, jotka ovat osaltaan hidastaneet käytettävyyden kehitystä lääketieteellisissä ohjelmistoissa.

Lääketieteen ammattilaisia on koulutettu olettamaan, että kaikki asiat eivät vain toimi ja että heidän tulisi ennemmin oppia kiertämään nämä ongelmat kuin pyytää näiden ominaisuuksien kehittämistä [Staggers and Troseth, 2011]. Tämä selittää mielestäni hyvin kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden nykytilannetta sekä asenteita sen kehittämistä kohtaan. Lisäksi tällainen asennoituminen myös selittää paljon sitä, miksi käytettävyyden asema ja tilanne kliinisissä ohjelmistoissa on niin paljon muuta IT-alaa jäljessä.

Kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden kehittämistä vaikeuttaa myös se, että lääketiede on syvällisen monimutkaista. Näin ollen yleisesti sovellettavissa olevia suunnittelusääntöjä voidaan määrittää vain rajallisesti [Wanderer *et al.*, 2007]. Terveystieteiden informaatioteknologiaan liittyvän käytettävyyden konseptista ei ole myöskään esitetty mitään selkeää määrittelyä [Viitanen *et al.*, 2011]. Tällaiselle selkeälle määrittelylle on kuitenkin ollut tarvetta. Esimerkiksi Nerin ja kumppanit [2012] toteavat, että useissa the Agency of Healthcare Research and Quality ja National Institute of Standards and Technologyn viimeaikoina julkaisemissa raporteissa on toivottu ihmisten tekijöiden (Human Factors) ja käytettävyyden lähtökohdista luotuja ohjenuoria lääketieteellisen informaatioteknologian suunnitteluun. Tätä tukee myös Staggersin ja Trosethin [2011] mainitsema Institute of Medicine julkaisema raportti "Knowing What Works in Healthcare: A Roadmap for the Nation", jossa painotetaan sitä, että olisi tarvetta näyttöön perustuville kliinisten käytäntöjen ohjenuorille, jotka sopisivat jokapäiväisiin käytäntöihin.

Kliinisten ohjelmistojen käytettävyyttä tukevalle suunnittelulle asettaa haasteita myös kysymys siitä, mitä tietoa ohjelman tulisi käyttäjälle esittää. Tuodaanko käyttäjälle kaikki mahdollinen tieto, vai rajataanko tieto vain siihen informaatioon, joka on kliinisesti kaikista relevanteinta? Toimivan tasapainon löytäminen näiden kahden vaihtoehdon väliltä on vaikeaa [Neri *et al.*, 2012].

4. Keinoja kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden kehittämiseksi

Aiemmin tutkielmassa kerrottiin kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden tärkeydestä ja sen kehittämiseen liittyvistä haasteista. Tässä luvussa kuvataan keinoja, joilla kliinisten ohjelmistojen käytettävyyttä voidaan kehittää.

Lähdeaineistossa mainitut keinot kliinisten ohjelmistojen kehittämiseksi ovat hyvin pitkälti samoja kuin mitä muidenkin ohjelmistojen käytettävyyden kehittämiseen tyypillisesti käytetään. Käytettävyyttä kehitettiin suurimmassa osassa lähdeai-

neiston tutkimuksia siten, että ensin ohjelmistojen käytettävyyden nykytila arvioitiin käytettävyyden arvioinnin menetelmillä, ja näistä saatujen tulosten pohjalta soveluksille annettiin kehitys- ja parannusehdotuksia. Tämä onkin hyvin tyypillinen lähestymistapa ohjelmistojen käytettävyyden kehittämiseen. Lähdeaineiston pohjalta on kuitenkin havaittavissa, että kliinisten ohjelmistojen kohdalla joidenkin käytettävyyden arvioimisen menetelmien painotus on suurempi kuin toisten. Tässä tutkielmassa nämä käytettävyyden arvioinnin menetelmät käydään läpi vain hyvin pintapuolisesti tässä luvussa. Lähdeaineiston tutkimuksissa käytettiin muun muassa heuristista arviointia, kognitiivista läpikäyntiä, käytettävyydestestauksia, kontekstuaalisia käyttäjätutkimuksia ja kyselytutkimuksia. Näistä käytettävyyden arvioinnin menetelmistä painopiste oli käyttäjäkyselyssä ja käytettävyydestestauksessa. Täytyy toki muistaa, että vaikka painopiste oli näillä käytettävyyden arvioinnin menetelmillä, ei yksi menetelmä ole koskaan paras kaikissa tilanteissa, ja tyypillisesti kehityksessä käytetäänkin useampia menetelmiä [Hedge 2013]. Perinteisten käytettävyyden arvioinnin menetelmien lisäksi lähdeaineistossa painotettiin erityisesti sitä, kuinka tärkeää on ottaa hoitohenkilökunta mukaan sovellusten suunnitteluun.

Edellä mainitut käytettävyyden arvioinnin menetelmät kuvataan tässä lyhyesti. Heuristinen arviointi on vapaamuotoisin käytettävyyden arvioinnin menetelmistä. Siinä käytettävyydsiantuntijat arvioivat, noudattaako kukin ohjelman osa ja elementti vakiintuneita käytettävyydsperiaatteita eli heuristiikkoja [Nielsen, 1995]. Kognitiivinen läpikäynti on tarkempi ja yksityiskohtaisempi menetelmä käyttäjän ongelmanratkaisuprosessin mallintamiseen. Menetelmässä simuloidaan jokainen askel kunkin toiminnon läpi, samalla tarkistaen, voidaanko olettaa simuloidun käyttäjän tavoitteiden ja muistisisällön johtavan seuraavaan oikeaan toimenpiteeseen [Nielsen, 1995].

Käytettävyydestestaus on yksi yleisimmin käytettyjä käytettävyyden arvioinnin menetelmiä. Vaikka käytettävyydestestauksen järjestyspaikat ja -tavat vaihtelevat suuresti, koostuvat kaikki käytettävyydestestaukset seuraavista tekijöistä: päätavoite on tuotteen käytettävyyden kehittäminen. Jokaiselle testaukselle täytyy olla määritetty tarkat tavoitteet ja huomion kohteet. Testihenkilöt edustavat oikeita käyttäjiä. Testihenkilöt suorittavat todellisia työtehtäviä. Testaaja havainnoi ja tallentaa kaiken, mitä testihenkilöt tekevät ja sanovat. Testaaja analysoi kerätyn datan, diagnosoi aidot ongelmat ja esittää ratkaisuehdotuksensa näihin ongelmiin [Dumas and Redish, 1999].

Kontekstuaalisessa käyttäjätutkimuksessa haastattelija tarkkailee käyttäjiä heidän luonnollisessa työympäristössään suorittamassa heidän normaaleja työtehtäviään. Tyypillisesti kontekstuaalisen käyttäjätutkimuksen suorittaa kahden hengen tiimi, joista toinen toimii tiedustelijana ja toinen tarkkailijana ja muistiinpanojen

tekijänä. Kontekstuaalisessa käyttäjätutkimuksessa tutkija ja osallistuja ovat tasavertaisia; kumpikin on oman alansa asiantuntija [Bate and Robert, 2007].

Kyselytutkimuksia on kahdentyyppisiä, suljettuja ja avoimia. Suljetuissa kyselytutkimuksissa käyttäjälle esitetään kysymyksiä, joihin on annettu valmiit vastausvaihtoehdot. Käyttäjä valitsee vastausvaihtoehdoista sen, joka kuvaa hänen mielipidettään parhaiten. Avoimissa kyselytutkimuksissa taas käyttäjille esitetään kysymyksiä, joihin käyttäjät vastaavat kirjallisesti oman vastauksensa vapaana tekstinä [Jordan, 1998].

Hoitohenkilökunnan ottamista mukaan suunnitteluun esimerkiksi Neri ja muut [2012] perustelevat siten, että hoitavien klinikoiden aikainen osallistuminen suunnitteluprosessiin ja käyttäjätutkimusten perusteella luotujen vaatimusmäärittelyjen tekoon voi vähentää kehitys- ja asiakastukikuluja. Se voi myös lisätä käyttäjien tyytyväisyyttä ja varmistaa käyttäjien pitkäaikaisen sitoutumisen järjestelmän käyttöön. Myöhemmin Neri ja muut [2012] perustelevat tätä lisää sillä, että käyttöliittymien pitäisi tukea käyttäjän luonnollista prosessia päätöksenteossa, ongelmanratkaisussa ja informaation käsittelyssä. Tällä varmistetaan, että käyttäjien tarvitsee tehdä mahdollisimman vähän tarpeetonta ajattelutyötä työtehtäviään suorittaessaan. Tähän liittyen Neri ja muut [2012] jatkavat vielä, että kyseisten sovellusten menestykselle kehittämiselle ja käytölle on äärimmäisen tärkeää ymmärtää, miten klinikot käyttävät työkalujaan. Myös Stagers ja Troseth [2011] painottavat hoitohenkilökunnan osallistumista suunnitteluun. Entistä käytettävämpien ja turvallisempien sovellusten suunnittelu vaatii, että käyttäjät (eli tässä tapauksessa hoitohenkilökunta), ohjelmistokehittäjät ja sovellusalueen ammattilaiset työskentelevät yhdessä koko suunnitteluprosessin ajan. Näin jätetään mahdollisimman vähän tilaa tulkinallisuudelle siitä, kuinka teknologia pitäisi suunnitella, ja kuinka käyttäjien ja teknologian vuorovaikutus toimii työtehtäviä suoritettaessa. Järjestelmien suunnitteluprosessin pitäisi pohjautua käyttäjien erityispiirteisiin, käyttäjien kohtaamien ongelmien ymmärtämiseen ja ihmisen tiedonprosessoinnin kykyihin, kun ihmiset ovat vuorovaikutuksessa tuotteen kanssa jossakin erityisessä ympäristössä suorittaessaan työtehtäviään [Stagers and Troseth, 2011]. Jotta sovellukset tukisivat mielekästä työskentelyä, niiden täytyy sulautua käyttäjien työskentelytapoihin sen sijaan, että ne pakottaisivat käyttäjät sopeutumaan uusiin prosesseihin tai suorittamaan ylimääräisiä tehtäviä [Viitanen *et al.*, 2011]. Kukapa nämä luonnolliset työskentelytavat tietäisivät paremmin kuin sovelluksen käyttäjät, eli klinikoiden henkilökunta itse. Loppujen lopuksi ei ole mikään ihme, että hoitajien ottaminen mukaan ohjelmistojen suunnittelutyöhön on niin tärkeää. Pohjimmiltaanhan käytettävyydessä on kyse siitä, että suunnitellaan tuotteet helppokäyttöisemmiksi siten, että ne tehdään mahdollisim-

man sopiviksi käyttäjien tarpeisiin ja vaatimuksiin heille tyypillisissä työtilanteissa [Staggers and Troseth, 2011].

5. Tutkimuksissa löydettyjä käytettävyyso ongelmia

Tässä luvussa kuvataan lähdeaineistossa mainittuja käytettävyyso ongelmia ja löydöksiä, jotka havaittiin arvioimalla jonkin yksittäisen ohjelmiston käytettävyyttä edellisessä luvussa mainituilla käytettävyyden arvioinnin menetelmillä.

Tutkimuksissa käytettävyyso ongelmia olivat muun muassa ohjelman yhtenäisyyteen liittyvät käytettävyyso ongelmat [Neri *et al.*, 2012; Kushnirik and Patel, 2004]. Yhtenäisyyden puutetta oli erityisesti ikonien käyttäytymisessä ja käyttötavoissa [Neri *et al.*, 2012]. Tämä johti siihen, että käyttäjät ymmärsivät prosessin tai esitetyn datan statuksen väärin. Ongelmat korjattiin kehittämällä ikonien ulkonäköä, sijoittelua ja käyttäytymistä. Lisäksi ikonit muutettiin kuvaamaan tarkemmin ja johdonmukaisemmin kuvastamiaan toimintoja [Neri *et al.*, 2012].

Tutkimuksissa löydettiin myös painikkeisiin ja ikoneihin liittyviä käytettävyyso ongelmia [Neri *et al.*, 2012; Peute and Jaspers, 2007]. Nerin ja kumppanien tapauksessa ikonit ja painikkeiden tekstit eivät olleet tarpeeksi kuvaavia. Tämä johti siihen, että käyttäjille jäi epäselväksi, mitä toimintoa ikonit ja painikkeet kuvasivat. Ongelmat korjattiin muuttamalla ikonien ulkonäköä ja sijoittelua. Lisäksi niiden käyttäytymistä kehitettiin. Myös Peuten ja Jaspersin tapauksessa painikkeiden tekstit ja sijoittelu koettiin epäloogisiksi. Tästä seurasi, että käyttäjältä saattoi jäädä painikkeita huomaamatta, tai he eivät ymmärtäneet, mitä painike tekee.

Lisäksi arvioiduista ohjelmistoista löydettiin ohjelmiston viestien epäselvyyteen liittyviä ongelmia [Kushnirik and Patel 2004; Peute and Jaspers, 2007]. Suurin osa virheviesteistä ei antanut käyttäjälle tietoa virheen syistä ja seurauksista. Epäselvät virheviestit saivat käyttäjät ahdistuneiksi ja hämmentyneiksi [Peute and Jaspers, 2007].

Käytettävyyso tutkimuksissa löydettiin myös tehokkuuteen liittyviä käytettävyyso ongelmia [Kushnirik and Patel, 2004; Peute and Jaspers, 2007; Terazzi *et al.*, 1998]. Käyttäjät kokivat ohjelmiston vastausajan ja/tai ohjelmiston tehottomaksi. Peuten ja Jaspersin arvioiman ohjelmiston käyttäjät toivoivat ohjelmistoon hakutoimintoja tehostamaan käyttöä. Terazzin ja muiden arvioimassa ohjelmistossa tehokkuutta parannettiin päivittämällä laitteistoa ja optimoimalla toiminnallisuutta.

Käytettävyyso tutkimuksissa löydettiin lisäksi palautteen puutteellisuuden liittyviä käytettävyyso ongelmia [Peute and Jaspers, 2007; Wanderer *et al.*, 2007]. Tämä johti muun muassa siihen, että käyttäjät suorittivat toimenpiteitä puutteellisesti, koska eivät tieneet, miten heidän olisi pitänyt edetä kyseisissä toimenpiteissä [Peute and Jaspers 2007]. Ongelmia ratkaistiin esimerkiksi parantamalla ja tarkentamalla ohjelmiston käyttäjälle antamaa palautetta [Wanderer *et al.*, 2007]. Lisäksi käyttäjät

kokivat, että heiltä vaadittiin liikaa interaktiota [Peute and Jaspers, 2007; Wanderer *et al.*, 2007]. Etenkin yksinkertaisten toimintojen koettiin vaativan liikaa toimia käyttäjiltä ja tämä lisäsi virheiden määrää [Peute and Jaspers, 2007].

Lisäksi löydettiin toimintojen loogisuuteen ja käyttäjien luonnollisen työtilanteen ja ohjelmiston välisten ristiriitojen aiheuttamia ongelmia [Peute and Jaspers, 2007; Wanderer *et al.*, 2007; Viitanen *et al.*, 2011]. Yhden ohjelmiston koettiin vastaavan huonosti kliinistä työtilannetta [Wanderer *et al.*, 2007]. Toisessa arvioidussa ohjelmistossa ohjelmiston käyttämät termit olivat ristiriidassa käyttäjien käyttämien termien kanssa. Tämä johti siihen, että jotkin tilattaviksi määrätyt tutkimukset jäivät tilaamatta. Myös toimintojen suoritusjärjestys koettiin epäselväksi ja tehottomaksi. Tämän takia käyttäjät suorittivat toimintoja väärin, mikä johti virheisiin [Peute and Jaspers, 2007]. Eräs ohjelmisto pakotti käyttäjät muuttamaan luonnollisia työskentelytapojaan, koska se ei tukenut niitä [Viitanen *et al.*, 2011].

Tutkimuksissa löydettiin myös yksittäisiä käytettävyyso ongelmia, kuten kielen epäselvyys, joka aiheutti väärinymmärryksiä [Neri *et al.*, 2012]. Hälytyksiä ei oltu luokiteltu tärkeyden perusteella, jolloin kriittisimmät ja välittömimpiä toimenpiteitä vaativat hälytykset eivät erottuneet alhaisemman prioriteetin hälytysten joukosta [Neri *et al.*, 2012]. Käyttäjät kokivat hallinnan ohjelmasta vähäiseksi [Terazzi *et al.*, 1998]. Ohjelmisto ei pitänyt käyttäjien mielenkiintoa yllä [Terazzi *et al.*, 1998]. Potilastietoihin pääsy koettiin hankalaksi ja informaationvälitys organisaatiosta toiseen liian aikaa vieväksi [Viitanen *et al.*, 2011]. Eräässä ohjelmistossa virheistä palautuminen oli hankalaa, eikä väärää valintaa voinut kumota. Tämä vaikutti työskentelyn tehokkuuteen negatiivisesti [Peute and Jaspers, 2007]. Lisäksi myös toimintojen suoritusjärjestys koettiin epäselväksi ja tehottomaksi, mistä johtuen käyttäjät suorittivat joitakin toimintoja väärin [Peute and Jaspers, 2007].

6. Suunnitteluperiaatteita käytettävyyden kehittämiseksi

Tässä luvussa kuvataan lähdeaineistossa esiteltyjä käytettävyyslähtöisiä suunnitteluperiaatteita, joita käyttämällä voidaan välttyä edellisessä luvussa kuvattujen käytettävyyso ongelmien kaltaisilta suunnitteluvirheiltä. Vaikka inhimilliset virheet ovat väistämätön osa ohjelmistojen käyttöä, on ohjelmistojen suunnittelijoilla vastuu minimoida mahdollisuus inhimillisten virheiden tapahtumiseen [Flood *et al.*, 2013]. Kliinisten ohjelmistojen suunnittelussa on syytä huomioida yleisesti hyväksytyt käytettävyyssperiaatteet, kuten Nielsenin kokoamat käytettävyyssheuristiikat. Kliinisten ohjelmistojen suunnittelussa kannattaa hyödyntää erityisesti seuraavia lähdeaineistossa esiteltyjä suunnitteluperiaatteita:

Ensinnäkin ohjelmiston pitää olla mahdollisimman luettava. Luettavuutta voidaan lisätä esimerkiksi pelkistämällä ohjelmistoa [Walker, 2005; Hedge, 2013]. Pelkistäminen on yksi tärkeimpiä suunnitteluperiaatteita. Mitä vähemmän turhaa

informaatiota tai turhia toimintoja käyttäjälle esitetään, sitä helpompi hänen on keskittyä tärkeimpiin asioihin [Walker, 2005; Neri *et al.*, 2012]. Neri ja kumppanit perustelevat tätä sillä, että tunnistamalla ja poistamalla kaikki häiritsevät elementit käyttöliittymästä voidaan helpottaa käyttäjien kriittisten toimenpiteiden suorittamista. Walker taas tukee tätä sillä, että käyttöliittymän pitää auttaa käyttäjiä keskittymään kaikista tärkeimpään informaatioon ilman tietoista ponnistelua. Tähän liittyen esimerkiksi informaatio ja toiminnot joihin käyttäjän pitäisi erityisesti kiinnittää huomiota, tulee tuoda selkeästi esiin. Esimerkiksi normaaleista poikkeavat arvot näyttöiden tuloksissa, tai mahdolliset erilaiset huomiota tai toimenpiteitä vaativat häilytykset tulisi tuoda selkeästi esiin käyttöliittymässä [Walker, 2005]. Eri toimintojen, komponenttien ja informaation erottuvuutta voidaan tukea esimerkiksi hyödyntämällä värikoodauksia, kuten käyttämällä punaista väriä ”vaarallisia” toimintoja, kuten poistamista kuvaavissa painikkeissa [Staggers and Troseth, 2011]. Luettavuutta voidaan lisätä myös asettelemalla näkymät johdonmukaisiksi, tuomalla toisiinsa liittyvät komponentit lähelle toisiaan ja erottelemalla eri kokonaisuuksiin liittyviä komponentteja tyhjällä tilalla. Tällä tavoin voidaan vähentää käyttäjän tarvetta tietoiselle ajattelutyölle ohjelmistossa navigoidessaan [Walker, 2005].

Käyttäjän muistikuorma tulee aina minimoida. Ohjelmiston tulee kertoa käyttäjälle mitä toiminnot tekevät. Esimerkiksi painike ”Tulokset”, kertoo käyttäjälle suoraan, mitä se tekee ilman, että tämän täytyy sitä erikseen muistaa tai päätellä [Walker, 2005]. Viitasen ja kumppanien mukaan ohjelmiston käyttöliittymän ja kaikkien sen komponenttien tulee olla suoraan ymmärrettävissä ilman, että niitä tarvitsee erikseen kouluttaa käyttäjille. Käyttäjän muistikuormaa voidaan vähentää myös erilaisilla ryhmittelyillä [Walker 2005]. Ihmisen työmuistiin mahtuu kerrallaan 5-9 informaation palasta tai ryhmää [Staggers and Troseth, 2011]. Ryhmittelyn avulla voidaan siis muodostaa yksittäisistä informaation palasista ryhmiä, ja vähentää niiden käyttäjän työmuistista viemää tilaa. Käyttäjän muistikuormaa voidaan minimoida myös poistamalla kaikki tulkinnanvaraisuus käyttöliittymästä. Painikkeiden, nimiöiden ja ohjetekstien pitää olla sellaisia, että käyttäjä ymmärtää niistä suoraan, mitä ne tarkoittavat [Walker, 2005]. Painikkeet eivät siis saa olla sellaisia, että ne voidaan tulkita väärin.

Ohjelmistolla työskentelystä tulee tehdä mahdollisimman tehokasta. Tehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi tuomalla käyttäjän todennäköisimmin tarvitsemat valinnat helpoiten saataville, esimerkiksi näyttämällä listauksissa ensimmäisenä 4-8 käyttäjän viimeisintä valintaa. Loput vaihtoehdot tulee listata aakkosjärjestyksessä, jotta listalta etsiminen on mahdollisimman tehokasta [Walker, 2005]. Ohjelmiston tehokkuutta voidaan lisätä myös minimoimalla vaadittujen toimenpiteiden määrä, jotka käyttäjältä vaaditaan jonkin toiminnon suorittamiseen [Peute and Jaspers,

2007] tai tärkeimpiin toimintoihin ja tietoihin navigointiin [Walker, 2005]. Viitanen ja kumppanit mainitsevat lisäksi sen tehokkuuteen liittyvän ohjesäännön, että käyttäjän ei koskaan pidä joutua suorittamaan samaa toimenpidettä tai tiedonsyöttöä useaan kertaan.

Ohjelmistot pitäisi aina suunnitella käyttäjien ominaisuuksien ja kyvykkyyden mukaan. Käyttäjien ei voida olettaa hallitsevan ohjelman käyttöä täydellisesti, vaan ohjelmiston pitää ennakoida mahdolliset virhetilanteet ja varautua niihin. Virheisiin varautumisen lähtökohtana olisi hyvä pitää pahinta mahdollista tilannetta [Hedge, 2013]. Ohjelmistojen suunnittelijoilla pitää olla aina realistiset odotukset käyttäjien taidoista. Hedgen mukaan ohjelmistoja suunniteltaessa ei pidä koskaan luottaa koulutukseen, ohjelmiston varoituksiin tai käyttäjän muistiin, koska kokeneimmatkin käyttäjät tekevät inhimillisiä virheitä. Pitää myös muistaa, että ihmiset ovat erilaisia, ja siksi ohjelmiston pitäisi tukea erilaisia käyttäjiä ja työskentelytapoja [Hedge, 2013]. Ihmiset eroavat toisistaan myös osaamistasonsa ja kokemuksensa puolesta, ohjelmistojen pitää siis tukea aloittelevien käyttäjien ja tehokäyttäjien työskentelytapoja [Staggers and Troseth, 2011]. Lisäksi ohjelmistoissa pitäisi ottaa huomioon mahdolliset käyttäjäkohtaiset ominaisuudet. Esimerkiksi käyttäjien, joiden näkö ja kuulo ovat tavallista huonommat, pitäisi saada selvää ohjelmiston näkymistä ja mahdollisista merkkiäänistä. Staggers ja Troseth [2011] mainitsevat esimerkkinä tästä, että käyttöliittymässä pitäisi aina voida suurentaa tai pienentää tekstin tai näkymän kokoa; myös erilaiset rajoittuneisuudet, kuten esimerkiksi värisokeus, tulee huomioida ohjelmistoa suunniteltaessa.

Ohjelmisto pitää suunnitella siten, että virhetilanteisiin on vaikeaa tai mahdotonta joutua. Oikein toimiminen pitää tehdä mahdollisimman helpoksi ja väärin tekeminen mahdollisimman vaikeaksi [Staggers and Troseth, 2011]. Virhetilanteiden mahdollisuutta voidaan vähentää esimerkiksi siten, että lääkeaineen valinta tehdään aina valintalistalta, josta voidaan valita vain jokin olemassa olevista vaihtoehdoista sen sijaan, että käyttäjä syöttäisi vaihtoehdon nimen vapaana tekstinä [Staggers and Troseth, 2011]. Mikäli virhetilanteita kuitenkin tulee, pitää ohjelmiston olla varautunut virheisiin ja toipua niistä nopeasti [Hedge, 2013]. Virhetilanteista palautumista voidaan helpottaa esimerkiksi mahdollistamalla syötteiden ja toimintojen peruminen, sekä taaksepäin navigointi ja poistuminen ohjelmiston eri toiminnoissa [Kushnirik and Patel, 2004].

Ohjelmisto pitää suunnitella yhtenäiseksi. Ohjelmistoille pitäisi suunnitella tyyliopas, jota noudattaen ohjelmisto toteutetaan. Näin ohjelmisto noudattaa samaa tyyliä yhtenäisesti läpi ohjelmiston. Tyylioppaassa pitäisi noudattaa lääketieteellisten ohjelmistojen standardeja, näin ohjelma antaa helppokäyttöisemmän vaikutelman asiakkaalle [Staggers and Troseth, 2011]. Tämä tarkoittaa siis esimerkiksi sitä, että

samoille toiminnoille käytetään samoja nimiöitä, ja samat toiminnot sijaitsevat aina samassa paikassa ohjelmaa [Walker, 2005]. Yhteneväisyys auttaa käyttäjää käyttöliittymän oppimisessa, sekä ohjelmistoon liittyvien käsitelmien muodostumisessa.

Ohjelmistojen suunniteltaessa tulee ottaa huomioon ympäristö jossa sitä käytetään, sillä se saattaa vaikuttaa siihen, miten ohjelmistoa käytetään [Staggers and Troseth, 2011]. Kuten aikaisemmin (luku 2) mainittiin, ohjelmisto on vain yksi osa hoitohenkilökunnan monimutkaista työympäristöä. Tämän takia ohjelmiston pitäisi noudattaa mahdollisimman tarkasti käyttäjien luonnollista työskentelyprosessia [Walker, 2005] sekä käyttäjän omaa kieltä ja ammattisanastoa [Kushnurik and Patel, 2004]. Tähän liittyen ohjelmistoissa pitäisi lisäksi huomioida käyttäjien työprosessiin liittyvät mentaali- ja käsitelmät sekä alan standardit [Hedge, 2013].

7. Yhteenveto

Kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden on kiistämättä tärkeää, vaikka niiden nykytila antaakin ymmärtää toisin. Kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden voi parantaa potilasturvaa, lisätä ohjelmistojen kustannustehokkuutta ja vaikuttaa positiivisesti myös terveydenhuollon työntekijöiden arkeen ja työviihtyvyyteen, näin välillisesti vaikuttaen varmasti myös potilaiden saaman hoidon laatuun.

Kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden kehittämiseen liittyy omat haasteensa, jotka osaltaan selittävät kliinisten ohjelmistojen käytettävyyden heikkoa nykytilannetta. Ohjelmistojen käytettävyyttä voidaan kuitenkin pyrkiä kehittämään erilaisilla tässä tutkielmassa esitellyillä menetelmillä. Yksi tärkeimpiä näistä menetelmistä on hoitohenkilökunnan mukaan ottaminen ohjelmistojen suunnittelussa, johon tulisi panostaa ohjelmiston kehityksen alusta lähtien.

Tässä tutkielmassa esiteltiin myös eri ohjelmistoista löydettyjä tyypillisimpiä käytettävyysoongelmia, sekä lähdeaineistossa esiteltyjä käytettävyyttä lähtöisiä suunnitteluperiaatteita. Nämä löydökset kuvastivat kohtalaisen hyvin selkeimpiä kehityskohtia, joihin kliinisten ohjelmistojen suunnittelussa tulisi erityisesti kiinnittää huomiota. Nämä löydökset olivat pitkälti yhteneviä omien kokemuksien kanssa. Löydetyt käytettävyysongelmat ja suunnitteluperiaatteet liittyivät pitkälti samoihin asioihin, joihin liittyviä käytettävyysoongelmia olen työpaikkani tuotteesta raportoinut.

Viiteluettelo

[Bate and Robert, 2007] Paul Bate and Glenn Robert, *Bringing User Experience to Healthcare Improvement: The Concepts, Methods and Practices of Experience-based Design*. 2007, pp 84.

[Bundschuh *et al.*, 2011] Bettina B. Bundschuh, Raphael W. Majeed, Thomas Bürkle, Klaus Kuhn, Ulrich Sax, Christof Seggewies, Cornelia Vosseler and Rainer

- Röhrig, Quality of human-computer interaction – results of a national usability survey of hospital-IT in Germany. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, **11**, 1, (2011), 1-4.
- [Dumas and Redish] Joseph S. Dumas and Janice Redish, *Practical Guide to Usability Testing (Human/Computer Interaction)*. Google Books, 1999.
- [Flood *et al.*, 2013] Derek Flood, Fergal Mc Caffery, Valentine Casey, and Gilbert Regan, MeD UD – a process reference model for usability design in medical devices. In: *Human Factors in Computing and Informatics, Lecture Notes in Computer Science* **7946**, 2013, pp. 224-239.
- [Hedge, 2013] V. Hegde, Role of human factors / usability engineering in medical device design. In: *Proc. of the Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*, 2013, pp 1-5.
- [Jordan, 1998] Patrick W. Jordan, *An Introduction to Usability*. Google Books, 1998.
- [Kushnurik and Patel, 2004] Andre W. Kushnurik and Vimla L. Patel, Cognitive and usability engineering methods for the evaluation of clinical information systems. *Journal of Biomedical Informatics* **37**, 1, (2004), 56-76.
- [Neri *et al.*, 2012] Pamela M. Neri, Stephanie E. Pollard, Lynn A. Volk, Lisa P. Newmark, Matthew Varugheese, Samanhta Baxter, Samuel J. Aronson, Heidi L. Rehm and David W. Bates, Usability of a novel clinician interface for genetic results. *Journal of Biomedical Informatics*, **45**, 5, (2012), 950-957.
- [Nielsen, 1995] Jakob Nielsen, Usability inspection methods. In: *Proc. CHI '95 Conference Companion on Human Factors in Computing Systems*, 1995, pp. 377-378.
- [Peute and Jaspers, 2007] Linda W.P. Peute and Monique W.M. Jaspers, The significance of a usability evaluation of an emerging laboratory order entry system. *International Journal of Medical Informatics* **76**, 2-3, (2007), 157-168.
- [Staggers and Troseth, 2011] Nancy Staggers and Michelle R. Troseth, Usability and clinical application design. In: Marion J. Ball, Kathryn J. Hannah, Donna DuLong, Susan K. Newbold, Joyce E. Sensmeier, Diane J. Skiba, Michelle R. Troseth, Brian Gugerty, Patricia Hinton Walker and Judith V. Douglas (eds.), *Nursing informatics*, Springer, 2011, pp 219-241.
- [Terazzi *et al.*, 1998] Adriana Terazzi, Andrea Giordano and Giuseppe Minuco, How can usability measurement affect the re-engineering process of clinical software procedures? *International Journal of Medical Informatics*, **52**, 1-3, (1998) 229-234.
- [Viitanen *et al.*, 2011] Johanna Viitanen, Hannele Hyppönen, Tinja Lääveri, Jukka Vänskä, Jarmo Reponen and Ilkka Winblad, National questionnaire study on clinical ICT systems proofs: Physicians suffer from poor usability. *International Journal of Medical Informatics*, **80**, 10, (2011), 708-725.

[Walker, 2005] James M. Walker, Usability. In: James M. Walker, Eric J. Bieber, and Frank Richards (eds.), *Implementing an Electronic Health Record System*, Springer, 2005, pp. 47-59.

[Wanderer *et al.*, 2007] Jonathan P. Wanderer, Anoop V. Rao, Sarah H. Rothwell and Jesse M. Ehrenfeld, Comparing two anesthesia information management system user interfaces: a usability evaluation. *International Journal of Medical Informatics*, 76, 2-3, (2007), 157-168.

Liite

Taulukko lähdeaineiston käytettävyytutkimuksista löydetystä käytettävyysoongelmista

Lähde	Löydetyt käytettävyysongelmista	Arviointimenetelmä
Kushnurik and Patel, 2004	<ul style="list-style-type: none"> - Yhtenäisyyden puute - Ohjelmiston hidas vastausaika - Järjestelmän viestien epäselvyys 	Käytettävyystestaus
Neri <i>et al.</i> , 2012	<ul style="list-style-type: none"> - Ikonien yhtenäisyyden puute (käyttäytymisessä ja käyttötavoissa) ja epäselvä merkitys johti siihen, että käyttäjät ymmärsivät väärin prosessin, tai esitetyn datan statuksen. - Painikkeilla ei kuvaavia tekstejä. Käyttäjille jäi epäselväksi, että mitä toimintoja kyseiset painikkeet suorittivat. - Ohjelmassa käytetty kieli oli paikoin vaikeaselkoista tai ymmärrettiin väärin. - Hälytyksiä ei oltu luokiteltu tärkeyden mukaan, jolloin kriittisimmät/välittömiä toimenpiteitä vaativat hälytykset eivät erottuneet hälytyksistä. 	Käytettävyysestaus ja kyselytutkimus
Peute and Jaspers, 2007	<ul style="list-style-type: none"> - Painikkeiden tekstit ja sijoittelu koettiin epäloogisiksi, jolloin käyttäjiltä saattoi jäädä koko painike huomaamatta, tai he eivät ymmärtäneet, että mitä painike tekee - Etsityn tiedon löytäminen koettiin paikoin vaikeaksi - Suurin osa virheviesteistä ei antanut käyttäjälle tietoa virheen syistä ja seurauksista - Ohjelmisto koettiin tehottomaksi 	Kognitiivinen läpikäynti

	<ul style="list-style-type: none"> - Palautteen puutteellisuus, joka johti toimenpiteiden puutteelliseen suorittamiseen - Yksinkertaiset toiminnot vaativat turhan paljon toimia käyttäjältä - Ohjelmiston käyttämät termit olivat ristiriidassa käyttäjien käyttämien termien kanssa. - Toimintojen suoritusjärjestys koettiin epäselväksi ja tehottomaksi - Virheistä palautuminen oli hankalaa 	
Terazzi <i>et al.</i> , 1998	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjelmiston hidas vastausaika ja tehottomuus - Käyttäjät kokivat, että heillä oli vähäinen hallinta ohjelmasta - Ohjelmisto ei pitänyt käyttäjien mielenkiintoa yllä 	Kyselytutkimus
Viitanen <i>et al.</i> , 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjelmisto ei tukenut luonnollisia työskentelytapoja - Potilastietoihin pääsy koettiin hankalaksi. - Informaationvälitys organisaatiosta toiseen koettiin liian aikaa vieväksi 	Kyselytutkimus
Wanderer <i>et al.</i> , 2007	<ul style="list-style-type: none"> - Palautteen puutteellisuus - Käyttäjältä vaadittiin tarpeettoman paljon interaktiota - Ohjelmisto vastasi huonosti kliinistä työtilannetta 	Käytettävyytestaus

Pelinkehitys HTML5:llä

Joonas Reinikka

Tiivistelmä.

Tutkielman tarkoituksena on selvittää, millaisia uusia tekniikoita HTML-kielen uusin versio, HTML5, on tuonut tullessaan pelinkehitykselle ja miten sen tekniikat suoriutuvat jo nykyisiä pelinkehitystyökaluja vastaan. Tutkielmassa karotetaan myös, mitä erilaisia kehitystyökaluja HTML5:lle on luotu ja miten hyvin uudet tekniikat on tuettu nykypäivän selaimissa.

Avainsanat ja -sanonnat: HTML5, Javascript, Flash, WebGL

1. Johdanto

HTML, joka on lyhenne sanoista HyperText Markup Language, suomeksi hypertekstin merkintäkieli [Kotimaisten kielten keskus, 2014], sai alkunsa CERN:ssä (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, Euroopan hiukkasfysiikan tutkimuskeskus) vuonna 1990 Tim Berners-Leen toimesta. Berners-Lee oli mukana kehittämässä menetelmää, jolla tutkijat ympäri maailmaa voisivat jakaa tutkimustuloksiaan helposti ja nopeasti keskenään. Koska tieteellisissä tutkimuksissa viitataan paljon muihin tutkimuksiin, on nopea siirtyminen tutkimuksesta toiseen tarpeellista. Näin syntyi ajatus hypertekstistä. Berners-Lee kehitti myöhemmin http (HyperText Transfer Protocol) -tiedonsiirtoprotokollan, jonka avulla voitiin siirtää tekstitiedostoja hypertekstin linkkien avulla tietokoneesta toiseen. Näiden tekstitiedostojen formaatiksi muodostui HTML. [W3, 1998]

WWW (World Wide Web):n ja HTML:n alkuperäinen käyttötarkoitus oli ainoastaan olla alustana näille hypertekstidokumenteille, ei toimia minkäänlaisena ohjelma-alustana. Verkkotekniikan ja tietokoneiden kehittyessä tuli kuitenkin suuri kysyntä internet-pohjaisille sovelluksille, joita HTML:llä ei sen rajoitusten takia voitu toteuttaa. Ohjelmistokehittäjät ottivatkin ratkaisuksi selaimen ladattavat laajennukset. Näitä olivat esimerkiksi Shockwave, RealPlayer ja Java. Laajennusten avulla selaimessa voitiin vihdoin pyörittää videoita ja interaktiivisia animaatioita. Lisäksi laajennuksia voitiin käyttää ajonaikaisena ympäristönä tehokkaammille kielille, jolloin niillä ohjelmoidut ohjelmat toimivat selaimessa. Laajennusten myötä tuli kuitenkin myös ongelmia: jokaisen käyttäjän tuli erikseen ladata laajennus ja huolehtia sen päivityksistä. Tämän lisäksi laajennukset saattoivat aiheuttaa ristiriitoja toistensa kanssa, hidastaa se-

lainta ja latausaikoja tai jopa aiheuttaa vakavia turvallisuusaukkoja. Ongelmaan oli kehitettävä ratkaisu. [Bengston, 2013]

Tim Berners-Leen vuonna 1994 perustama World Wide Web Consortium (W3C) luotiin kehittämään HTML:ää avointen standardien mukaisesti. HTML:stä tulikin useita versioita 1990-luvulla, mutta vasta vuonna 1998 julkaistu neljäs versio julistettiin viralliseksi standardiksi toimialallaan. Tämä versio toi mukanaan muun muassa tyyliohjeet (engl. style sheets) ja ulkoiset kehykset (engl. frames). [Hoy, 2011] Vuonna 2003 Apple, Mozilla Foundation ja Opera Software huolestuivat W3C:n HTML:n kehityssuunnasta ja yleisestä kiinnostuksen puutteesta uudistuksiin ja päättivät perustaa uuden WHATWG (Web Hypertext Application Technology Working Group) järjestön jatkaakseen HTML:n kehitystä siitä mihin W3C jäi [WHATWG, 2014]. Lopulta vuonna 2006 W3C ilmoitti olevansa kiinnostunut olemaan mukana uuden HTML-version kehittämisessä ja liittyi 2007 mukaan HTML5:n kehittämiseen [W3C, 2012]. HTML5:n ensimmäisen vakaan version on W3C:n [2014] mukaan tarkoitus ilmestyä vuoden 2014 lopulla ja HTML 5.1 version suosituksen vuoden 2016 lopulla.

2. HTML5:n uudet ominaisuudet pelinkehityksessä

HTML5-standardia luodessa W3C otti tavoitteekseen korvata selainlaajennukset avoimilla standardeilla ja tehdä verkkosovelluksista enemmän työpöytäsovellusten kaltaisia [Hoy, 2011]. Uusi versio tukee muun muassa videon ja äänen toistoa suoraan selaimesta. Pelinkehittäjiä eniten kiinnostanut uudistus kuitenkin on canvas-elementti, jonka avulla selaimen saa vektorigrafiikkaa tai animaatiota. Muita tärkeitä uusia ominaisuuksia pelinkehittäjille ovat muun muassa audio- ja video-elementit, tuki ”vedä ja pudota” -toiminnoille, paikallisen tiedon tallennusmahdollisuus, tuki tietokannoille, WebSockets ja mahdollisuus 3D-sovellusten kehittämiseksi WebGL:llä. [Bengston, 2013; Seidelin, 2012]

2.1 Canvas-elementti

Canvas-elementillä kehittäjä saa luotua grafiikkaa ja animaatiota selainikkunaan. Canvasin perusohjelmointirajapinta pitää sisällään 2D-sisällön, jonka avulla ohjelmoija voi piirtää kuvioita, luoda tekstiä ja näyttää kuvia määritellylle alueelle selainikkunassa. Se on siis pelkästään näyttö, jonka tehtävänä on renderöidä grafiikkaa bittikartta-alueelle, mutta sisältöä sillä ei itsessään voi paljoa tehdä. Lisäämällä siihen JavaScriptin toiminnallisuuksia näppäinsyötteistä tapahtumiin (engl. events), voi ohjelmoija luoda nopeasti sovelluksia. [Fulton and Fulton, 2012]

2.2 Audio-elementti

Yksi HTML5:n odotetuimmista uudistuksista pelinkehittäjille on ollut sisäänrakennettu äänentoisto [Bengston, 2013]. Audio-elementissä on kuitenkin edelleen muutamia ongelmia, jotka odottavat yhä ratkaisua. Suurimmat selainvalmistajat ovat yksimielisiä elementin tärkeydestä ja he ovat ottaneet sen käyttöönsä. Äänen pakkauksen purkuun tarkoitetun koodekin valinnasta on silti vielä erimielisyyksiä. [Seidelin, 2012] Selaimissa parhaiten tuettuna on mp3-formaatti, mutta Firefox-selaimen kehittäjä Mozilla Foundation on kieltäytynyt tukemasta ei-vapaita formaatteja [Bengston, 2013]. Vaikka audio-elementti siis teoriassa onkin erittäin toimiva ratkaisu, on kehittäjien vielä tarjottava äänitiedostot useammassa eri formaatissa taatakseen yhteensopivuuden kaikissa selaimissa. Rajapinta on kuitenkin vielä kehitteillä, ja tulossa on esimerkiksi dynaamisesti tuotetut äänitehosteet ja äänifilterit. [Seidelin, 2012]

2.3 Web Storage

Kun verkkosovelluksen on pitänyt tallentaa tietoa käyttäjän selaimeen, evästeet (engl. cookies) ovat olleet aikaisemmin ainoa ratkaisu. Vaikka evästeillä onkin huono maine vakoiluvälineinä, ovat ne silti olleet hyvä tapa tallentaa käyttäjäasetuksia pysyvästi ja auttaneet palvelinta tunnistamaan sovellukseen palaavan käyttäjän. Tämä on ollut lähes pakollinen toiminto monessa verkkosovelluksessa http-protokollan tilattoman (engl. stateless) luonteen vuoksi [Seidelin, 2012]. Evästeiden käytössä on kuitenkin monia ongelmia: ne eivät voi olla kooltaan määrättyä kokoa suurempia, ja käyttäjä voi poistaa kaiken tallennetun tiedon ottamalla evästeet pois käytöstä. Pahimmillaan voi syntyä tilanne, jossa sovellus on auki useammassa ikkunassa ja sovellukset kirjoittavat toistensa evästeiden päälle omia tietojaan. [Bengston, 2013]

Web Storage toimii samalla tavalla kuin evästeet, ja sen voidaankin ajatella olevan suora parannus niistä. Myös tässä menetelmässä tiedon tallennus tapahtuu data-avain-tyyppisesti. Toisin kuin evästeet, Web Storagen tietovarasto ei ole sidottu vain yhteen verkkotunnukseen. Kuten evästeilläkin, Web Storagella on paikallinen tietovarasto. Tämän lisäksi Web Storagella on istuntovarasto, joka on sidottu aktiiviseen ikkunaan ja sivuun. Sen tietovarasto elää vain asiakkaan selaimessa, eikä sitä lähetetä jokaisella http-pyyntöllä palvelimelle. Tämän ansiosta sisällön koko voidaan laskea megatavuissa kilotavujen sijaan. [Seidelin, 2012]

2.4 WebSockets

Ajaxia ja XMLHttpRequest-oliota on käytetty 2000-luvun alussa paljon tuomaan interaktiivisuutta verkkosovelluksiin. Nämä tekniikat ovat kuitenkin melko rajallisia, sillä ne ovat sidottuja http-protokollaan ja siksi auttamattomas-

ti yksipuoleisia. Palvelin ei pysty ilmoittamaan asiakkaalle, jos muutoksia on tapahtunut, vaan asiakkaan pitää itse aktiivisesti pyytää palvelimelta uutta tietoa. Tähän ongelmaan on ratkaisuna WebSockets. WebSocketsin avulla voidaan luoda ja ylläpitää kaksisuuntaista yhteyttä asiakkaan ja palvelimen välillä. Tämä on hyödyllinen ominaisuus etenkin tosiaikaista moninpeliä ohjelmoitaessa. [Seidelin, 2012]

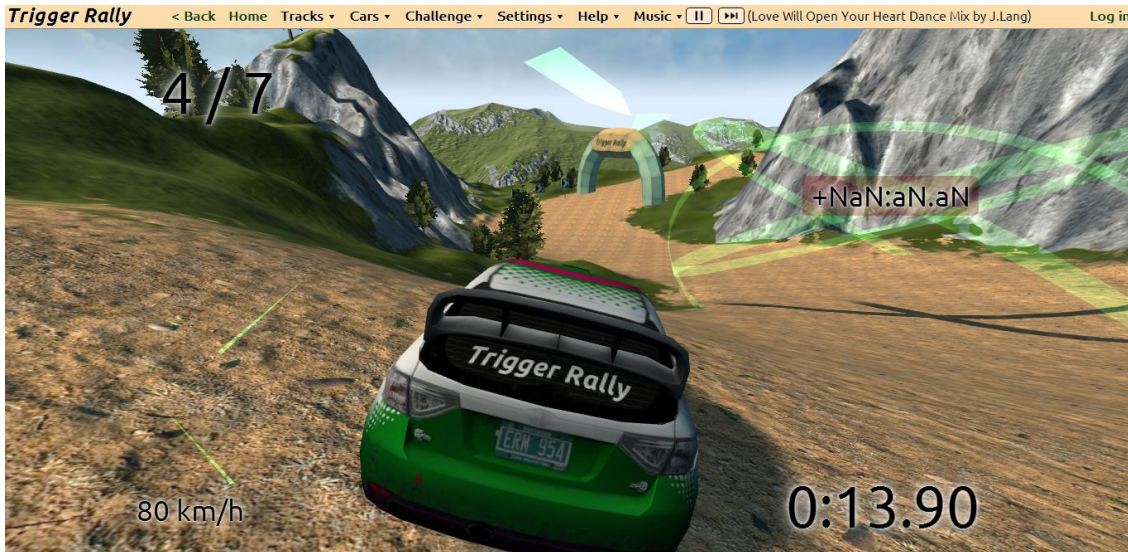
Mozilla on kehittänyt kuvassa 1 havainnoillistetun Browser Quest -pelin esimerkiksi pelinkehittäjille WebSocketsin tuomista mahdollisuuksista.



Kuva 1. WebSocketsia käyttävä Browser Quest -moninpeli [Mozilla, 2014].

2.5 WebGL

WebGL:n avulla selaimen voidaan tuoda GPU:n (Graphics Processing Unit, grafiikkaprosessori) renderöimää 3D-grafikkaa ilman ylimääräisiä selainlaajennuksia [Zhang and Gračanin, 2013]. WebGL on tehokas ohjelmointirajapinta, joka tuo OpenGL-kirjaston tehokkuuden verkkosovelluksiin. WebGL:n tehokas käyttö tarvitsee kuitenkin paljon tietämystä 3D-ohjelmoinnista ja -matematiikasta. [Leung and Salga, 2010] Kuvassa 2 havainnollistettu Trigger Rally -peli on toteutettu WebGL:llä ja sen three.js-kirjastolla. Se on hyvä esimerkki siitä, miten tehokas työkalu WebGL voi olla pelinkehittäjille.



Kuva 2. Esimerkki WebGL-pohjaisesta pelistä [Trigger Rally, 2014].

3. Esimerkkejä HTML5:n kehitystyökaluista

HTML5:lle on julkaistu useita ilmaisia ja maksullisia pelimoottoreita helpottamaan pelikehitystä. Listaan muutaman suosituimmista.

Construct 2

Construct 2 on pelinkehitysympäristö, joka on suunnattu erityisesti henkilöille, jotka eivät ole kovin edistyneitä ohjelmoinnissa. Pelin kehittäminen onkin Constructissa melko pitkälle elementtien raahaamista sekä pienien toimintojen ja tapahtumien ohjelmoimista. Construct 2:lla voi julkaista pelejä monelle eri alustalle työpöydästä mobiiliin. [Scirra, 2014]

ImpactJS

ImpactJS on JavaScript-kirjasto, joka on suunniteltu nopeaksi tavaksi tuottaa pelejä vain perustason JavaScript- ja HTML-osaamisella. Se on suunnattu pääasiassa kaksikulotteisille ja ruudukkopohjaisille peleille. [Cielen and Meysman, 2013]

EaselJS

EaselJS on JavaScript-kirjasto ja osa CreateJS-ohjelmistosarjaa. Se on suunniteltu sekä sovellus- että pelinkehitykseen ja ottaa vahvasti mallia Adobe Flashin ActionScript 3.0 -kielestä. Flash-kehittäjien onkin helppoa ja nopeaa omaksua EaselJS:n syntaksi. [Biondi, 2013].

Three.js

3D-grafiikan tai -animaation ohjelmointi suoraan JavaScriptillä WebGL:ää käyttäen voi olla todella monimutkaista ja virheherkkää. Three.js on kehitetty hel-

pottamaan WebGL:n käyttöä. Se sisältää kaikki tarvittavat 3D-työkalut, joilla voi tehdä vaikkapa yksinkertaisia 3D-malleja tai fotorealistista animaatiota kirjoittamalla vain muutaman rivin JavaScript-koodia. [Dirksen, 2013]

4. Kilpailevat pelinkehitystyökalut

Microsoft Silverlight

Silverlight on Microsoftin vuonna 2006 julkaisema ohjelmointirajapinta. Se on rakennettu kevyen .NET-ohjelmistokomponenttikirjaston päälle. .NET-liitoksen kautta Silverlight pitää sisällään muun muassa automaattisen muistinhallinnan, hallinnoidun virnehallinnan ja turvallisuustoimeenpanot. [Snow, 2009]

Silverlight-ohjelmat rakennetaan XAML-kielillä (Extensible Application Markup Language) ja taustakoodi kirjoitetaan joko C#- tai Visual Basic -kielillä. Silverlight vaatii käyttäjältä ilmaisen selainlaajennuksen toimiakseen verkkosivulla. [Snow, 2009]

Pelinkehittäjille Silverlight on helppo ratkaisu, sillä se toimii monella selaimella ja monella eri käyttöjärjestelmällä. Se myös päivittää itsensä automaattisesti, jolloin pelinkehittäjän ei tarvitse huolehtia laajennuksen yhteensopivuudesta oman pelinsä kanssa. Silverlight kykenee tuottamaan GPU:n suorittamaa 3D-grafiikkaa sulavasti aina 720p-tarkkuuteen asti. Muita Silverlightin pelinkehittäjille hyödyllisiä ominaisuuksia ovat muun muassa valmiit kirjastot, ilmaiset kehitystyökalut, vektorigrafiikka ja animaation luominen säikeissä. [Snow, 2009]

Adobe Flash

Adobe Flash on tehokas ja dynaaminen suunnittelutyökalu, jota suunnittelijat ja kehittäjät ympäri maailmaa käyttävät esityksiin, peleihin ja muuhun sisältöön, joissa halutaan vuorovaikutusta käyttäjän kanssa. Flash-sovelluksia käytetään laajasti verkkosovelluksissa sen pienen tiedostokoon ansiosta. Tiedostojen koot pysyvät pienenä vektorigrafiikan ansiosta, koska grafiikka muodostuu normaalien bittikarttojen sijasta matemaattisista kaavoista. [Prayaga and Suri, 2007]

Adobe Flashin helppokäyttöisyys erottaa sen monista muista pelinkehitystyökaluista. Animaatiot ja grafiikat luodaan Flashin oman kehitysympäristön sisällä, kuten myös esimerkiksi painikkeiden ja hahmojen sijoittelu. Tapahtumat ja toiminnot ohjelmoidaan käyttämällä ActionScript-kieltä. Tämä mahdollistaa interaktiivisuuden käyttäjän ja pelin välillä. Flashissa ActionScript-koodi kirjoitetaan suoraan animaation aikajanan yksittäisiin kehyksiin [Prayaga and Suri, 2007]. Tämä helpottaa pelitapahtumien hahmottamista ja animaation suunnittelua.

Oracle Java

Sun Microsystems julkisti vuonna 1995 ensimmäisen version Javasta, täysin oliokeskeisestä ohjelmointikielestä. Se otti mallia monesta kielestä. Esimerkiksi perussyntaksi oli lainattu C- ja C++-kielistä sekä automaattisen roskienkeräyksen Smalltalk-kielestä. Mullistavin uutuuksia oli sen sijaan idea virtuaalikoneesta. Suurin osa ohjelmointikielistä käänsi ohjelmakoodin suoraan prosessorin ymmärtämäksi konekieleksi. Java tuotti ohjelmakoodista niin sanottua tavukoodia, joka oli eräänlainen ohjelmakoodin ja konekielen välivaihe. Tätä ohjelmakoodia voitiin tavukoodiksi kääntämisen jälkeen ajaa Javan virtuaalikoneessa. Virtuaalikone on jokaiseen käyttöjärjestelmään erikseen ohjelmoitu ohjelma, joka kääntää Javan tuottaman tavukoodin kyseisen käyttöjärjestelmän ymmärtämäksi konekieleksi. Näin samaa ohjelmakoodia voidaan ajaa virtuaalikoneiden avulla useassa eri käyttöjärjestelmässä. Virtuaalikone pitää huolta muistinhallinnasta ja kaikista muista tärkeistä toiminnoista. [McGovern et al., 2011]

Kun Java ilmestyi ensimmäisen kerran, suurta kiinnostusta pelinkehittäjien keskuudessa herättivät appletit, eli ohjelmat, joita pystyttiin internetin välityksellä lataamaan ja ajamaan verkkoselaimessa. Nämä ohjelmat ajettiin selaimessa ns. hiekkalaatikossa, toisin sanoen ympäristössä, jossa niistä ei ollut vaaraa käyttäjän tietokoneen tietoturvalle. Monet näkivät appletit internetin historian seuraavana evoluutiovaiheena, mutta tätä vallankumousta ei koskaan tapahtunut. Syitä tälle olivat esimerkiksi ohjelmien vaatima Java-ympäristö, jonka käyttäjän tuli itse asentaa tietokoneelle ennen ohjelman suorittamista. Tämän on tutkittu olevan ratkaiseva tekijä ohjelman hylkäämiselle, etenkin tiettyjen käyttäjäryhmien kohdalla [Stieger et al., 2011]. Toinen ongelma oli ohjelmien suuri koko, joka etenkin internetin alkuaikoina oli ongelmallinen tekijä [Eckel, 2006].

Javan yksi parhaimmista ominaisuuksista on edellä mainittu virtuaalikone. Tämän ansiosta pelikehittäjä voi siirtää pelinsä monelle eri alustalle, eikä hänen välttämättä tarvitse muuttaa ohjelmakoodia yhtään.

5. Suorituskyky ja selaintuki

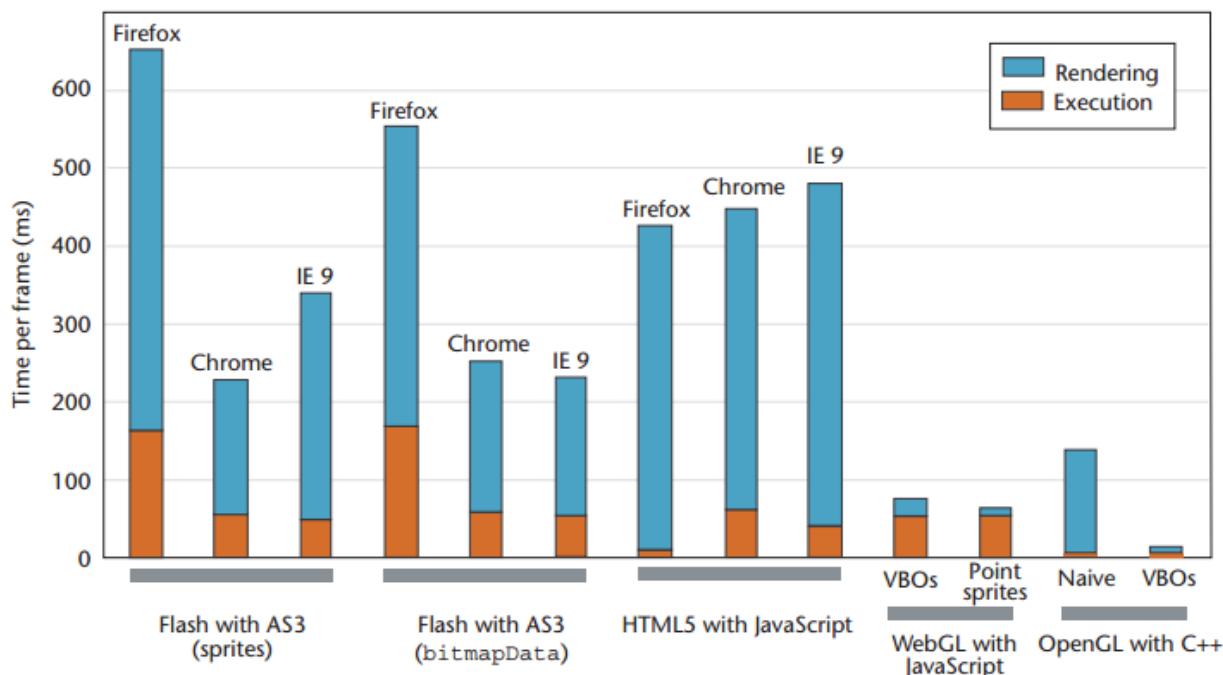
HTML5 on vasta kehitysasteella ja sen tuomien ominaisuuksien tukeminen eri selaimissa on vaihtelevaa. Yleisesti voidaan kuitenkin sanoa, että Google Chrome tukee uusia ominaisuuksia parhaiten, kun taas Internet Explorer jää suurista selainvalmistajista heikoimmaksi.

Suorituskyvyltään JavaScript-pohjainen HTML5 ei vielä yllä muiden suositujen selainlaajennusten tasolle, mutta kehitystä on luvassa.

5.1 Suorituskyky

Hoetzlein [2012] tutki eri RIA (Rich Internet Application) -sovelluskehysiä ja vertasi niiden suorituskykyjä toisiinsa. Rich Internet Applicationilla tarkoitetaan verkkosovelluksia, joilla on samanlaisia ominaisuuksia kuin työpöytäsovelluksilla. Hoetzlein vertasi HTML5:n puolelta canvas- ja WebGL-sovellusta, Adobe Flash -sovellusta spriteillä ja ilman sekä C++-pohjaista natiivisovellusta käyttämällä OpenGL-kirjastoa.

Hoetzlein [2012] loi jokaiselle sovelluskehykselle 1280x960 pikselin kokoinen kankaan, johon hän sijoitti satunnaisiin paikkoihin 32x32 pikselin kokoisia 2D-spritejä. Nämä spritet animoitiin lopuksi yksinkertaisella fysiikkamootorilla. Testi laski simuloinnin ja grafiikan renderöinnin erikseen, joten lopputuloksesta voitiin analysoida koodinsuoritus erikseen graafisesta suorituskyvystä. Testissä ei testattu verkon nopeutta, videontoistoa tai 3D-grafiikkaa.



Kuva 3. Suorituskyky eri sovelluskehyksillä [Hoetzlein, 2012].

Kuvassa 3 on jokaisen selaimen kohdalle merkitty millisekunteina aika, jonka yhden kuvaruudun tulostaminen ruudulle kyseisellä selaimella kesti. Toisin sanoen, mitä matalampi pylväs taulukossa on, sitä tehokkaampi suorituskyvyllään kyseinen selain oli. Pystypalkeissa on erikseen ilmoitettu grafiikan hahmonnukseen käytetty aika (rendering) sinisellä ja itse ohjelmakoodin suoritukseen käytetty aika (execution) oranssilla. Kuvasta 3 huomaa, että OpenGL:n ja WebGL:n käyttämä GPU-kiihdytys on huomattavasti nopeampi ratkaisu muihin tekniikoihin verrattuna. Toinen yllättävä tulos on HTML5:n puolelta: vaikka HTML5:sta on paljon verrattu Flash:iin suorituskyvyssä, tuloksista huomaa, että selainvalinta on suurempi tekijä kuin sovelluskehys. [Hoetzlein, 2012]

HTML5:n osalta voi päätellä, että se on suorituskyvyltään, sekä koodisuorituksen että grafiikan renderöinnin suhteen, hyvin tasainen eri selaimilla. Vaikka HTML5 on edelleen Flashia hitaampi sovellusalusta, ero ei enää ole kovin suuri. WebGL:llä toteutettu sovellus taas on huomattavasti nopeampi kuin Flashilla toteutettu.

Pelinkehittäjille HTML5 on siis erinomainen ratkaisu. Sen suorituskyky ohjelmakoodin kääntämisessä on lähes samalla tasolla kuin muillakin sovelluskehityksillä ja renderöintinopeuskin lähestyy kilpailijoitaan. WebGL on puolestaan jo nyt ylivoimaisesti nopein tapa luoda suorituskyvyltään vaativia pelejä verkkoon.

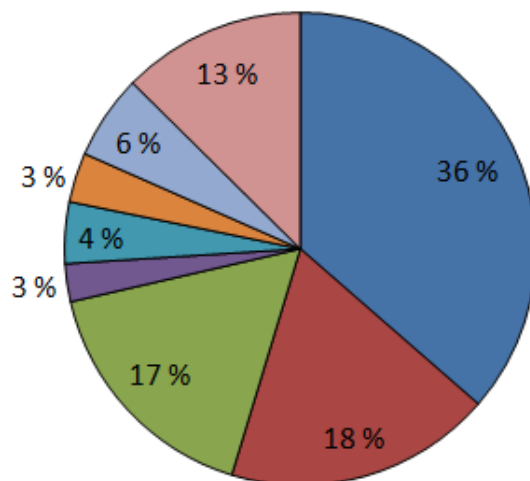
5.2 Selaintuki

Kuvassa 4 on taulukko HTML5:n uusista ominaisuuksista ja siitä, miten suurimmat selainvalmistajan tukevat niitä selaimissaan. Taulukosta nähdään, että Internet Explorerin tapauksessa uudet ominaisuudet on otettu laajasti käyttöön vasta selaimen versioissa 8. Versiossa 10 lähes kaikki ominaisuudet ovat jo tuettuina. Toisaalta Explorerin versio 6 ei tue juuri lainkaan uusia ominaisuuksia, vaikka sen markkinaosuus maailman selaimista on 4,4 % [Microsoft, 2014]. Muut selaimet tukevat ominaisuuksia hyvin lukuun ottamatta satunnaisia eroavaisuuksia.

Ominaisuus	Selain Versio	Chrome	Firefox	Opera	Safari(Mac)	IE	IE	IE	IE	IE
		25	15	12	6	6	7	8	9	10
Canvas		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
Audio		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
Video		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
WebGL		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
WebSockets		✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
WebStorage		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Offline-sovellukset		✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓
WebSQL-tietokannat		✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Vedä- ja pudota-toiminto		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GeoLocation		✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓

Kuva 4. HTML5:n tuki suurimmissa selaimissa. Lyhenne IE tarkoittaa Internet Exploreria. [Findmebyip, 2014]

■ Chrome ■ Firefox ■ Safari ■ Opera ■ IE 8 ■ IE 10 ■ IE 11 ■ Muut



Kuva 5. Verkkoselainten markkinaosuudet [W3Counter, 2014].

Kun verrataan kuvan 4 taulukon tuloksia kuvan 5 selainten markkina-osuuksiin, voidaan laskea, että HTML5:n mukanaan tuomat uudet ominaisuudet ovat suureksi osaksi tuettu ainakin 80 % markkinoilla olevista selaimista.

Koodekki	Selain	Chrome	Firefox	Opera	Safari(Mac)
	Versio	25	15	12	6
<i>Audio: ogg/vorbis</i>		✓	✓	✓	✗
<i>Audio: mp3</i>		✓	✗	✗	✓
<i>Audio: wav</i>		✓	✓	✓	✓
<i>Audio: AAC</i>		✓	✗	✗	✓

Kuva 6. Audio-elementin koodekit eri selaimissa [Findmebyip, 2014].

Pelinkesittäjän on otettava huomioon myös audio-elementin tuomat ongelmat. Kuvassa 6 on listattu eri selainten tukemat koodekit äänenpurkuun. Ongelmalliseksi audio-elementin tekee se, ettei yksikään vaihtoehdoista ole tuettuna kaikissa selaimissa. Sovelluskehittäjän onkin audio-elementtiä käyttäessään tehtävä äänitiedostostaan vähintään kaksi eri versiota, jotta ääni toimisi jokaisella selaimella.

6. Yhteenveto

HTML on kehittynyt paljon vuosien aikana. Alun perin pelkästään tekstitiedostojen linkitykseen tarkoitettu merkintäkielestä on kehittynyt sovelluskehityksen mullistava tekniikka. HTML:n viidennen version myötä raja työpöytäsovel-

lusten ja verkkosovellusten välillä häviää, sillä samoja toimintoja voi vihdoin tehdä molemmissa. Vaikka tuki osalle uusista tekniikoista on vielä heikkoa joissakin selaimissa, on suunta oikea. Standardoinnin yhteydessä kaikki ajan tasalla olevat selaimet pystyvät suorittamaan HTML5:llä tuotettua sisältöä.

Pelinkehityksessä HTML5 on luonut tehokkaan työkalun kehittäjille. Se on luonut alustan, jolla pelinkehittäjät voivat luoda kaksi- tai kolmiulotteisia pelejä ja lisätä niihin esimerkiksi moninpelimahdollisuuden. Koska pelit ajetaan käyttäjän selaimessa, ei käyttäjän tarvitse asentaa mitään ylimääräistä omalle tietokoneelleen. Tämä helpottaa pelikehittäjien ylläpitoa ja parantaa loppukäyttäjän pelikokemusta. Vaikka HTML5 on suorituskyvyltään vielä osaa kilpailijoistaan jäljessä, on ero umpeutumassa lähivuosina selainvalmistajien panostaessa asiaan. Vain tulevaisuus näyttää, mitä kaikkea HTML5:llä voidaan toteuttaa.

Viiteluettelo

- [Bengston, 2013] Jason Bengston, What is HTML5 and what do you need to know about it?, *Journal of Hospital Librarianship* **13**, 4 (2013) 392-398.
- [Biondi, 2013] Fabio Biondi, *Instant EaselJS Starter*, Packt Publishing, 2013.
- [Cielen and Meysman, 2013] Davy Cielen and Arno Meysman, *HTML5 Game Development with ImpactJS*, Packt Publishing, 2013.
- [Dirksen, 2013] Jos Dirksen, *Learning Three.js: The JavaScript 3D Library for WebGL*, Packt Publishing, 2013.
- [Eckel, 2006] Bruce Eckel, *Thinking in Java* (4th edition), Prentice Hall, 2006.
- [Findmebyip, 2014] HTML5 & CSS3 Support, <http://fmbip.com/litmus/>, Checked 3.3.2014.
- [Fulton and Fulton, 2012] Steve Fulton and Jeff Fulton, *HTML5 Canvas Native Interactivity and Animation for the Web*, O'Reilly Media, 2011.
- [Hoetzlein, 2012] Rama C. Hoetzlein, Graphics performance in rich Internet applications, *IEEE Transactions on Computer Graphics and Applications* **32**, 5 (2012) 98-104.
- [Hoy, 2011] Matthew B. Hoy, HTML5: A new standard for the web, *Medical Reference Services Quarterly* **30**, 1 (2011) 50-55.
- [Kotimaisten kielten keskus, 2014] <http://www.kotus.fi/index.phtml?s=2149#H> . Luettu 24.2.2014.
- [Leung and Salga, 2010] Catherine Leung and Andor Salga, Enabling WebGL, In: *Proc. of the 19th International Conference on World Wide Web (WWW '10)*, ACM, 1369-1370.
- [McGovern et al., 2011] James McGovern, Rahim Adatia, Yakov Fain, James Gordon and Ethan Henry, *Java2 Enterprise Edition 1.4 (J2EE 1.4) Bible*, Wiley, 2011.
- [Microsoft, 2014] IE6 Countdown, <http://www.modern.ie/ie6countdown>, Checked 3.3.2014.

- [Mozilla, 2014] Browser Quest, <http://browserquest.mozilla.org/>, Checked 2.3.2014.
- [Prayaga and Suri, 2007] Lakshmi Prayaga and Hamsa Suri, *Beginning Game Programming with Flash*, Course Technology / Cengage Learning, 2007.
- [Scirra, 2014] What is Construct 2?, <https://www.scirra.com/construct2>, Checked 26.2.2014.
- [Seidelin, 2012] Jacob Seidelin, *HTML5 Games Creating Fun with HTML5, CSS3 and WebGL*, John Wiley and Sons, 2012.
- [Snow, 2009] Michael Snow, *Game Programming with Silverlight*, Course Technology / Cengage Learning, 2009.
- [Stieger et al., 2011] Stefan Stieger, Anja S. Göritz and Martin Voracek, Handle with care: the impact of using Java applets in Web-based studies on dropout and sample composition, *CyberPsychology, Behavior & Social Networking* 14, 5 (2011) 327-330.
- [Trigger Rally, 2014] Trigger Rally, <https://triggerrally.com/>, Checked 2.3.2014.
- [W3C, 1998] Introduction to the world wide web, <http://www.w3.org/People/Raggett/book4/ch01.html>, Checked 25.2.2014.
- [W3C, 2012] HTML5 A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML, <http://www.w3.org/TR/2012/CR-html5-20121217/>. Checked 25.2.2014.
- [W3C, 2014] Plan 2014, <http://dev.w3.org/html5/decision-policy/html5-2014-plan.html>, Checked 25.02.2014.
- [W3Counter, 2014] February 2014 Market Share, <http://www.w3counter.com/globalstats.php>, Checked 03.03.2014.
- [WHATWG, 2014] FAQ, <http://wiki.whatwg.org/wiki/FAQ>, Checked 25.02.2014
- [Zhang and Gračanin, 2013] Xiaoyu Zhang and Denis Gračanin, An approach to WebGL based distributed virtual environments, In: *Proc. of the 18th International Conference on 3D Web Technology (Web3D '13)*. ACM, 195-198.

Diginatiivit opettajina – tulevaisuuden toivo vai toivotonta?

Sanna Rätty

Tiivistelmä.

Nykyistä uusien oppijoiden teknologisoitunutta sukupolvea kutsutaan diginatiiveiksi. Tämän tutkielman tarkoituksena on alan kirjallisuuteen perustuen pohtia eri näkökulmista, muuttuuko tietotekniikan opetuskäyttö merkittävästi positiivisempaan suuntaan, kun diginatiivit siirtyvät opiskelijoista opettajiksi. Tutkielmassa esitellään diginatiivin käsitettä ja diginatiivien valmiuksia integroida tietotekniset taitonsa opetustyöhön. Lopussa kartoitetaan, miten opettajankoulutuksen tulisi tukea tulevien opettajien tietoteknisten taitojen kehittymistä parhaalla mahdollisella tavalla.

Avainsanat ja -sanonnat: diginatiivit (digital natives), tulevat opettajat (preservice teachers), tietotekniikka (ICT), teknologis-pedagoginen sisältötieto (TPACK), opettajankoulutus (teacher education)

CR-luokat: K3.1, K3.2

1. Johdanto

Yhteiskuntamme on kokenut valtavia muutoksia viime vuosikymmeninä etenkin tietoteknisen kehityksen osalta. Tekniikka ympäröi meitä jatkuvasti ja on tullut osaksi elämäämme: osaksi työtä, ihmissuhteita ja vapaa-aikaa. Myös koulujärjestelmä on murroksessa ja sen tulisi muuttua vastaamaan teknologioiden tuomia haasteita ja mahdollisuuksia. Koululaitoksen muuttaminen on kuitenkin osoittautunut hankalaksi ja muutokset ovat olleet hitaita. Koulu, sellaisena kuin se on nähty vuosisatojen ajan, on jumittunut paikalleen ja tuntuu vanhanaikaiselta kynineen ja kirjoineen muun maailman yhä teknologiakeskeisessä kehityksessä.

Yhteiskunnan lisäksi myös oppijat ovat muuttuneet kasvaessaan teknologian parissa ja tätä teknologisoitunutta sukupolvea kutsutaan *diginatiiveiksi* (digital natives) [Prensky, 2001a]. Diginatiivit ovat kasvaneet valtavien tietoverkkojen ja digitaalisen, multilineaarisen ja multimediallisen sisällön parissa ja tämä on muuttanut heidän tapaansa ajatella ja käsitellä tietoa ja samalla heidän tapaansa oppia. Muutokset oppimisen tasolla ovat suuria ja tekniikan läsnäolo on voinut vaikuttaa oppijoissa jopa fysiologisella tasolla, aivoissa.

Kaikesta huolimatta diginatiiveja opetetaan metodeilla, jotka tukevat täysin erilaista edellisen sukupolven tapaa oppia ja lineaarista tapaa käsitellä tietoa. Myös sisällöt ovat usein jääneet jälkeen diginatiivien tarvitsemista 2000-luvun taidoista, joihin kuuluvat esimerkiksi kriittinen ajattelu, tiedonhakuun liittyvät

taidot ja kommunikaatiotaidot [Binkley *et al.*, 2012]. Muutosta tulisi tapahtua siis sekä opettamisen sisällöissä että opettamisen tavoissa. On helpompaa opettaa totutuilla vanhoilla tavoilla kuin muuttaa opettamisen tapoja täysin, mutta tämä ei enää riitä vastaamaan nykypäivän oppijoiden tarpeita.

Tulevaisuuden opettajat ovat diginatiiveja ja diginatiivit ovatkin parhaillaan kouluttautumassa opettajiksi ja osa on jo mukana koulumaailmassa opettajan roolissa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella kriittisesti väitettä siitä, että diginatiivien siirryttyä oppilaista opettajiksi koulumaailman tieto- ja viestintätekniikan käyttö muuttuu radikaalisti ja koulumaailma kykenee paremmin tarjoamaan nyky maailman haasteisiin ja 2000-luvun taitoihin vastaavaa opetusta. Tutkimuksessa esille nousevia kysymyksiä ovat: 1) Osaavatko ja haluavatko diginatiivit hyödyntää tietotekniikkaa vapaa-ajan käytön lisäksi opettamisessa ja oppimisessa? 2) Mitkä tekijät lopulta vaikuttavat siihen, tullaanko tietotekniikkaa käyttämään opetuksessa tulevaisuudessa enemmän vai ei? ja 3) Miten opettajankoulutus voisi parhaiten tukea tulevien opettajien tietoteknisten taitojen kehittymistä?

Luvussa 2 määritellään tarkemmin diginatiivi-termi ja käsitellään siihen liittyviä uskomuksia ja kritiikkiä. Luku 3 käsittelee diginatiiveja opettajina ja pohdii, minkälaiset ovat diginatiivien valmiudet hyödyntää tietotekniikkaa tulevassa opetustyössään. Seuraavassa luvussa käsitellään opettajankoulutuksen tapoja tukea tietotekniikan opetuksellista käyttöä. Lopuksi tehdään yhteenveto tutkielman tuloksista ja pohditaan tulevien opettajien lisäksi tulevia oppijoita. Ovatko uudet oppijatkaan enää täysin samanlaisia kuin edeltäjänsä?

2. Diginatiiveista

Nykypäivän opiskelijoita on kutsuttu *diginatiiveiksi* (digital natives), sillä he kuuluvat ensimmäiseen sukupolveen, joka on syntynyt uuden teknologian aikakaudella ja kasvanut näiden uusien teknologioiden parissa [Prensky, 2001a]. Diginatiiveja on kuvattu myös termeillä *nettisukupolvi* (net generation), *Y-sukupolvi* (generation Y) ja *milleniaalit* (millennials) [Tapscott, 2009; Parment, 2012; Strauss and Howe, 1991]. Tässä luvussa tarkastellaan ensin tarkemmin diginatiivi-termin määritelmää eli minkälaisia ominaisuuksia ja taitoja diginatiiveihin on liitetty. Sen jälkeen käsitellään erilaisia käsitteeseen liitettyjä kriittisiä näkökulmia. Lopuksi esitellään lyhyesti uusia, vaihtoehtoisia tapoja tarkastella ihmisten välisiä eroja tietoteknisissä taidoissa.

2.1. Diginatiivin määritelmä

Ominaisuuksiltaan diginatiivien on kuvattu eri lähteissä olevan verkottuneita, nopeita tiedonkäsittelijöitä, jotka pystyvät usean asian yhtäaikaan suoritta-

miseen (multi-tasking). He ovat halukkaita luomaan itse sisältöä ja suosivat kuvia tekstin sijaan ja yhteistyötä yksin tekemisen sijaan. He vaativat jatkuvaa aktiivointia kyetäkseen säilyttämään mielenkiintonsa ja keskittymiskykyä. Uudet teknologiat, sisällönjakaminen ja sosiaalinen media ovat osa heidän päivittäistä elämäänsä siinä määrin, että voi olla vaikeaa tai jopa mahdotonta tehdä eroa työhön ja vapaa-aikaan liittyvässä tekniikan käytössä. [Prensky, 2001a; 2001b; Tapscott, 2009; Palfrey and Gasser, 2008]

Diginatiivien aivot ovat tottuneet käsittelemään multilineaarista, multimediallista sisältöä ja tämän vuoksi esimerkiksi kirjan lukeminen lineaarisesti voi tuntua heistä raskaalta ja paljon keskittymiskykyä vaativalta toiminnalta [Carr, 2008]. Voidaan siis nähdä, että diginatiivien tapa ajatella ja prosessoida informaatiota on digitaalisen sisällön myötä toisenlainen. Tämä on vaikuttanut myös heidän tapaansa oppia ja tekniikan läsnäolo on voinut muuttaa jopa diginatiivien aivoja fysiologisella tasolla. [Prensky, 2001a; 2001b]

Diginatiiveiksi ei mielletä heitä, jotka ovat syntyneet ennen digitalisoitunutta maailmaa ja jotka ovat tutustuneet uuteen tekniikkaan vasta aikuisiällä ja sopeutuneet käyttämään sitä parhaansa mukaan. Heidät Prensky [2001a] on nimenyt *digi-immigranteiksi* (digital immigrants) ja vaikka digi-immigrantti olisi tietoteknisesti taitava, säilyttää hän aina osittain myös vanhat käsityksensä ja toimintatapansa eli eräänlaisen "aksentin" diginatiivien puhumaan "digitaaliseen kieleen". Digi-immigrantit saattavat esimerkiksi tulostaa saamansa sähköpostit paperille tai soittaa mieluummin kuin kirjoittaa viestejä kännykällä.

Neutraalimman sukupolviajattelun mukaan Y-sukupolvi on ikään kuin itsensä selvä jatkumo vuosien 1965-1977 välillä syntyneelle X-sukupolvelle, joka taas on seurannut niin sanottuja "suuria ikäluokkia". Tiettyyn sukupolveen liitetään sille ominaisia arvoja ja piirteitä, jotka ovat syntyneet historiallisten tapahtumien myötä yhteisten kokemusten vaikutuksesta. Y-sukupolven vaikuttaneita yhteisiä kokemuksia ovat muun muassa aikakauden poliittinen ilmapiiri (kylmän sodan päättyminen, 9/11 terroristi-iskut), taloudellinen tilanne (lama, voimakas kulutuskulttuuri) sekä Internetin nousu. Teknologinen kehitys ja digitalisoitunut ympäristö nähdään siis vain yhtenä diginatiiveja yhdistävänä piirteenä, mutta teknologian vaikutusta nuoriin ei kiisteta. [Parment, 2012]

2.2. Kritiikki – "Clicking replaces thinking"

Diginatiivin käsite, sen yleispätevyys ja siihen liitetyt ominaisuudet ovat herättäneet keskustelua ja saaneet osakseen myös kritiikkiä alan tieteellisissä julkaisuissa. Kuten lähes kaikki kuvaukset koskien ryhmiä, myös diginatiivien määrittely johtaa usein liioitteluun ja stereotyyppisiin oletuksiin. Diginatiivin käsitettä onkin pidetty yleistyksenä ja sen on sanottu perustuvan enemmän uskomuksiin kuin tieteellisiin faktoihin [Selwyn, 2009].

Positiivisten piirteiden ja taitojen lisäksi uuden sukupolven diginatiiveihin on liitetty myös negatiivisia piirteitä ja heidän on kuvattu olevan esimerkiksi laiskoja, nettiriippuvaisia, vihaisia, taipuvaisia varastamiseen, itsekkäitä ja jopa narsistisia [Tapscott, 2009]. Usein etenkin vanhempien sukupolvien on nähty suhtautuvan uuteen sukupolveen negatiivisessa sävyssä ikään kuin omaa asemaansa puolustaen [Parment, 2012]. Vanhemmat saattavat kuitenkin olla myös huolissaan uudesta sukupolvesta korostaen teknologioiden riskejä ja vaaroja epäsovivan sisällön ja eettisten ongelmien osalta. Teknologialla on pelätty olevan myös ”tyhmistävä” vaikutus nuoriin, joille Internetin hakukoneet ovat itsestäänselvyys [Carr, 2008]. Laitteista on tullut muistin apuväline, eivätkä nuoret enää välttämättä näe tarpeelliseksi tietää, milloin Suomi itsenäistyi tai mitkä valtiot kuuluvat Euroopan unioniin.

Useiden tutkijoiden mukaan diginatiivin käsitteessä on jätetty huomioimatta sosio-kulttuuriset tekijät, sillä erot eri maiden ja eri sosiaalisten ryhmien välisessä tietotekniikan saavutettavuudessa ovat suuria. Myös saman koululuokan sisällä yksilölliset erot digitaalisen teknologian käytössä ovat suuria ja ryhmän sisällä voidaan tunnistaa erilaisia käyttäjäryhmiä, joiden tekniikan käyttö eroaa suuresti toisistaan [Valtonen *et al.*, 2010]. Saavutettavuuteen ja käyttöön liittyvien erojen on nähty olevan niin suuret, ettei diginatiiviutta voida pitää tiettyyn ikäluokkaan soveltuvana globaalina ilmiönä. Diginatiiviin liitetyt ominaisuudet onkin nähty enemmän yksilöllisinä piirteinä kuin tiettyä ikäluokkaa koskevinä yleisinä ominaisuuksina (ks. esim. [Thinyane, 2010]).

Myös diginatiiveihin liitettyjä taitoja on tutkittu kriittisesti ja tutkimukset ovat todistaneet, että esimerkiksi diginatiivien paljon puhuttu multitasking-taito on usein pelkkää harhaa ja usean asian samanaikainen suorittaminen vain lähinnä heikentää kaikkien yhtä aikaa suoritettavien tehtävien tuloksia (ks. esim. [Hembrooke and Gay, 2003]). Myös nykyopiskelijoiden tiedonhakutaidot ovat arveltua heikommat ja tiedonhakuun liittyy monenlaisia ongelmia esimerkiksi relevantin ja epärelevantin informaation tunnistamiseen, tiedon luotettavuuden arviointiin ja tekijänoikeudellisiin seikkoihin liittyen. Nykyopiskelijoiden tiedonhaussa erilaisten hakukoneiden ja erityisesti Googlen käyttö on korostunut ja hakukoneiden järjestämiin tuloksiin saatetaan luottaa liikaakin – osa tiedonhakijoista perustaa tiedon luotettavuuden arvion siihen, että se on hakukoneen ehdottama ensimmäinen tulos. [Hargittai *et al.*, 2010] Tiedonhakutaitojen kouluttamiseen tulisi panostaa nykyistä enemmän erityisesti ristiriitaisten aiheiden parissa. Tämä estää tiedon suoran kopioimisen ja edistää opiskelijoiden argumentointitaitoja [Kiili, 2012].

Diginatiivi-termiin liittyvä kritiikki on hyvä ottaa huomioon, jotta diginatiiveja koskevaan tutkimukseen osaa suhtautua varauksella, mutta diginatiivin

konsepti on silti käyttökelpoinen kuvaamaan digitaalisen ympäristön vaikutuksia nykyajan opiskelijoihin. Diginatiivin käsitteen voi nähdä siis korostavan tietotekniikan käyttötapojen ja taitojen sijaan ilmiötä, joka liittyy tekniikan läsnäoloon lapsuudessa ja nuoruudessa. Useat tutkimustulokset osoittavat, että nuoret todella käyttävät runsaasti uusia teknologioita ja suhtautuvat niiden käyttöön positiivisesti verrattuna esimerkiksi vanhempiansa ja opettajiinsa. Näin ollen diginatiivi-termi on käytössä myös tässä tutkielmassa ja se rinnastetaan termeihin uusi sukupolvi, tuleva opettaja ja opettajaopiskelija.

2.3. Uudet näkökulmat

Viime vuosina on ehdotettu, että eroa teknologisissa taidoissa ja tiedoissa diginatiivien ja digi-immigranttien välillä tulisi tarkastella jatkumona mustavalkoisen kahtiajaon sijaan. Wang kumppaneineen [2013] nimeää tämän jatkumon *digitaaliseksi sujuvuudeksi* (digital fluency), johon vaikuttavat myös monet muut tekijät nykyisissä tutkimuksissa tarkasteltujen iän ja saavutettavuuden lisäksi. Digitaalinen sujuvuus on yksilöllinen piirre ja se voidaan määritellä kyvyksi käyttää uusia teknologioita luovasti ja asiantuntevasti.

Digitaaliseen sujuvuuteen vaikuttaa seitsemän eri osatekijää: sosioekonomiset piirteet (esimerkiksi ikä), koulutukselliset piirteet (esimerkiksi koulutustaso), psykologiset piirteet (esimerkiksi tietokoneiden pelko), sosiaaliset vaikuttajat (esimerkiksi ystävien, perheen tai opettajien suhtautuminen tietotekniikkaan), mahdollisuus käyttöön (esimerkiksi saavutettavuus), käytön aiomukset (esimerkiksi asenne), tietotekniikan käyttö sekä käytetyn teknologian tyyppi. Näistä osa-alueista ainoastaan tietotekniikan käyttö vaikuttaa suoraan digitaaliseen sujuvuuteen; muut osatekijät taas luovat puitteet tietotekniikan käytölle. Tietotekniikan käyttö ja digitaalinen sujuvuus ovat vastavuoroisessa suhteessa, mikä tarkoittaa sitä, että digitaalinen sujuvuus on muuttuva piirre, johon voidaan vaikuttaa esimerkiksi tarjoamalla ohjattua tietotekniikan käyttöä ja näin ollen onnistumisen kokemuksia.

Myös Prensbyn [2009] mukaan on pian turhaa puhua diginatiiveista ja digi-immigranteista, sillä erot ryhmien välillä kutistuvat jatkuvasti ja hän ehdottaakin seuraavaksi tutkimusalueeksi *digitaalisen viisauden* (digital wisdom) käsitteen. Digitaalisella viisaudella tarkoitetaan kykyä hyödyntää teknologiaa älykkyyden apuvälineenä: loputtomana tietolähteenä, muistin apuvälineenä ja päätöksenteon kumppanina. Teknologia toimii ikään kuin aivojemme lisäosana, joka antaa tehoa perinteiselle loogiselle ajattelulle, päätöksentekoprosessille ja muistamiselle.

Sukupolvijattelu ja diginatiivit/digi-immigrantit -vastakkainasettelu on johtanut keskusteluun siitä, mullistuuko koulujen tietotekninen opetus diginatiivien astuessa oppilaista opettajiksi. Seuraavassa luvussa tutkitaankin, minkä-

laiset ovat diginatiivien valmiudet hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessa. Tarvitseeko opettajankoulutuksessa enää lainkaan kiinnittää huomiota tietoteknisten taitojen kehittämiseen?

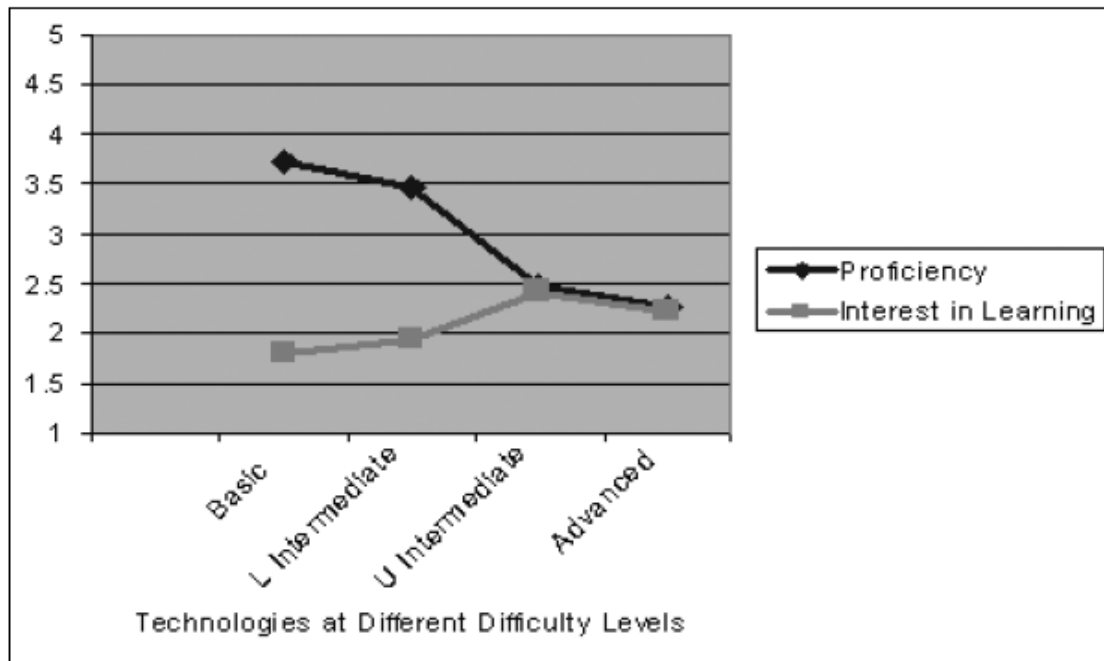
3. Diginatiivien valmiudet tulevina opettajina

Seuraavaksi käsitellään diginatiivien mahdollisuuksia hyödyntää teknologiaa tulevaisuuden opettajina. Ensin pohditaan diginatiivien valmiuksia eli asenteita tietotekniikkaa kohtaan sekä tietoteknisiä taitoja. Sitten tarkastellaan yleisemmin sitä, minkälaiset asiat vaikuttavat siihen, hyödyntääkö opettaja lopulta luokkahuoneessaan uusia teknologioita vai ei.

3.1. Millaiset ovat diginatiivien valmiudet?

Diginatiivit ovat käyttäneet tietotekniikkaa jo pienestä pitäen, ja he käyttävät uusia teknologioita runsaasti päivittäin, keskimäärin 2-4 tuntia, mutta jopa yli 11 tuntia päivässä. Diginatiivit käyttävät tietotekniikkaa tehokkaasti ja taitavasti, mutta heidän taitonsa ovat odotettua rajallisemmat. Taitavuus rajoittuu useimmiten vain suppealle määrälle teknologioita ja sovelluksia ja käytetyimmät sovellukset ovat yleensä vapaa-aikaan ja ihmissuhteisiin painottuvia, yhteisöllisiä sovelluksia ja medioita opiskeluun liittyvien sovellusten sijaan. [Lei, 2009; Chen *et al.*, 2009]

Lei [2009] selvitti, että diginatiivit käyttävät tehokkaasti perusteknologioita, kuten sähköpostia, Internetin hakukoneita ja sosiaalisen median sovelluksia, mutta haastavampien teknologioiden käytössä heidän tietonsa ja taitonsa ovat rajalliset. Tutkimuksessa selvisi, että ohjelman vaikeusasteen kasvaessa opettajakokelaiden raportoidut arviot taidosta laskevat voimakkaasti (ks. kuva 1). Kiinnostus teknologiaa kohtaan taas reagoi päinvastaisesti niin, että ohjelman vaikeusasteen kasvaessa kiinnostus teknologiaa kohtaan kasvoi. Opettajakokelaat olivat siis heikoista taidoistaan huolimatta kiinnostuneita oppimaan heille tuntemattomien teknologioiden käyttöä, toisin kuin opettajankoulutuksessa usein on oletettu.



Kuva 1. Ohjelmien käytön taito ja kiinnostus ohjelmaa kohtaan suhteessa ohjelman vaikeusasteeseen [Lei, 2009].

Opettajien koulutuksessa onkin aiemmin varauduttu siihen, että tulevat opettajat ovat haluttomia käyttämään uusia teknologioita tai jopa *tietokonekammoisia* (computer anxiety). Tilanne on kuitenkin toinen, kun teknologisoituneet diginatiivit siirtyvät opiskelemaan. Diginatiivit suhtautuvat voimakkaan positiivisesti tietotekniikkaan ja heillä on vahva luottamus teknologioita kohtaan. Diginatiivit tiedostavat myös tietotekniikan käytön hyödyn tulevien oppilaidensa oppimista sekä opettamista tukevana tekijänä. Huolimatta positiivisesta suhtautumisestaan tietotekniikkaa kohtaan diginatiivit suhtautuvat osittain varautuneesti tietotekniikan opetuskäyttöä kohtaan tiedostaen opetuskäyttöön liittyvät ongelmat. [Lei, 2009]

Erityisesti oppimista ja opettamista tukevien teknologioiden ja ohjelmien kohdalla diginatiivien tiedot ja taidot ovat toivottua heikommalla ja diginatiivien taidoissa vapaa-aikaan liittyvien teknologioiden ja opettamiseen liittyvien teknologioiden välillä on nähtävissä selvä kuilu [Chen *et al.*, 2010]. Tulevien opettajien opetukseen kohdistuu sosiaalisia paineita käyttää tietotekniikkaa ja tietotekniikan opetuskäyttöä pidetään itsestään selvänä osana tulevaisuuden opetusta. Opiskelijat suhtautuvat kuitenkin usein epävarmasti tietotekniikan opetuskäyttöä kohtaan. Tähän voidaan nähdä syyksi se, että diginatiivien digiimmigrantit opettajat eivät ole käyttäneet uusia teknologioita opettaessaan eikä diginatiiveilla itsellään ole vielä luokkahuonekokemusta, joten heillä ei ole tietoa tällaisten sovellusten käytöstä tai edes olemassaolosta. Tulevat opettajat kuuluvat siis sukupolveen, joka on käyttänyt tietotekniikkaa vapaa-ajallaan,

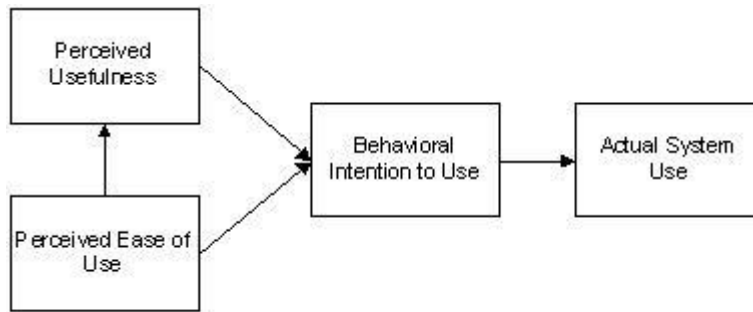
mutta sen käyttö opetuksessa ja oppimisessa on jäänyt puuttumaan ja herättää siksi epävarmuutta eikä sen käyttö tunnu diginatiiveille ominaisesti luonteelta tai helpolta. Diginatiivit ovatkin siten usein diginatiiveja vain koulujen ulkopuolella eikä opetukseen ja oppimiseen liittyvä tietotekniikan käyttö ole osa ”diginatiivien kulttuuria”. [Pöntinen, 2013]

Tietotekniset taidot ja suhtautuminen tietotekniikkaan vaihtelevat kuitenkin huomattavasti ikäryhmän sisällä ja osa opiskelijoista saattaa käyttää sovelluksia monipuolisemmin ja taitavammin kuin suurin osa ikäryhmänsä jäsenistä. He osaavat hyödyntää sovelluksia jo valmiiksi siinä määrin, että voisivat opettaa sovellusten käyttöä muille. Esimerkiksi sosiaalisen median sisällönluomisessa vain pieni osa ikäryhmäläisistä osallistuu itse tiedon tuottamiseen, vaikka valtaosa hyödyntääkin yhteisesti tuotettua sisältöä. Tästä syystä esimerkiksi blogien ja wikien käyttö on tuttua vain harvoille ja taidot sisällöntuottamisessa ovat odotettua heikommät [Kumar and Vigil, 2011; Chen *et al.*, 2010]. Myös suhtautuminen teknologiaan vaihtelee voimakkaan positiivisesta negatiiviseen diginatiivien keskuudessa [Valtonen *et al.*, 2013].

3.2. Miten tietotekniikan käyttöä opetuksessa voidaan selittää?

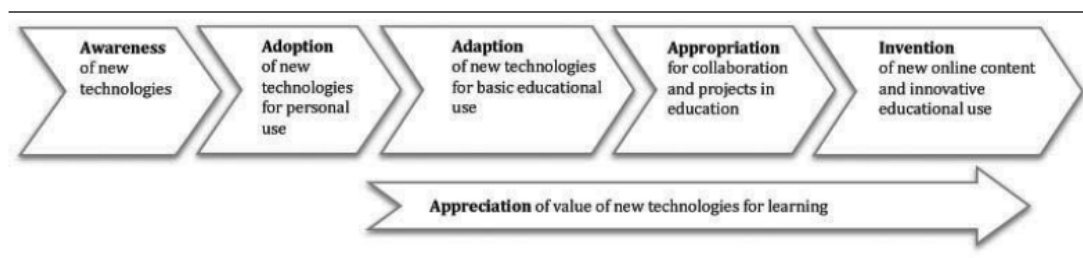
Opettajien tietotekniikan käyttöä yleisesti on tutkittu paljon ja erityisesti on pyritty selvittämään, mitkä tekijät vaikuttavat siihen, käytetäänkö tietotekniikkaa opetuksessa vai ei. Tässä kohdassa esitellään näissä tutkimuksissa muodostettuja, yleisesti käytössä olevia teorioita, joita voidaan hyödyntää opetusohjelmia ja opettajankoulutusta suunnitellessa. Erityisesti opettajankoulutuksen on otettava huomioon tekijät, jotka vaikuttavat tietotekniikan integroimisessa opetukseen, ja luvussa 4 esiteltävät tulevien opettajien tukemismahdollisuudet perustuvatkin osittain tässä kohdassa esitettyihin teorioihin ja havaintoihin.

Yksi tietotekniikan käyttöä selittävistä teorioista on Davisin *teknologian hyväksymismalli* (Technology Acceptance Model, TAM) [1989], jossa teknologian käyttöä selitetään arvioidun helppokäyttöisyyden ja hyödyllisyyden avulla (ks. kuva 2). Laajentamalla Davisin alkuperäistä mallia voidaan selittää myös opettajien uusien teknologioiden käyttöä, ja opettajien on nähty käyttävän tietoteknistä ohjelmaa erityisesti silloin, kun he kokevat ohjelman helppokäyttöisenä; kun he voivat olla varmoja siitä, että he osaavat käyttää ohjelmaa ja että käyttöön on tarvittaessa saatavissa apua; kun ohjelman nähdään olevan hyödyllinen ja samankaltainen kuin muut heidän käyttämänsä ohjelmat ja kun he voivat olla yhteydessä muihin ohjelman käyttäjiin [Valtonen *et al.*, 2013].



Kuva 2. Teknologian hyväksymismalli [Davis, 1989].

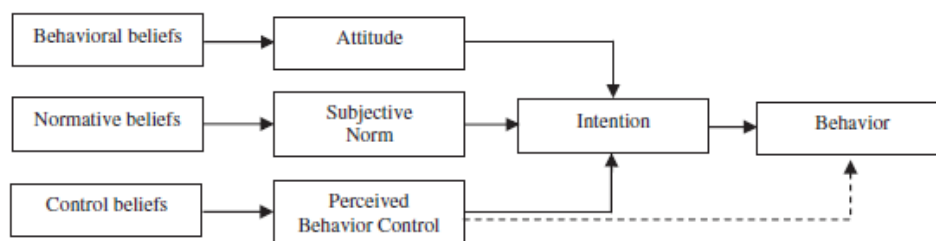
Toinen teoria, jolla voidaan selittää teknologian integrointia opetukseen on *viisivaiheinen teknologian omaksumismalli* (The Five Stages of Technology Adoption), jonka viisi vaihetta ovat tiedostaminen, omaksuminen, integroiminen, omiminen ja luominen (ks. kuva 3). Hyödyntääkseen tekniikkaa opetuksessa, opettajan on aluksi oltava tietoinen uusista teknologioista, jotta hän voi omaksumaa ne ensin omaan käyttöönsä ja sitten integroida ne osaksi opettamaansa aihetta. Lopullinen vaihe uusien teknologioiden omaksumisessa on oman sisällön luomista ja tietotekniikan innovatiivista käyttöä, jossa esimerkiksi sosiaalisen median työkalut ovat hyödyllisiä apuvälineitä. Tämä osuus on usein puutteellinen tulevien opettajien taidoissa, sillä useimmat heistä eivät osallistu sisällöntuottamiseen, vaikka käyttävätkin yhteisesti tuotettua sisältöä. Tästä syystä ilman koulutusta he saattavat jäädä samalle tietotekniikan integroimisen tasolle kuin nykyiset opettajat. [Kumar and Vigil, 2011]



Kuva 3. Viisi vaihetta kohti teknologian omaksumista [Kumar and Vigil, 2011].

Myös *suunnitellun käyttäytymisen teoriaa* (Theory of Planned Behaviour, TPB) [Ajzen, 1991] on käytetty selittämään opettajien tietotekniikan käyttöä. Teoria selittää käyttäytymistä asenteiden, subjektiivisten normien ja havaitun käyttäytymiskontrollin avulla (ks. kuva 4). Asenteilla viitataan siihen, missä määrin yksilö näkee tietynlaisen käyttäytymisen johtavan negatiiviseen tai positiiviseen tulokseen. Subjektiiviset normit viittaavat yksilön arvioihin siitä, miten muut ihmiset odottavat hänen käyttäytyvän sekä yksilön motivaatioon täyttää nämä odotukset. Havaittu käyttäytymiskontrolli puolestaan viittaa yksilön arvioihin siitä, kuinka helppoa tai hankalaa tietynlaisen käyttäytymisen toteuttaminen on

eli minkälaisiksi yksilö arvioi käyttäytymisen esteet ja mahdollisuudet. [Valtonen *et al.*, 2013; Sadaf *et al.*, 2012]



Kuva 4. Suunnitellun käyttäytymisen teoria [Ajzen, 1991].

Suunnitellun käyttäytymisen teoriaa hyödyntävissä tutkimuksissa on todettu, että tulevat opettajat suhtautuvat positiivisesti tietotekniikan käyttöä kohtaan ja näkevät tietotekniikan käytön parantavan vuorovaikutusta kouluympäristössä ja tulevien oppilaidensa oppimiskokemusta. Muiden ihmisten odotuksista opettajaopiskelijat näkivätkin erityisesti heidän tulevien diginatiivien oppilaidensa odotukset tietotekniikan opetuskäyttöä lisäävänä tekijänä. Positiivisista näkemyksistään ja taidoistaan huolimatta tulevat opettajat kokevat tietotekniikan integroimisen opetukseen haasteelliseksi. Syynä tähän voidaan nähdä heidän puutteelliset kokemuksensa teknologian käytöstä oppimisympäristössä. [Sadaf *et al.*, 2012; Lei 2009]

3.3. Millainen opettaja käyttää tietotekniikkaa opetuksessa?

Tutkimuksissa on pyritty myös selvittämään, millainen opettaja käyttää tietotekniikkaa eli liittämään tiettyjä ominaisuuksia ja piirteitä paljon tietotekniikkaa käyttävän opettajan profiiliin. Opettajankoulutuksen tulisi tukea näiden piirteiden kehittymistä ja vaikka osaan näistä piirteistä voi olla haastavaa tai jopa mahdotonta vaikuttaa, voidaan koulutuksella pyrkiä tukemaan esimerkiksi oppijakeskeisen oppimisenäkemyksen ja positiivisen asenteen muodostumista tarjoamalla tietotekniikan onnistuneita käyttökokemuksia.

Drent ja Meelissen [2008] käsittelivät tietotekniikan innovatiivista käyttöä koulussa ja jakoivat tietotekniikan käyttöön vaikuttavat tekijät manipuloitaviin ja ei-manipuloitaviin sekä koulukohtaisiin ja opettajakohtaisiin tekijöihin. Näiden pohjalta löydettiin neljä tekijää, joilla on suora positiivinen vaikutus tietotekniikan innovatiiviseen käyttöön: opettajan oppijakeskeinen oppimisenäkemyks, opettajan positiivinen asenne tietotekniikkaa kohtaan, opettajan tietotekninen kokemus ja opettajan oma yritteliäisyys ja sitoutuminen ('personal entrepreneurship').

Nämä neljä tekijää liittyvät toisiinsa monin eri tavoin ja erityisesti opettajan oma yritteliäisyys ja sitoutuminen on nähty tutkimuksessa avainasemassa in-

novatiiviseen tietotekniikan käyttöön ja sen kehitys vaikuttaa positiivisesti myös muihin tekijöihin, jotka myöhemmin alkavat vaikuttaa lisääntyneenä tietotekniikan käyttönä. Tietotekniikkaa käyttäväksi profiloitu opettaja on siis valmis pitämään yhteyttä kollegoihinsa ja tietotekniikan ekspertteihin kehittyäkseen ammatillisesti, näkee ja kokee tietotekniikan käytön positiiviset vaikutukset opetuksessaan sekä omaa oppijakeskeisen oppimisenäkemyksen, johon hänen tietotekniset taitonsa mukautuvat. [Drent and Meelissen, 2008]

Myös So ja Swatman [2010] ovat profiloineet tietotekniikkaa käyttävää opettajaa ja heidän tutkimuksensa mukaan tyypillinen tietotekniikkaa käyttävä opettaja on nuori, miespuolinen ja vähän opetuskokemusta omaava. Tutkimuksessa keskityttiin tarkastelemaan erityisesti iän ja sukupuolen vaikutuksia tietotekniikan asenteisiin ja käyttöön. Tutkittaessa iän vaikutusta, voidaan huomata selkeä ero vanhempien ja nuorempien opettajien välillä. Erot kuitenkin pienevät merkittävästi siirryttäessä nuorempiin ikäryhmiin ja niiden välisiin eroihin.

Monien maiden opettajakunta on jakautunut erittäin epätasaisesti sukupuolen mukaan ja useimmissa maissa naispuolisia opettajia on ylivoimaisesti miespuolisia enemmän: miespuolisia opettajia on usein noin kolmasosa tai jopa vähemmän maan kaikista opettajista. Epätasaista sukupuolijakaumaa on pidetty huomionarvioisena opettajankoulutuksessa, sillä naisten on nähty luottavan miehiä vähemmän tietoteknisiin taitoihinsa ja jopa välttelevän tietotekniikan käyttöä.

Viime aikoina tilanteen on kuitenkin nähty muuttuvan, sillä naiset käyttävät yhteisöllisiä sosiaalisen median välineitä miehiä enemmän. Tämä saattaisi poistaa olemassa olevan ”sukupuolikuilun” tietotekniikan käytössä miesten ja naisten välillä. Myös tutkimustulokset osoittivat sukupuolten välisen eron kapeenemista, sillä vaikka tämänhetkisten opettajien välillä nähtiin merkittävää eroa miespuolisten ja naispuolisten opettajien välisissä tietoteknisissä valmiuksissa, tulevien opettajien vertailussa eroa sukupuolten välillä ei havaittu. [So and Swatman, 2010] Voidaan siis todeta, että erot tietotekniikan asenteissa ja käytössä ikäryhmien ja sukupuolten välillä ovat kutistumassa, eikä merkittäviä eroja tämänhetkisten opettajaopiskelijoiden keskuudessa ole enää havaittavissa. Opettajankoulutuksessa tulisi siis alkaa keskittyä yksilöiden välisiin eroihin sukupuolten ja ikäryhmien välisten erojen sijaan.

Opettajankoulutuksen rooli tulevien opettajien teknologisten taitojen kehittäjänä on siis yhä tärkeä diginatiivien taitojen ollessa toivottua rajallisemmat. Opettajankoulutuksessa ei tule yliarvioida diginatiivien tietoteknisiä taitoja, vaan keskittyä tutustuttamaan tulevat opettajat tietotekniikan opetusmahdollisuuksiin sekä opettamaan tietotekniikkaa opetuksen apuvälineenä. Seuraavassa

luvussa paneudutaan tarkemmin siihen, miten diginatiiveja tulisi tukea heidän siirtyessään diginatiiveista opiskelijoista opettajiksi ja siirrytään teorioiden tasolta käytännön esimerkkien tasolle.

4. Opettajankoulutuksen mahdollisuudet

Tässä luvussa käsitellään, miten opettajankoulutuksessa tulisi tukea tulevien opettajien tietoteknisten taitojen kehitystä edellisessä luvussa esiteltyihin havaintoihin perustuen. Ensin pohditaan tarkemmin, minkälaisia hyötyjä tietotekniikka tarjoaa oppimisen ja opettamisen tukemiselle. Sitten esitellään tapoja tukea tulevia opettajia tietotekniikan hyödyntämisessä. Lopuksi pohditaan, onko opettajankoulutuksella jo nähty olevan merkittäviä hyötyjä diginatiivien taitojen kehittämisessä.

4.1. Tietotekniikan opetuskäytön hyödyt

Useissa lähteissä on todettu tietotekniikan käytön tukevan diginatiivien uudenlaista tapaa oppia ja käsitellä informaatiota (ks. esim. [Prensky, 2001a]). Lisäksi mediakasvatusta pidetään yhä tärkeämpänä tietoyhteiskunnan asettamien vaatimusten vuoksi ja Suomen opetussuunnitelma [2004] määrittääkin mediataidot yhdeksi perusopetuksen keskeisimmistä oppimistavoitteista.

Tietotekniikan opetuskäytöstä on monenlaisia hyötyjä niin oppilaille, opettajille kuin vanhemmillekin. Tietotekniikka tukee oppilaiden oppimista ja tietotekniikan opetuskäytön on nähty parantavan oppimistuloksia eri oppiaineissa. Lisäksi sen on nähty tukevan niin kutsuttujen 2000-luvun taitojen, kuten kriittisen ajattelun, kommunikaatiotaitojen ja luovuuden, kehittymistä. 2000-luvun taidot pyrkivät auttamaan oppijoita selviytymään nykyisessä tietoyhteiskunnassa mahdollisuuksineen ja vaatimuksineen. [Binkley *et al.*, 2012; OPH, 2011]

Tietotekniikan oppimista tukevista vaikutuksista tärkeimpiä ovat sen havainnollistamiskyky ja autenttisuus, jotka tukevat erilaisia oppijoita eli visuaalisia, auditoriivisia ja tekemällä oppijoita sekä mahdollistavat mielekkäät, tosielämän tilanteita vastaavat oppimistehtävät [Doolittle, 2001]. Tietotekniikan ominaisuuksista sen nopeus, vuorovaikutteisuus ja informaation saatavuus tukevat aktiivista oppijakeskeistä oppimistyyliä ja opettamista esimerkiksi tilanteissa, joissa opiskeltavat sisällöt ovat jatkuvan muutoksen kohteena; joissa opetuksessa voidaan hyödyntää ulkopuolisia asiantuntijoita tai kansainvälisyyttä tai joissa oppijoille opetuksen aika tai paikka on ongelmallinen. Tietotekniikan käytöllä on nähty olevan myös voimakkaan motivoiva vaikutus oppijoihin. [Lehtinen, 2000]

Etuna opettajan näkökulmasta voidaan nähdä esimerkiksi monipuolisemman opetuksen mahdollisuudet, pedagogisten taitojen kehittyminen, vaihtelu

työhön sekä verkottuminen muiden opettajien ja oppilaitosten kanssa [Nummenmaa ja Lehtinen, 2012]. Opettajien on hyvä tietää tietotekniikan hyödyllisistä vaikutuksista oppilaisiin ja heidän työhönsä, sillä tietoisuuden on nähty lisäävän opettajien positiivista suhtautumista tietotekniikan käyttöä kohtaan, joka taas on vaikuttava tekijä tietotekniikan opetuskäytössä.

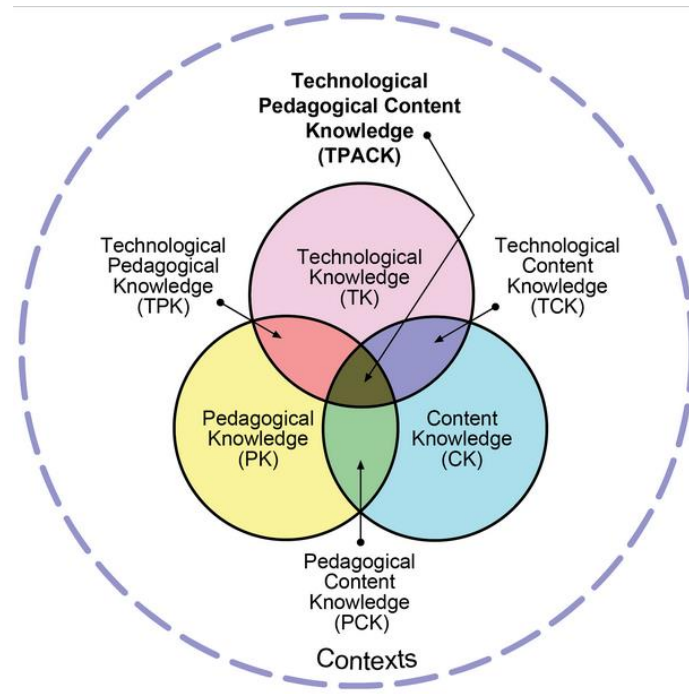
Vanhempien kannalta hyödyllistä on tietotekniikan kommunikaatiota lisäävä vaikutus, joka mahdollistaa paremmin viestinnän kodin ja koulun välillä. Viestintä koulun kanssa lisää vanhempien mahdollisuutta osallistua lapsensa koulunkäyntiin ja seurata oppimisen edistymistä esimerkiksi oppimistulosten kautta.

Tietotekniikan tuomia etuja on paljon, mutta niitä ei tule liioitella. Useat tietotekniikan tuomat hyödyt ovatkin hyötyjä vain tiettyyn rajaan saakka. Esimerkiksi teknologioiden motivoivan vaikutuksen nähdään säilyvän vain jonkin aikaa, kunnes uutuudenviehätys katoaa ja käyttö muuttuu arkipäiväiseksi.

4.2. Mihin koulutuksella tulisi pyrkiä? Teknologis-pedagoginen sisältötieto

Opettajankoulutukseen siirtyvien diginatiivien taitojen ollessa odotettua rajalliset, opettajankoulutuksen rooli siihen, ottavatko tulevat opettajat tietotekniikan käyttöön opetuksessaan, on merkittävä. Usein on oletettu, etteivät tietoteknisesti taitavat diginatiivit tarvitse tietoteknistä koulutusta, mutta koulutukseen saapuvien taitoja ei tule yliarvioida. Pelkkä teknologian käytön osaaminen ei riitä takaamaan sen automaattista tai edes todennäköistä siirtymistä opetuskäyttöön.

Tietotekniikan erillisen opetuksen sijaan tärkeää olisikin kiinnittää huomiota siihen, miten tekniikka liittyy opetukseen ja opetettavaan sisältöön eli tärkeää on *teknologis-pedagoginen sisältötieto* (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK). Teknologis-pedagoginen sisältötieto koostuu kolmesta osa-alueesta eli sisältötiedosta, pedagogisesta tiedosta ja teknologisesta tiedosta sekä näiden välisistä suhteista (ks. kuva 6). Opettaminen nähdään siis moniulotteisena, erilaisia taitoja yhdistävänä toimintana. [Koehler and Mishra, 2009]



Kuva 6. TPACK-mallin eri osa-alueet [Koehler and Mishra, 2009].

Perinteisesti opettamisessa on tarvittu *sisältötietoa* (Content Knowledge, CK) eli tietoa opetettavasta aiheesta sekä *pedagogista tietoa* (Pedagogical Knowledge, PK) eli tietoa siitä, miten oppijat oppivat ja miten heitä tulisi opettaa. Tämän lisäksi on tarvittu *pedagogista sisältötietoa* (Pedagogical Content Knowledge, PCK) eli tietoa siitä, miten tiettyä oppiainetta kannattaa opettaa mahdollisimman tehokkaasti. Diginatiiveja tukeva opettaminen vaatii tietotekniikan tuomista mukaan opetukseen. Tietotekniikan käyttö muuttaa opetustilannetta ja vaatii opettajilta uusia tietoja ja taitoja tehokkaan opetuksen suunnitteluun.

Tietotekniikan opetuskäytössä tarvitaan *teknologisen tiedon* (Technological Knowledge, TK) eli eri teknologioihin liittyvien tietojen ja taitojen lisäksi *teknologista sisältötietoa* (Technological Content Knowledge, TCK) ja *teknologista pedagogista tietoa* (Technological Pedagogical Knowledge, TPK). Teknologinen sisältötieto tarkoittaa tietoa siitä, miten ja minkälaisia teknologioita voi käyttää tukemaan erilaisten sisältöjen opetusta, esimerkiksi havainnollistamalla käsitteitä visualisoinnin avulla. Teknologinen pedagoginen tieto taas tarkoittaa tietoa siitä, miten teknologiaa voi käyttää tukemaan erilaisia opetustapoja, kuten ryhmätyötä, jossa teknologia voi mahdollistaa esimerkiksi työn riippumattomuuden ajasta ja paikasta ryhmän jäsenten kesken.

Sisältötieto, pedagoginen tieto ja teknologinen tieto sekä näiden tietämysten välisten suhteiden ymmärtäminen muodostaa teknologis-pedagogisen sisältötiedon, joka luo parhaan mahdollisen valmiuden tietotekniikan opetuskäytölle. Laajempi tietämys teknologian sisällöllisistä ja pedagogisista mahdollisuuksista auttaa opettajaa yhdistämään tietotekniikan käytön tiettyyn kontekstiin ja

päämäärään. Teknologis-pedagoginen sisältötieto auttaa siis opettajaa integroi-
maan teknologiaa mahdollisimman luontevalla ja oppimisen kannalta tehok-
kaalla tavalla.

4.3. Tietoteknisten taitojen kehittäminen opettajankoulutuksessa

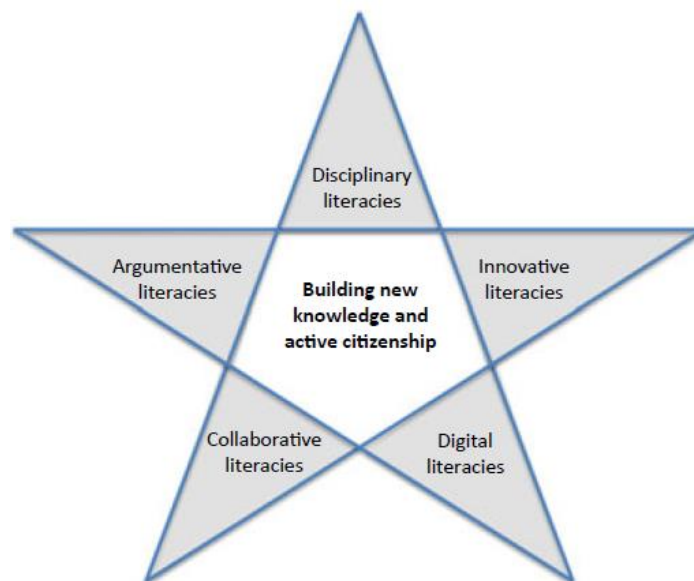
Teknologis-pedagogisen sisältötiedon omaksuminen vaatii monia erilaisia taito-
ja uusiin teknologioihin liittyen. Seuraavaksi käsitellään tarkemmin, miten
opettajankoulutuksella on mahdollista tukea näiden taitojen oppimista.

Tulevat diginatiivit opettajat käyttävät tehokkaasti ja taitavasti perustekno-
logioita, mutta heidän taitonsa haastavampien erikoisteknologioiden kohdalla
ovat rajalliset. Taidot ikäryhmän sisällä vaihtelevat kuitenkin suuresti, ja osa
opiskelijoista hallitsee tiettyjen sovellusten käytön jopa siinä määrin, että voivat
opettaa sovelluksen käyttöä muille [Chen *et al.*, 2010]. Erilaisten erikoisteknolo-
gioiden, kuten sisällöntuottamiseen liittyvien ohjelmien käytössä opettajankou-
lutuksen kannattaakin hyödyntää osaavia opiskelijoita antamalla heidän opet-
taa muita. Näin myös jo osaavat opiskelijat saavat hyödyntää taitojaan ja saat-
tavat oppia jotain uutta, sillä juuri opettamalla muita oppii yleensä itsekin pal-
jon. Lisäksi he saavat hyödyllistä opetuskokemusta tulevaisuutta ajatellen.

Erillistä tietotekniikan opetusta tulisi kuitenkin välttää ja tietotekniikan ope-
tus tulisi sitoa aina osaksi opetuskontekstia niin, että tarkastellaan miten tieto-
tekniikan voi liittää opetukseen (pedagoginen tieto) ja opetettavaan sisältöön
(sisältötieto). Voidaan esimerkiksi järjestää kurssi, jossa esitellään miten blogeja
voidaan hyödyntää maantiedon opetuksessa tai miten pilvipalveluita voidaan
hyödyntää oppilaiden ryhmätöiden tallentamisessa. Näin tulevat opettajat saa-
vat käytännön esimerkkejä siitä, miten tietotekniikkaa voi integroida opetuk-
seen jo ennen kuin he itse ovat saaneet luokkahuonekokemusta, eikä tietotek-
niikka jää vain irralliseksi osaksi muun opetustyön rinnalle [Koehler and
Mishra, 2009].

Yksi tapa opettaa tietotekniikkaa laajemmassa kontekstissa on *suunnittelun
kautta oppimisen* (learning by design) näkökulma [Koehler and Mishra, 2005].
Suunnittelun kautta oppimisessa tulevat opettajat työskentelevät ryhmissä ja
suunnittelevat teknologisia ratkaisuja todellisiin pedagogisiin ongelmiin. Ope-
tusmenetelmän tavoitteena on yksittäisten opetusvälineiden käytön opettami-
sen sijaan antaa opiskelijoiden itse päätyä ratkaisuun tutkimalla ja kokeilemalla.
Samalla heillä on mahdollisuus oppia paljon laajemmin ja innovatiivisemmin
erilaisten teknologioiden käyttöä sekä saada tietoa siitä, miten he tulevaisuu-
dessa voivat löytää uusia työvälineitä ja materiaaleja opetuskäyttöön. Suunnit-
telun kautta oppimista on hyödynnetty esimerkiksi kurssilla, jossa tulevat opet-
tajat työskentelivät ryhmässä, jota veti nykyinen opettaja ja jonka tavoitteena
oli suunnitella toimiva verkkokurssi.

Myös suomalaisessa opettajankoulutuksessa on pidetty tärkeänä tulevien opettajien aktiivista roolia ja suunnittelemalla oppimista ja koulutuksessa onkin järjestetty ryhmätyökurseja, joissa opiskelijat suunnittelevat uusia työskentely- ja opetustapoja tosielämän tilanteita vastaavissa oppimistehtävissä. Tehtävänä on ollut esimerkiksi suunnitella, miten animaatiota voitaisiin käyttää osana kemian ja fysiikan opetusta. [Laru, 2013] Suunnittelun ja kokeilun kautta oppimisen on nähty tukevan akateemisten taitojen oppimista, joihin kuuluvat oppiainekohtaiset taidot (disciplinary), argumentointitaidot (argumentative), tietotekniset taidot (digital), yhteistyötaidot (collaborative) ja innovaatiotaidot (innovative) (ks. kuva 7). Akateemisten taitojen kehittymistä on Suomessa pyritty tukemaan esimerkiksi kursseilla, jossa tulevat opettajat suunnittelivat ja toteuttivat ryhmissä videon tietotekniikan hyödyntämisestä opetuksessa tietylle kohderyhmälle. [Kiili *et al.*, 2013]



Kuva 7. Akateemisiin taitoihin liittyvät osa-alueet [Kiili *et al.*, 2013].

Tämäntyyliset suunnittelua ja kokeilua tukevat opetusmenetelmät mahdollistavat opiskelijoille joustavat ja vaihteelliset työskentelytavat sekä mielekkäät, tosielämän tilanteita vastaavat oppimistehtävät. Opiskelijoiden on mahdollista oppia laajojen teknologisten tietojen lisäksi itse suunnittelemisesta ja oppimisprosessista, kun he asettuvat suunnittelijan ja oppijan rooliin. Suunnitteluprosessin aikana on mahdollista oppia esimerkiksi selviytymään teknologian käyttöön liittyvistä vastoinkäymisistä ja turhautumisista sekä oppia suunnittelun iteroimisen ja tavoitteellisuuden merkityksestä. Nämä ovat tärkeitä taitoja, joita tulevat opettajat voivat hyödyntää integroidessaan tietotekniikkaa tuleviin opitunteihinsa. Opettajan roolina on tukea opiskelijoiden oppimisprosessia ja tarjota tasaisesti palautetta, joka mahdollistaa opiskelijoiden erilaisten taitojen kehittymisen. [Kiili *et al.*, 2013; Koehler and Mishra, 2005]

Erityisesti *minäpystyvyyden* (self efficacy) on nähty olevan yksi tärkeimmistä opettajien tietotekniikan käyttöä selittävistä piirteistä (ks. esim. [Lee and Lee, 2014]). Minäpystyvyydellä tarkoitetaan yksilön näkemystä omista kyvyistään suorittaa tietty tehtävä, tässä tapauksessa tietotekniikan integroiminen opetukseen. Minäpystyvyyteen eivät liity todelliset taidot tai valmiudet hyödyntää teknologiaa, vaan minäpystyvyyteen vaikuttavat voimakkaasti asenteet tietotekniikkaa kohtaan. Vaikka yleisesti diginatiivien asenne tietotekniikkaa kohtaan on positiivinen, löytyy ikäluokan sisällä asenteesta vaihtelua voimakkaan positiivisesta negatiiviseen [Valtonen *et al.*, 2013].

Asenteisiin vaikuttaminen voi olla haastavaa, mutta tietotekniikan positiivisten käyttökokemusten on todettu vaikuttavan positiivisesti sekä asenteeseen että suoraan itse minäpystyvyyteen. Tulevilla opettajilla on harvoin vielä opetuskokemusta ja tietotekniikan integrointia opetukseen tulisi kouluttaa vaiheittain. Yksi hyvä vaihtoehto ovat erilaiset yllämainitut aktivoivat suunnitteluharjoitukset, joissa opiskelijat pääsevät pohtimaan erilaisia vaihtoehtoja hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessa ja näiden vaihtoehtojen hyötyjä ja haittoja oppimiseen ja opettamiseen jo ennen käytännön työtä. Tietoisuus erilaisista opetusta tukevista vaihtoehdoista on ensimmäinen vaihe kohti tietotekniikan innovatiivista opetuskäyttöä [Kumar and Vigil, 2011].

Kuitenkin myös käytännön todisteet siitä, miten tietotekniikka voidaan hyödyntää opetuksessa ja miten se tukee oppijoiden oppimista, vaikuttavat positiivisesti opettajien asenteisiin. Opettajankoulutuksessa voitaisiin tarjota tuleville opettajille mahdollisuus toteuttaa suunnittelemansa oppitunnit tai opetusmenetelmät oikeassa luokkahuonetilanteessa oppilaiden edessä. Näin tulevat opettajat saisivat opetuskokemuksen lisäksi käytännön esimerkin siitä, miten opettaminen tietotekniikan avulla voi vastata heidän tulevien oppilaidensa tarpeisiin. Tämä on myös yksi suunnitellun käyttäytymisen teorian olettamista edellytyksistä hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessa, sillä tulevia opettajia motivoivat erityisesti heidän tulevien oppilaidensa odotukset tietotekniikan käytöstä (ks. kohta 3.2). [Sadaf *et al.*, 2012]

Vaikka diginatiivit usein asennoituvat positiivisesti tietotekniikan käyttöä kohtaan, he suhtautuvat osittain epävarmasti tietotekniikan opetuskäyttöön ja kokevat tietotekniikan integroimisen opetukseen haasteellisena [Pöntinen, 2013]. Opettajankoulutuksessa tulisikin auttaa diginatiiveja ymmärtämään mahdollisuuksien lisäksi ongelmia, joita uusiin teknologioihin ja tietotekniikan opetuskäyttöön liittyy, kuten epävakautteen, saavutettavuuteen tai tekniseen tukeen liittyviä ongelmia. Koulutuksen tulisi auttaa heitä kohtaamaan nämä ongelmat ja neuvoa, mistä apua tai resursseja voi tarvittaessa hakea, jolloin ongelmista ei muodostuisi estettä tietotekniikan käytölle. Yksi keino on tarjota

tuleville opettajille mahdollisuus tarkkailla tämänhetkisten opettajien tietotekniikkaa hyödyntävää opetusta, jotta he saisivat tietoa siitä, mitä tällä hetkellä tehdään ja minkälaiset luokkahuoneiden resurssit ovat. [Koehler and Mishra, 2009; Sadaf *et al.*, 2012]

Opetustapojen muuttaminen ei tule olemaan helppoa, mutta opettajien välinen yhteistyö, verkostoituminen ja kokemusten vaihto voivat auttaa löytämään erilaisia mahdollisuuksia ja ratkaisuehdotuksia vastata tulevaisuuden haasteisiin. Etenkin tilanteet, joissa tulevat opettajat pääsevät keskustelemaan ja vaihtamaan kokemuksia nykyisten opettajien kanssa ovat hyödyllisiä. Suomessa opettajien kohtaamispaikkana on hyödynnetty Second Life-virtuaalimaailmaa, jonne on perustettu eräänlainen oppimiskahvila. Virtuaalimaailma tarjoaa mahdollisuuksia osallistua keskusteluun ajasta ja paikasta riippumatta ja auttaa tulevia opettajia pääsemään osaksi ammattilaisyhteisöjä jopa kansainvälisellä tasolla. [Teräs and Myllylä, 2011]

4.4. Onko opettajankoulutuksen tuesta saatu todellista hyötyä?

Gill ja Dalgarno [2010] selvittivät laajassa tulevia australialaisia opettajia käsittelevässä tutkimuksessaan, miten tulevien opettajien valmiudet hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessa kehittyivät kahden ensimmäisen opiskeluvuoden aikana. Ymmärryksen kasvun nähtiin tapahtuvan vaiheittain epäkriittisestä ja hyväksyvistä ymmärryksestä tietoisuuden ja kyseenalaistamisen kautta omien ideoiden muodostamiseen ja opetustapojen ja opettamisen kriittiseen arviointiin. Opiskelijoiden ymmärrys ja valmiudet kasvoivat koulutuksen aikana. Kehitys jäi kuitenkin hitaaksi ja minimaaliseksi niiden opiskelijoiden kohdalla, jotka eivät saaneet tarkkailla tai hyödyntää itse tietotekniikkaa opetuksessa. Ymmärryksen kasvuun vaikutti siis voimakkaasti se, kuinka paljon opiskelijat olivat saaneet tarkkailla tietotekniikan käyttöä opetuksessa ja hyödyntää sitä itse opiskelujen aikana. Erityisesti harjoittelujaksojen tietotekniikan käyttö todellisissa opetustilanteissa lisäsi opiskelijoiden ymmärrystä ja valmiuksia käyttää tietotekniikkaa tulevaisuudessa.

Myös Lee ja Lee [2014] ovat tutkineet minäpystyvyyden kehitystä opettajankoulutuksen tietotekniikan opetuskäyttöön liittyvän kurssin aikana. Minäpystyvyys on yksi tärkeimmistä tietotekniikan opetuskäyttöä selittävästä tekijöistä ja siksi sen kehitys tulevien opettajien kohdalla on merkittävää. Tutkimuksissa selvisi, että minäpystyvyyden arviot kasvoivat kurssin aikana. Erityisesti opetuksen suunnitteluun liittyvä kurssin vaihe vaikutti positiivisesti opiskelijoiden minäpystyvyyden arvioon, sillä se tarjosi opiskelijoille mahdollisuuden aktiiviseen tiedon työstämiseen ja eri vaihtoehtojen ja niiden hyötyjen ja haittojen punnitsemiseen.

5. Lopuksi

Tässä tutkielmassa on tarkasteltu tulevien diginatiivien opettajien näkökulmaa tietotekniikan opetuskäyttöön ja heidän mahdollisuuksiaan hyödyntää tietotekniikkaa luokkahuoneympäristössä nykyopettajia enemmän ja monipuolisemmin. Tulokset eivät ole yksiselitteiset, sillä diginatiivien valmiuksiin hyödyntää tietotekniikkaa tulevaisuudessa liittyy sekä mahdollisuuksia että haasteita.

Toisaalta diginatiivien asenne tietotekniikkaa kohtaan on useimmiten positiivinen ja he käyttävät tietotekniikkaa tehokkaasti ja taitavasti taustalla vuosien intensiivinen käyttökokemus. He luottavat tietotekniikkaan ja tiedostavat sen opetuskäytön tuomat hyödyt opettamisen ja heidän tulevien oppilaidensa kannalta. Toisaalta diginatiivit suhtautuvat epävarmasti tietotekniikan opetuskäyttöä kohtaan eikä tietotekniikan käyttö opetuksessa tunnu heistä luontevalta tai helpolta. Heidän taitonsa ovat odotettua rajallisemmat ja rajoittuvat usein vain vapaa-ajan sovelluksiin ja perusteknologioihin oppimista ja opettamista tukevien haastavampien teknologioiden sijaan. Heidän taitonsa ovat myös paljon oletettua vaihtelevammat eivätkä he ole se homogeeninen tietoteknisesti taitava ikäryhmä, johon usein on varauduttu. Esimerkiksi sisällöntuottamisessa vain pieni osa ikäryhmästä on tuottanut sisältöä vaikka valtaosa sisältöä hyödyntääkin.

Usein on kirjoitettu, etteivät tietoteknisesti taitavat diginatiivit tarvitse enää tietoteknistä koulutusta, vaan pystyvät hyödyntämään taitojaan suoraan myös opettajan roolissa luokkahuoneissa. Nämä väitteet ovat kuitenkin liioiteltuja eivätkä pelkästään teknologian käyttöön liittyvät taidot riitä takaamaan tietotekniikan siirtymistä opetuskäyttöön. Opettajankoulutuksella on yhä merkittävä rooli siinä, ottavatko tulevat opettajat tietotekniikan opetuskäyttöön vai eivät.

Tärkeää tietoteknisten taitojen kehittymistä tukevassa koulutuksessa on sitoa tietotekniikka osaksi opettamisen kontekstia eli osaksi opetuksen sisältöjä ja opetustilannetta, jotta tietotekniikka olisi helpompi integroida opetukseen myös todellisissa luokkahuonetilanteissa. Lisäksi tärkeää on yksittäisiin teknologioihin keskittymisen sijaan antaa diginatiiveille tilaa oppia ratkaisukeskeisesti: suunnittelemalla, tutkimalla ja kokeilemalla tullen näin tietoisiksi erilaisista työvälineistä ja materiaaleista monipuolisesti. Myös positiivisen asenteen ja minäpystyvyyden kehittymisen tukeminen on tärkeää ja tähän vaikuttavat etenkin positiiviset kokemukset tietotekniikan käytöstä ja käytännön esimerkit siitä, miten tietotekniikka tukee opetusta ja oppimista. Lisäksi opettajankoulutuksen on kyettävä tarjoamaan ratkaisuehdotuksia nykyisiin tietotekniikan opetus-

käyttöä koskeviin ongelmiin, jotta nämä eivät muodostuisi esteiksi tulevaisuudessa.

Opettajankoulutuksen on siis mahdollista tehdä uudesta opettajakunnasta tietoteknisesti taitavia ja saattaa näin diginatiivit oppilaat diginatiiveiksi opettajiksi. Tärkeää on opettajankoulutuksen suunnittelu, jonka tulisi perustua tietotekniikan käyttöön vaikuttavien tekijöiden tutkimuksiin ja positiivisiin opetuskokemuksiin. Opettajankoulutuksen hyödyistä on jo saatu tuloksia ja tulokset korostavat oppijoiden aktiivisen tekemisen merkitystä. Tuleville opettajille on siis tarjottava mahdollisuuksia pohtia erilaisia vaihtoehtoja hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessa ja näiden vaihtoehtojen hyötyjä ja haittoja oppimiseen ja opettamiseen jo ennen käytännön työtä. Näin he voivat lopulta siirtyä itsevarmoina opettajan rooliinsa.

Yksi mielenkiintoinen, täysin käsittelemättä jäänyt näkökulma uusien diginatiivien opettajien kohdalla ovat heidän tulevat oppilaansa. Diginatiivin on usein määritelty syntyneen ennen vuosituhannen vaihdetta eivätkä nämä uuden vuosituhannen oppijat kuulu enää diginatiiveihin (ks. esim. [Tapscott, 2009]). Tämä uusi sukupolvi on väistämättömästi matkalla tulevien opettajien luokkahuoneisiin oppilaina ja vuosituhannen vaihteessa syntyneet 2000-luvun lapset ovat jo siirtyneet yläasteelle. Minkälaisia oppilaita he mahtavat olla? Ovatko he kehittäneet jo uusia oppimisen tapoja?

Sukupolvijattelun mukaan tätä uuden vuosituhannen sukupolvea on kutsuttu Z-sukupolveksi. He ovat tottuneet kaikkialla ympäröivään teknologiaan, yhä laajempiin tietoverkkoihin ja graafisiin selaimiin jo pienestä pitäen. Heidän luottamuksensa tietotekniikkaa kohtaan on vahva ja he luottavat teknologioiden haltuun osan muististaan, omaisuudestaan ja elämästään. Tämä "some-sukupolvi" on tottunut käyttämään sosiaalista mediaa ja jakamaan sisältöä: jakamaan elämänsä tapahtumia muille. He tapaavat kavereitaan useammin virtuaalisesti kuin kasvotusten ja kommunikoivat enemmän kirjallisesti kuin suullisesti. Ovatko he Prenskyn mukaisesti digitaalisesti viisaampia [2009] kuin aiemmat sukupolvet? Vai ovatko he vanhempiensa huolten mukaan "tyhmityneet" luottaen löytävänsä kaiken tiedon "googlettamalla" jatkuvasti, ajasta ja paikasta riippumatta [Carr, 2008]?

Olemmeko tekemässä samaa virhettä yhä uudelleen, kun varustaudumme opettajankoulutuksessa tämänhetkisten opettajien emmekä tämänhetkisten oppilaiden tapaan oppia? Jätämmekö huomioimatta jotain olennaista nykyisten oppijoiden tavassa oppia ja toimia? Ovatko koulut pian turhia laitoksia, jotka voidaan korvata virtuaalisilla tiloilla ja avatareilla? Vastauksia näihin kysymyksiin saamme ehkä tulevaisuudessa, kun tämä uusi sukupolvi on akateemisesti kypsä ilmaisemaan mielipiteensä tähän kaikkeen.

Viiteluettelo

- [Ajzen, 1991] Icek Ajzen, The theory of planned behaviour. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes* **50**, 2 (1991), 179-211.
- [Binkley *et al.*, 2012] Marilyn Binkley, Ola Erstad, Joan Herman, Senta Raizen, Martin Ripley, May Miller-Ricci and Mike Rumble, Defining Twenty-First Century Skills. *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (2012), 17-66.
- [Carr, 2008] Nicholas Carr, Is Google making us stupid? *The Atlantic* (2008).
- [Chen *et al.*, 2010] Wenli Chen, Carolyn Lim and Ashley Tan, Pre-service teachers' ICT experiences and competencies: New generation of teachers in digital age. In: *Proc. of the 18th International Conference on Computers in Education* (2010), 631-638.
- [Davis, 1989] Fred Davis, Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly* **13** (1989), 319-339.
- [Doolittle, 2001] Peter Doolittle, Multimedia learning: Empirical results and practical applications. In: *Teaching Online in Higher Education Conference, Purdue Univ.* (2001).
- [Drent and Meelissen, 2008] Marjolein Drent and Martina Meelissen, Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers & Education* **51**, 1 (2008), 187-199.
- [Gill and Dalgarno, 2010] Lincoln Gill and Barney Dalgarno, How does pre-service teacher preparedness to use ICTs for learning and teaching develop during the first two years of teacher training? In: *Proceedings Ascilite Sydney 2010*, 371-381.
- [Hargittai *et al.*, 2010] Eszter Hargittai, Lindsay Fullerton, Ericka Menchen-Trevino and Kristin Yates Thomas, Trust online: Young adults' evaluation of web content. *International Journal of Communication* **4** (2010), 468-494.
- [Hembrooke and Gay, 2003] Helene Hembrooke and Geri Gay, The laptop and the lecture: The effects of multitasking in learning environments. *Journal of Computing in Higher Education* **15**, 1 (2003), 46-64.
- [Kiili, 2012] Carita Kiili, Online reading as an individual and social practice. Jyväskylä studies in education, psychology and social research (441). University of Jyväskylä, Ph.D. Thesis, 2012.
- [Kiili *et al.*, 2013] Carita Kiili, Marita Mäkinen ja Julie Coiro, Rethinking academic literacies - Designing multifaceted academic literacy experiences for preservice teachers. *Journal of Adolescent & Adult Literacy* **57**, 3 (2013), 223-232.
- [Koehler and Mishra, 2005] Matthew Koehler and Punya Mishra, Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education* **21**, 5 (2005), 94-102.

- [Koehler and Mishra, 2009] Matthew Koehler and Punya Mishra, What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* **9**, 1(2009), 60-70.
- [Kumar and Vigil, 2011] Swapna Kumar and Katya Vigil, The net generation as preservice teachers: Transferring familiarity with new technologies to educational environments. *Journal of Digital Learning in Teacher Education* **27**, 4 (2011), 144-153.
- [Laru, 2013] Jari Laru, Designing and supporting use of emergent technology in teacher education. Case: ICT workshops for teacher education students. In: *Invited EAPRIL Cloud Symposium. Cloud 1 - Demands of 21st century for Teacher Education and Teacher Educators*. Switzerland, April 2013. Saatavilla elektronisesti: <http://pt.slideshare.net/larux/designing-and-supporting-use-of-emergent-technology-in-teacher-education-case-ict-workshops-for-teacher-education-students> (Haettu 25.4.2014)
- [Lee and Lee, 2014] Youngju Lee and Jihyun Lee, Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for technology integration through lesson planning practice. *Computers & Education* **73** (2014), 121-128.
- [Lehtinen, 2000] Erno Lehtinen, Teknisten ja pedagogisten innovaatioiden vuorovaikutus koulutusteknologian kehittämisessä. Teoksessa: *TEKES USIX seminaari*, Helsinki (2000).
- [Lei, 2009] Jing Lei, Digital natives as preservice teachers: What technology preparation is needed? *Journal of Computing in Teacher Education* **25**, 3 (2009), 87-97.
- [Nummenmaa ja Lehtinen, 2012] M. Nummenmaa ja E. Lehtinen, Etäopetuksen lumo: kansainvälinen kirjallisuuskatsaus. Etäopetuksen koordinoitihanke. Turun yliopisto (2012).
- [Opetussuunnitelma, 2004] Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Opetushallitus, 2004. Saatavilla elektronisesti: http://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf (Haettu 17.4.2014)
- [OPH, 2011] Opetushallitus, Tieto- ja viestintäteknikka opetusikäytössä – Väli- neet, vaikuttavuus ja hyödyt. Tilannekatsaus toukokuu 2011. Saatavilla elektronisesti: http://www.oph.fi/download/132877_Tieto_ja_viestintateknikka_opetuska ytossa.pdf (Haettu 17.4.2014)
- [Palfrey and Gasser, 2008] John Palfrey and Urs Gasser, *Born Digital: Understanding the First Generation of Digital Natives*. Basic Books, 2008.
- [Parment, 2012] Anders Parment, *Generation Y in Consumer and Labour Markets*. Routledge, 2012.

- [Prensky, 2001a] Marc Prensky, Digital natives, digital immigrants part I. *On the Horizon* 9, 5 (2001).
- [Prensky, 2001b] Marc Prensky, Digital natives, digital immigrants part II: Do they really think differently? *On the horizon* 9, 6 (2001).
- [Prensky, 2009] Marc Prensky, H. sapiens digital: From digital immigrants and digital natives to digital wisdom. *Innovate* 5, 3 (2009).
- [Pöntinen, 2013] Susanna Pöntinen, Tieto- ja viestintäteknologian opetuskäytön kulttuurin diskursiivinen muotoutuminen luokanopettajaopiskelijoiden puheessa. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Education, Humanities, and Theology, 49. University of Eastern Finland, Ph.D. Thesis, 2013.
- [Sadaf *et al.*, 2012] Ayesha Sadaf, Timothy Newby and Peggy Ertmer, Exploring pre-service teachers' beliefs about using web 2.0 technologies in K-12 classroom. *Computers & Education* 59 (2012), 937-945.
- [Selwyn, 2009] Neil Selwyn, The digital native – myth and reality. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives* 61, 4 (2009), 364-379.
- [So and Swatman, 2010] Koon Keung Teddy So and Paula Swatman, The diminishing influence of age and gender on e-learning readiness of teachers in Hong Kong. In: *Hybrid Learning. Lecture Notes in Computer Science* 6248 (2010), 477-488.
- [Strauss and Howe, 1991] William Strauss and Neil Howe, *Generations: The History of America's Future, 1584 to 2069*. New York: Morrow, 1991.
- [Tapscott, 2009] Don Tapscott, *Grown Up Digital: How the Net Generation Is Changing Your World*. New York: McGraw-Hill, 2009.
- [Teräs and Myllylä, 2011] Hanna Teräs and Marjatta Myllylä, Educating teachers for the knowledge society: Social media, authentic learning and communities of practice. In: *AACE Global Learn*, Melbourne 2011.
- [Thinyane, 2010] Hannah Thinyane, Are digital natives a world-wide phenomenon? An investigation into South African first year students' use and experience with technology. *Computers & Education* 55, 1 (2010), 406-414.
- [Valtonen *et al.*, 2010] Teemu Valtonen, Patrick Dillon, Stina Hacklin, and Pertti Väisänen, Net generation at social software: Challenging assumptions, clarifying relationships and raising implications for learning. *International Journal of Educational Research* 49, 6 (2010), 210-219.
- [Valtonen *et al.*, 2013] Teemu Valtonen, Stina Hacklin, Sini Kontkanen, Anu Hartikainen-Ahia, Sirpa Kärkkäinen and Jari Kukkonen, Pre-service teachers' experiences of using social software applications for collaborative inquiry. *Computers & Education* 69 (2013), 85-95.

[Wang *et al.*, 2013] Qian Wang, Michael D. Myers and David Sundaram, Digital natives and digital immigrants – Towards a model of digital fluency. *Business & Information Systems Engineering* **5**, 6 (Dec. 2013), 409-419.

Ammattiryhmien välinen yhteistyö IT-projekteissa

Vilma Saloranta

Tiivistelmä.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan, keitä eri ammattiryhmien edustajia ja muita osanottajia osallistuu IT-alan projekteihin sekä miten heidän yhteistyönsä sujuu. Lähemmin käydään läpi, minkälaisia ongelmia ja toimivia tapoja on löydetty sekä mitä parannusehdotuksia yhteistyön edesauttamiseksi on esitetty. Menetelmänä käytetään kirjallisuuskatsausta ja lähteinä tieteellisiä artikkeleita vuosilta 1990-2013. Valtaosa IT-projekteihin osallistujista näyttää tulevan tekniikan ja tietotekniikan aloilta. Mukana olevat käyttäjät ja heidän ammattialansa riippuvat kyseessä olevasta projektista, mutta eniten heitä oli mukana terveydenhoidon alalta. Yhteistyön yleisimmät ongelmat näyttäisivät löytyvän osallistujien yksilötekijöiden, johdon ja kommunikaation piiristä, toimivia tapoja ja menetelmiä taas edellä mainittujen kategorioiden lisäksi sosiaalisten suhteiden sekä työkalujen ja -tekniikoiden käytön parista. Parannusehdotuksia on tehty eniten johtoon, kommunikaatioon ja käytettyihin työkaluihin ja työtekniikoihin liittyen.

Avainsanat ja -sanonnat: tietotekniikka, IT-projektit, moniammatillinen yhteistyö, kommunikaatio

CR-luokat: K.7.4

1. Johdanto

Maailmamme on teknistynyt ja informaatioteknologian eli IT:n sovelluksia käytetään nykyään enenevässä määrin lähes kaikkialla. Sovelluksia valmistetaan monille eri käyttöaloille, joten niiden kehittämiseen tarvitaan monitieteellistä asiantuntemusta. Kehitysprojektien lopputulos riippuu hyvin pitkälti siitä, keitä kaikkia prosessiin osallistuu, ja miten heidän yhteistyönsä sujuu. Tässä tutkielmassa noudatetaan yhteistyön osalta Patelin ja muiden [2012] käyttämää määritelmää, jonka mukaan yhteistyöllä tarkoitetaan useamman kuin yhden ihmisen yhdessä tekemään työtä yhden tai useamman ajanjakson ajan yhteisen päämäärän tai päämäärien saavuttamiseksi.

Informaatioteknisten sovellusten suunnittelussa ja toteutuksessa hyödynnetään moniammatillista osaamista. Moniammatillisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä ammattilaisten osallistumista projektiin eri aloilta, jotka liittyvät kehitteillä olevaan sovellukseen, tai joista on hyötyä sovelluksen kehityksessä. Tek-

nisiä sovelluksia tehdään lähes joka alalle, ja harvalla IT-alan ammattilaisella on ammattiosaamista ja kokemusta 2000-luvun tutkimuksista myös aloilta, joille sovelluksia tehdään. Näin ollen he eivät tiedä, mitä sovelluksen tulevat käyttäjät oikeasti tarvitsevat. Lisäksi IT-alan kenttä on laaja, joten kovin monilla ei ole tietämystä kaikilta oman alansakaan eri osa-alueilta. Sovellusten suunnitteluun ja kehitykseen tarvitaan siis mukaan paitsi eri alojen eksperttejä, myös niitä ihmisiä, joille sovelluksia tehdään, jotta lopputuloksista saadaan toimivia ja tarkoituksenmukaisia.

Moniammatilliseen yhteistyöhön liittyy aina haasteita. Monien eri aloja ja ammatteja edustavien ihmisten tiedot, taidot, näkemykset ja tavoitteet kyseessä olevan projektin suhteen eivät välttämättä aina kohtaa. Tämä on tärkeää tiedostaa, jotta asiaan voidaan varautua ja löytää ratkaisuja, sillä yhteistyön haasteet vaikuttavat oleellisesti projekteissa työskenteleviin ihmisiin ja sitä kautta projektien lopputuloksiin.

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, miten eri ammattiryhmien yhteistyö IT-alan projekteissa sujuu. Tutkimuskysymykseen pyritään vastaamaan selvittämällä

- keitä kaikkia IT-alan ja muiden alojen ammattilaisia osallistuu IT-alan suunnitteluprojekteihin ja -prosesseihin,
- minkälaisia ongelmia yhteistyössä esiintyy ja missä yhteyksissä sekä
- miten moniammatillista yhteistyötä voidaan parantaa ja edesauttaa.

Tutkielmassa keskitytään moniammatilliseen yhteistyöhön ja tämän yhteistyön laatuun. Samojen alojen ammattilaisten yhteistyö, yhteistyötä tehostavien teknisten sovellusten ja moniammatillisen yhteistyön historiallisen kehityksen tarkempi tarkastelu ei kuulu tämän tutkielman piiriin.

Menetelmänä käytetään kirjallisuuskatsausta ja lähteinä on hyödynnetty tieteellisistä tietokannoista haettuja artikkeleita. Ensimmäisenä tarkastellaan käytettyjä tutkimusmenetelmiä ja lähteiden analyysiä. Seuraavaksi käydään läpi yhteistyötä IT-projekteissa tarkastelemalla keitä projekteihin osallistuu. Tämän jälkeen käydään tarkemmin läpi, minkälaisia ongelmia yhteistyössä on tullut vastaan, mitä toimivia tapoja on huomattu ja mitä ehdotuksia yhteistyön parantamiseksi on esitetty. Lopussa vielä pohditaan tuloksia ja tehdään lyhyt yhteenveto.

2. Menetelmä

Tämän tutkimuksen menetelmänä käytetään kirjallisuuskartoitusta. Aiheeseen liittyviä tieteellisiä artikkeleita etsittiin tietokantahauilla. Tämä hakuprosessi ja hakujen tulokset on koottu tarkemmin taulukkoon 1 selventämään prosessin kulkua. Taulukkoon on merkitty, mitä hakuja tehtiin mistäkin tietokannasta, millä hakusanayhdistelmillä ja rajauksilla, sekä tulosten ja valittujen artikkelien määrä. Seuraavaksi kerrotaan tarkemmin hakuprosessista ja lopullisten lähdeartikkelien valinnasta.

2.1. Artikkelien valinta

Artikkeleita haettiin seuraavista tietokannoista: ACM Digital Library, Springer-Link, ScienceDirect ja IEEE Xplore. Hakuprosessin aikana näistä jätettiin pois ACM Digital Library ja IEEE Xplore, sillä niistä ei löytynyt aiheeseen liittyviä artikkeleita. Jäljelle jäi siis kaksi tietokantaa, SpringerLink ja ScienceDirect. Haut tehtiin vuoden 2013 syyskuussa ja lokakuun alussa.

Tärkeimpiä hakusanoja olivat informaatioteknologiaan (information technology), yhteistyöhön (collaboration, cooperation) ja yhteistyössä tehtävään suunnitteluun viittaavat sanat (mm. codesign, cocreation). Tarkemmat hakusanat löytyvät taulukon 1 sarakkeesta Hakusanat.

Tietokannoissa artikkeleita pystyi hakusanojen lisäksi rajaamaan ja karsimaan muillakin tavoilla, kuten julkaisun tyyppin, tieteenalan ja näiden alalojen, sekä kielen ja vuoden mukaan. Julkaisun tyyppi rajattiin artikkeleihin ja lehtiin. Tieteenalojen rajauksina käytettiin enimmäkseen tietojenkäsittelytiedettä (Computer Science), informaatioteknologiaa (Information technology) ja psykologiaa (Psychology). Tarkemmin käytetyt rajaukset on listattu taulukon 1 Rajaukset-sarakkeeseen.

Artikkelit valittiin paitsi hakusanojen osuvuuden mukaan, myös otsikon, abstraktin, avainsanojen, väliotsikoiden, johdanto-osion ja lopulta muun sisällön perusteella. Jos näiden sisältö ja näkökulma liittyi tämän tutkielman tutkimuskysymykseen, artikkeli otettiin mukaan kirjallisuuskatsaukseen.

Artikkeleista karsittiin pois ne, joiden näkökulma ei ollut sama kuin tässä tutkielmassa. Lähteiksi ei siis valittu artikkeleita, jotka eivät olleet nimenomaan informaatiotieteiden alalta, vaikka olivat hakusanoihin ja rajauksiin sopineetkin. Myös ne artikkelit karsittiin, jotka käsitelivät pelkästään yhteistyötä helpottavia ohjelmia tai sovelluksia IT-alalta, tai näiden sovellusten kehitystä sovellusten vaatimusten eikä niiden kehittäjien näkökulmasta. Sellaisia artikkeleita ei otettu mukaan, joista puuttui näkökulma ihmisten väliseen vuorovaikutukseen tai eri alojen ammattilaisten väliseen vuorovaikutukseen.

Tietokanta	Hakusanat	Rajaukset	Tulokset	Mukaan
SpringerLink	(information technology) AND project AND professionals AND (cocreate OR cocreation OR codesign OR (collaborative design) OR cooperation)	Social Sciences, Psychology, Computer Science, Article, English AND 2010-2013	46	4
	(information technology) AND project AND professionals AND (human cooperation) AND (cocreate OR cocreation OR codesign OR (collaborative design) OR cooperation)	English, Psychology, Social Sciences, Computer Science AND Article	85	1
	(information technology) AND (participatory design) AND projects AND quality AND workers AND (codesign OR (collaborative design))	English, Philosophy, Social Sciences, Applied Ethics AND Article	9	1
	(information technology) AND (participative development) AND (cocreation OR codesign OR (collaborative design))	English, Psychology, Computer Science AND Article	30	1
	(information system development) AND (user participation) AND multi-professional AND quality AND (cocreation OR codesign OR collaboration OR cooperation)	English, Computer Science AND Article	5	1
Science Direct	(information technology projects, quality) AND (cooperation, codesign, collaborative design)	Journals AND Computer Science	11	1
	(information system development, multi-professional groups, quality of team work) AND (collaborative design, human cooperation)	Journals, Computer Science, Collaborative Design, Information technology, Design process, Human factor AND Project team	15	3
	(information system development, multi-disciplinary) AND (collaborative design, cooperation)	Collaborative Design, Information technology AND Team	16	1
	(information technology project, user participation) AND (cooperation, collaborative design)	Journals, Computer Science, Information system, Information technology AND Design process	42	3
	(information technology project, user participation, multi-professional) AND (cooperation, collaborative design)	Journals, Computer Science, Information system, Information technology AND System design	27	1
Yhteensä			286	17

Taulukko 1. Hakutulokset

Myös artikkeleissa käytetty lähdeluettelo vaikutti valintaan: pois jätettiin artikkeleita, joiden lähdeluettelossa ei ollut mitään tämän tutkielman tutkimuskysymykseen liittyvää. Lähdeluetteloä tutkittiin tapauksissa, joissa artikkelia ei pystynyt avaamaan netissä, eivätkä artikkelin otsikko, abstrakti ja avainsanat

vielä kertoneet artikkelin sisällöstä tarpeeksi. Myös sellaiset artikkelit karsittiin, joita ei pystynyt avaamaan netistä kuin maksua vastaan ja joita ei löytynyt Tampereen yliopiston kirjastosta.

Hakutuloksiksi tulleiden artikkelien omilla sivuilla listattiin samaan aiheeseen liittyviä muita artikkeleita (Recommended articles). Yksi artikkeli valittiin näiden listojen kautta. Kirjallisuuskatsaukseen valittiin lopulta mukaan yhteensä 17 artikkelia.

2.2. Artikkelien analyysi

Artikkelien analyysissä pyrittiin löytämään artikkeleissa esiintyvät variaatiot osallistujien sekä yhteistyön ongelmien, toimivien puolien ja parannusehdotusten osalta. Artikkelit analysoitiin koko tekstin perusteella. Tosin joissakin artikkeleissa oli muuhunkin kuin omaan tutkimuskysymykseeni liittyviä aiheita ja tutkimuksia muiltakin aloilta, jolloin nämä kohdat jätettiin pois analyysistä.

Artikkeleista koottiin analysointivaiheessa taulukko sisällön perusteella. Taulukkoon listattiin

- artikkelien julkaisuvuosi,
- alat, joita artikkeleissa käsiteltiin,
- keitä ammattilaisia artikkelissa esiintyi,
- käsitteikö artikkelin ihmisisten välistä yhteistyötä vai oliko CSCW:tä eli teknisiä yhteistyösovelluksia mukana,
- millainen oli artikkelissa käsiteltävän yhteistyön laatu ja mitkä asiat siihen vaikuttivat ja
- oliko artikkelissa esitetty joitakin keinoja, tai parannusehdotuksia yhteistyölle.

Analyysitaulukosta huomattiin, että artikkelit voidaan luokitella monella eri tavalla sen mukaan, miten ja millä tasolla yhteistyötä niissä käsitellään. Selkeimmäksi luokittelutavaksi nousi luokittelu yhteistyössä vastaan tulleiden ongelmien, toimivien tapojen ja ratkaisuehdotusten mukaan. Tätä luokittelutapaa käytetään tässä tutkielmassa.

3. Yhteistyö IT-projekteissa

Tässä osiossa käydään moniammatillista yhteistyötä IT-projekteissa tarkemmin läpi erittelemällä ensin läpi käytyjen tutkimusten osallistujia ja näistä vielä erikseen tarkemmin käyttäjien roolissa olleita osallistujia. Tämän jälkeen tarkastellaan tutkimuksissa esille nousseita yhteistyön ongelmia, hyväksi ja toimiviksi havaittuja toimintatapoja ja viimeiseksi artikkeleissa esitettyjä parannusehdotuksia. Artikkelien sisältö on koottu myös taulukkoon 4.

3.1. Osallistujat

Artikkeleissa mainitut IT-projekteihin osallistujat olivat valtaosaksi tekniikan ja IT:n eri aloilta. Mainittuja aloja olivat muun muassa sähkötekniikka, operaatioanalyysi ja liiketaloustiede [Sonnenwald, 1995] sekä konetekniikka, kemian teknologia, materiaalitieteet, ohjelmistotuotanto, tuotanto ja ympäristötekniikka [Sonnenwald, 1996].

Mainittuja ammattiryhmiä oli monia. Käytettävyyden eli UI:in viittavia ammattinimikkeistä mainittiin erilaiset UI-asiantuntijat kuten työtiedeasiantuntijat (human-factor specialists) ja käyttäjä/kuluttajainsinöörit (user engineers) [Patel et al., 2012] ja terveystieteiden ja käytettävyyden eli HI-U-asiantuntija (health informatics and usability specialist) [Scandurra et al., 2011]. Lisäksi monissa artikkeleissa kerrottiin mukana olleen suunnittelijoita, joista osa voitaneekin laskea mukaan käytettävyyden puolelle.

Paljon enemmän mainintoja tuli teknisimmistä ammattinimikkeistä. Näitä olivat muun muassa ohjelmistokehittäjä [Kleinsmann and Valkenburg, 2008], järjestelmäkehittäjät, arkkitehdit, sekä erilaiset insinöörit, kuten käyttäjäinsinöörit (user engineers), virtuaalitestaaajat (virtual test engineers) ja muut testausinsinöörit (physical test engineers) [Patel et al., 2012]. Muita nimikkeitä olivat ohjelmistooluutit, verkkopalvelimen ylläpitohenkilökunta, HW-spesialistit ja arkkitehtuurispesialistit [Spence and Reddy, 2012].

Muutamia muidenkin kuin tekniikan alojen edustajia oli tutkimuksissa mukana. Näitä olivat muun muassa ergonomisti [Kleinsmann and Valkenburg, 2008], teollinen muotoilija [Freudenthal et al., 2011], myynti- ja asiakaspalveluammattilaiset [Matthews et al., 2012] sekä hoitokotien palveluammattilaiset [Herrmann et al., 2013].

Kahdeksassa eli lähes puolessa artikkeleista mainittiin tutkimuksissa tarkastelluissa projekteissa olleen mukana projektipäällikkö tai vastaavia johdon edustajia. Yleisin nimike oli projektipäällikkö tai muu päällikkö.

Ammattinimikkeet vaihtelivat artikkeleissa paljon. Eri tutkimuksissa tois-tuvia nimikkeitä olivat suunnittelijat, kehittäjät, asiantuntijat sekä insinöörit. Monet IT-alan työtehtävät saattavat kuitenkin olla hyvin samankaltaisia työntekijöiden nimityksistä riippumatta, joten ammattinimikkeet tuskin edustavat vain kyseiseen nimikkeeseen sidottuja työtehtäviä.

Tutkimusartikkeleissa oli mainittu muiden osallistujien lisäksi IT-projekteissa mukana olleita käyttäjiä. Heidän ammattialansa riippuivat oleellisesti kyseessä olevasta projektista. Artikkelien projekteissa mukana oli myyntialan ammattilaisia [Sonnenwald, 1995], IT-alan ammattilaisia kuten kyberinfrastruktuuriasiantuntijoita [Pennington, 2011] ja laaja kirjo terveydenhuoltoalan ammattilaisia, kuten sairaanhoitajia, lääkäreitä [Bossen, 2011], kirurgeja, sädehoita-

ja [Freudenthal et al., 2011] sekä puheterapeutteja ja psykologeja [Porayska-Pomsta et al., 2012]. Porayska-Pomstan ja muiden tutkimuksessa osallistujina oli myös normaalisti kehittyviä lapsia, autistisia lapsia ja nuoria aikuisia sekä heidän vanhempiaan.

Suurin osa artikkeleissa mainituista käyttäjistä oli joltakin muulta kuin IT-alalta. IT-alalta käyttäjiä oli mukana vain kahdessa artikkelissa niistä yhdeksästä, joissa kerrottiin enemmän tutkimuksissa ja projekteissa mukana olleista käyttäjistä. Terveystieteiden alan työntekijöitä taas oli mukana paljon. Viidessä artikkelissa yhdeksästä käyttäjistä ainakin osa oli terveydenhoitoalalta.

3.2. Ongelmat yhteistyössä

Yleisimmät ongelmat IT-alan projekteissa liittyvät osallistujien yksilöllisiin tekijöihin, projektien johtamiseen ja kommunikaatioon. Näissä kolmessa yleisimmässä kategoriassa ei tapahtunut ajan mukana muutosta artikkelien välillä, vaan niitä löytyi tasaisesti kaikkien kolmen vuosikymmenen artikkeleista.

Yksilöllisistä tekijöistä ongelmina mainittiin usein osallistujien omat henkilökohtaiset päämäärät projektin suhteen. Patelin ja muiden [2012, table 8] mukaan osallistujien tavoitteet voivat olla samansuuntaisia tai erisuuntaisia yrityksen ja projektin tavoitteiden suhteen, ja näiden henkilökohtaisten ja yrityksen päämäärien yhteensulautumisella on suuri vaikutus yhteistyön onnistumiseen. Osallistujien psykologiset erot sekä niiden yhteensopimattomuus ryhmässä voivat olla omasta puolestaan ongelmien lähde [Patel et al., 2012, table 7]. Näitä ovat esimerkiksi Ruohosen [1991] mainitsemat liian samanlaiset tai liian erilaiset persoonallisuudet. Yhteensopimattomia voivat olla myös ihmisten erityylyiset työtavat [Patel et al., 2012, table 6] tai ajattelutavat [Steen, 2013]. Myös yksilön sisäiset ja ulkoiset negatiiviset tekijät saattavat vaikeuttaa yhteistyötä. Näitä olivat muun muassa Herrmannin ja muiden [2013] mainitsema arvostelun kohteeksi joutumisen pelko sekä Borovitsin ja muiden [1990] huomioima kasvojen menetyksen pelko, joka saattaa vähentää myönnytysten tekemistä ongelmanratkaisutilanteissa. Patelin ja muiden [2012, table 2] mukaan lisäksi huonot työolot ja työympäristö voivat vaikuttaa negatiivisesti henkiseen ja fyysiseen hyvinvointiin ja haluun tehdä yhteistyötä.

Toinen suuri ongelmien lähde moniammatillisessa yhteistyössä oli johtaminen. Siitä johtuvia yleisimpiä ongelmia olivat ristiriitaiset päämäärät sekä ristiriitaiset tai epäselvät roolit ryhmien sisällä. Myös ryhmien kokoonpanon muuttuminen todettiin ongelmaksi monissa tutkimuksissa. Matthews ja muiden [2012] mukaan kokoonpanon muuttuminen vaikeuttaa päämäärien luontia ja fokuksen pitämistä sekä heikentää sosiaalista tukea.

Kommunikaation yleinen epäonnistuminen oli yksi suurimmista ja useimmin mainituista ongelmista yhteistyössä. Syitä kommunikaation toimimatto-

muuteen mainittiin monia, muun muassa Kleinsmannin ja Valkenburgin [2008] mukaan eri kielen ja ammattikielen käyttö luo kommunikaatiovaikeuksia. Spence ja Reddy [2012] puolestaan havaitsivat tutkimuksessaan kommunikaatiotyylien erot: virallisuonteinen ja muodollinen vuorovaikutus voi viedä paljon enemmän aikaa kuin epämuodollinen kommunikaatio.

Yleisimmät ongelmat IT-alan projekteissa on listattu yhteenvedon omaisesti taulukoissa 2 ja 3. Yhteistyön ongelmat, toimivat tavat ja parannusehdotukset on jaettu yhteensä yhdeksään eri kategoriaan.

3.3. Toimivat tavat

Artikkeleissa mainittiin yhteistyössä toimivia tapoja jopa ongelmia enemmän. Näistä suurimmat kategoriat olivat yksilötekijät, johtaminen, kommunikaatio, sosiaaliset suhteet sekä työkalut ja -tekniikat.

Moniammatillisissa yhteistyöprojekteissa toimiviksi tekijöiksi yksilöiden osalta huomattiin oppiminen. Steen [2013] mainitsi molemminpuolisen oppimisen, jossa esimerkiksi pelkästään kehittäjät eivät opi käyttäjiltä vaan myös käyttäjät kehittäjiltä. Patel ja muut [2012, table 5] mainitsivat muilta oppimisen lisäksi kokemuksista oppimisen, niin onnistumisista kuin epäonnistumisistakin. Hyviksi yksilöiden piirteiksi yhteistyön kannalta Steen [2013] nostaa esiin myös uteliaisuuden. Uteliaisuudella hän [2013] tarkoittaa avoimuutta ja herkkyyttä muita ihmisiä ja heidän kokemuksiaan, sekä omia kokemuksia ja oppimista kohtaan. Tämän uteliaisuuden käsitteen alle voidaan laskea samassa artikkelissa [2013] mainitut empatia ja käyttäjän ymmärtäminen.

Johtamisen osalta toimiviksi tekijöiksi nostettiin muun muassa työtiimien pysyvyys eli sellaisten työryhmien muodostaminen, joiden osallistujat eivät vaihdu. Matthews ja muiden [2012] mukaan ryhmiin liittyvät prosessit, kuten ryhmän jäseneksi hyväksyminen ja sosiaalinen tuki, motivoivat ryhmän jäseniä osallistumaan, helpottavat neuvomista sekä tiedon ja osaamisen jakamista. Toinen useasti mainittu toimiva tekijä oli selkeiden roolien muodostaminen ryhmässä. Yhteistyö helpottuu kun yksilöiden roolit ovat selkeät ja sopivat yhteen ryhmän tavoitteiden kanssa [Patel et al., 2012, table 6]. Yhteistyötä edesauttaa myös samassa paikassa työskentely. Muun muassa Patel ja muut [2012, table 2] mainitsevat sen helpottavan epävirallista kommunikaatiota sekä jaetun tietoisuuden ja mentaalimallien pysyvyyttä. Heidän mukaansa samassa paikassa työskentely voi lisäksi edistää sosiaalisia suhteita ja tehostaa ongelmien ratkaisua.

Valtaosassa tutkimuksista kommunikaation eri puolet mainittiin tärkeäksi moniammatillisen yhteistyön kannalta. Muun muassa Borovitsin ja muiden [1990] mukaan vapaa ja hajautettu kommunikaatiotyyli edistää paitsi yhteistyötä myös ryhmän ilmapiiriä. Tutkimuksissa tuli esiin tämän lisäksi suoran ja

suullisen vuorovaikutuksen toimivuus. Freudenthal ja muut [2011] mainitsivat suullinen vuorovaikutuksen toimivan paremmin kuin kirjallinen dokumentaatio osallistujien ammattialojen eroista johtuen, kun taas Patelin ja muiden [2012, table 8] mukaan suora kasvokkain tapahtuva kommunikaatio edesauttaa luottamuksen syntyä ja näin ollen yhteistyötä.

Sosiaalisia suhteita ei juurikaan mainittu ongelmien lähteeksi, mutta sitäkin useammin toimiviksi ja yhteistyötä edesauttaviksi tekijöiksi. Muihin tutustumisen tai muiden jo ennestään tunteminen mainittiin monissa artikkeleissa yhteistyötä edistävänä tekijänä, esimerkiksi Scandurra ja muut [2011] kuvasivat omassa tutkimuksessaan yhteistyön sujuneen muihin tutustumisen jälkeen tehokkaasti, toimivasti ja suurella innostuksella. Patelin ja muiden [2012, table 6] mukaan tiimien hyvät ihmissuhteet parantavat yhteistyötä, ne voivat esimerkiksi auttaa ymmärtämään muiden toimia paremmin sekä lisätä tukea ja motivaatiota. Matthews [2012] ja Patel ja muut [2012, table 3] mainitsivat toimivaksi myös ammatillisten verkostojen luomisen ja niiden hyödyntämisen muun muassa sosiaalisen tuen ja mentoroinnin lähteenä. Sosiaalisten suhteiden toimivuus mainittiin yli puolessa 2000-luvun artikkeleista, eli huomattavasti useammin kuin 1990-luvun tutkimuksissa, joista ne mainittiin vain yhdessä.

Erilaisten työkalujen ja -tekniikoiden käyttö osana projektia mainittiin yhteistyötä edesauttaviksi yli puolessa tutkimuksista. Näitä työkaluja ja -tekniikoita olivat muun muassa Kensingin ja Blombergin [1998] tutkimuksessaan mainitsevat skenaariot, mallit, simulaatiot, työpajat, keskustelut, suunnittelupelit sekä erilaisten prototyyppien tekeminen. Nämä työkalut ja -tekniikat välttävät perinteisten suunnittelutapojen liian abstraktit esitystavat ja sallivat työntekijöiden ja suunnittelijoiden kokeilla helpommin monia suunnitteluratkaisuja taloudellisesti kannattavalla tavalla [Kensing and Blomberg, 1998]. Erilaisten materiaalien hyödyllisyys nostettiin myös esiin, näitä ovat esimerkiksi Penningtonin [2011] ehdottamat erilaiset diagrammit, kaaviot, tekstit, aikataulut ja tarve- tai tehtävämatriisit. Teknisten yhteydenpito- ja yhteistyövälineiden todettiin helpottavan myös kanssakäymistä. Patelin ja muiden [2012, table 3] mukaan tällainen teknologia voi parantaa muun muassa yhteistyön tehokkuutta, lopputuloksen laatua, yksilöiden ja ryhmän tyytyväisyyttä, sekä mahdollistaa yhteistyön yli aikavyöhykkeiden, sijainnin, organisaatioiden puitteiden ja kulttuuritekijöiden.

Artikkeleissa mainitut IT-alan projektien yhteistyössä toimivat tavat on lisätty taulukkoihin 2 ja 3.

3.4. Parannusehdotuksia yhteistyölle

Artikkeleissa esitettiin eniten parannusehdotuksia johtamisen, kommunikaation ja käytettävien työkalujen ja -tekniikoiden osalta.

Paljon tehtiin ehdotuksia toimista, joilla johto pystyy parantamaan työntekijöiden ja ryhmien yhteistyötä. Näitä olivat muun muassa parempi tietoisuus työntekijöiden työelämän eri puolista ja siitä, miten ydintyön ulkopuoliset yhteisöt ja verkostot voivat vaikuttaa ydintyöhön, sekä kannustaminen osallistumaan näihin [Matthews et al., 2012]. Patel ja muut [2012, table 6] ehdottivat työn vaatimuksien hallintaa ja organisointia niin, että tutustumiselle ja suhteiden luomiselle jää aikaa. Lisäksi Patel ja muut [2012, table 8] tekivät ehdotuksen ryhmien palkitsemisesta yksilöiden sijaan, sillä tämä antaisi motivaatiota muiden kanssa työskentelyyn.

Kommunikaation osalta yhteistyön parannukseksi ehdotettiin käyttäjien ja suunnittelijoiden yhteistyön tiivistä jo ennen kuin ongelmia syntyy [Liu et al., 2011]. Pennington [2011] ehdotti tutkimuksessaan tarvittavien taustatietojen esiin tuomista ideoiden ymmärtämiseksi sekä kanssakäymisen helpottamista eli fasilitaatiota. Penningtonin luonnehtiman fasilitaation voi nähdä samankaltaisena ilmiönä kuin Sonnenwaldin [1995] kuvaileman agentin roolin. Agentin tarkoituksena on helpottaa vuorovaikutusta ja sovittelua konflikteja osallistujien välillä [Sonnenwald, 1995, table 1].

Teknisiä työkaluja ehdotettiin muutamissa artikkeleissa. Matthews ja muut [2012] ehdottivat yhteistyötä ja yhteydenpitoa helpottavien teknisten työkalujen kuten sähköpostia, blogeja, wikejä ja forumeita yhdistävien sovelluksien käyttöä. Spence ja Reddy [2012] puolestaan ehdottivat asynkronista yhteistyötä sekä chatin käyttöä. Muita kuin teknisiä ehdotuksia olivat erilaiset yhteistyön tekniikat, kuten kokonaisvaltainen lähestymistapa asiakkaan järjestelmään [Steen, 2013] sekä agentin roolin käyttämistä mukana suunnittelussa [Sonnenwald, 1995]. Työkaluja ja -tekniikoita ehdotettiin yhteistyön parantamiseksi enemmän 2000-luvun artikkeleissa, kun taas 1990-luvun puolelta olevissa artikkeleissa ne mainittiin vain yhdessä.

Artikkeleissa esitettyjä parannusehdotuksia IT-alan projektien yhteistyöhön on kerätty taulukkoihin 2 ja 3.

4. Pohdinta

Tässä tutkimuksessa oli artikkeleita kolmelta eri vuosikymmeneltä ja tutkittavien teemojen kohdalla saattoikin havaita pientä historiallista muutosta. 1990-luvulla tutkimus oli kenties keskittynyt hieman eri teemoihin ja yhteistyön osa-alueisiin kuin 2000-luvulla, sillä esimerkiksi muutamista taulukoiden 2 ja 3 kategorioista, kuten käyttäjistä ja työkaluista ja -tekniikoista ei raportoitu ongelmia 1990-luvulla lainkaan (taulukko 4). Tämä voi tosin johtua siitä, että 2000-luvun artikkelit olivat tässä tutkimuksessa kattavammin edustettuna. Jos saman aihepiirin mahdollisiin tuleviin tutkimuksiin saadaan mukaan enemmän artik-

keleita aiemmalta vuosikymmeneltä tai -kymmeniltä, saattaa nyt tyhjiksi jääneisiin kohtiin löytyä täytettä.

Hieman erilaisia tuloksia todennäköisesti saataisiin, jos tutkimus toistettaisiin myöhemmin, sillä uusia tutkimusartikkeleita julkaistaan nopeaan tahtiin. Myös eri hakusanoja ja rajauksia käyttämällä voitaisiin hyvin todennäköisesti saada hakutuloksiksi hieman eri sovellusalueilta tehtyjä artikkeleita. Joitakin yksittäisiä huomioita saattaisi tulla näistä lisää, mutta tämän tutkimuksen suuret linjat pitäisivät todennäköisesti edelleen paikkansa.

Monet esiin tulleista tulosten suurista linjoista olivat tuttuja, kuten yleisimpien yhteistyön ongelmien johtumisesta yksilötekijöistä, kommunikaation toimimattomuudesta sekä huonosta tai riittämättömästä johtamisesta. Monia uusia mielenkiintoisia ja suuria linjoja yksityiskohtaisempia havaintoja kuitenkin löytyi. Tutkimuksissa mukana olleiden käyttäjien puolelta suuresti edustettu terveydenhoidon puoli oli yllättävä. Tästä olisi kiinnostavaa tehdä lisätutkimusta ja selvittää pitääkö tämä paikkansa myös laajemmassa mittakaavassa. Se, että toimivia tapoja oli tutkimusartikkeleissa mainittu keskimäärin jopa enemmän kuin ongelmia oli myös yllättävää, sillä ongelmien huomaamisen voisi olettaa olevan helpompaa.

Suurimpaan osaan yhteistyön ongelmiksi mainituista seikoista löytyi toimivia tapoja ja ratkaisu- tai parannusehdotuksia. Näitä löytyi paljon esimerkiksi taulukon 2 yksilötekijöiden, johtamisen ja kommunikaation kategorioista. Kaikkiin ongelmiin ei kuitenkaan löytynyt näitä vastaavia toimivia tapoja tai

Kategoriat	3.2. Ongelmat	3.3. Toimivat tavat	3.4. Ratkaisuehdotukset
Yksilötekijät	<ul style="list-style-type: none"> - Omat päämäärät - Tiedon vääristys - Omat mielilymykset - Tunteet - Motivaatioerot - Eri taustat - Ennako-odotukset - Eri ajattelu- ja työtavat - Mielipide-erot - Yksilöllisen vastuun tunne - Arvostelun ja kasvojen menetyksen pelko - Psykologiset erot ja niiden yhteensopimattomuus - Huono hyvinvointi 	<ul style="list-style-type: none"> - Itsensä kehittäminen ammattilaisena - Positiiviset mielikuvat lopputuloksesta - Motivaation löytäminen - Sitoutuminen - Empatia - Uteliaisuus - Voimaantuminen - Refleksiivisyys - Korkea hyvinvointi - Kokemuksista ja muilta oppiminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Uuden tieteenalan sisällön ymmärtäminen ja sen liittäminen jo olemassa olevaan tietoon - Kärsivällisyys
Johtaminen	<ul style="list-style-type: none"> - Johdon vähäinen tuki - Ristiriitaiset päämäärät - Ristiriitaiset tai epäselvät roolit - Koordinaation puute - Ryhmien kokoonpanon muuttuminen - Vapaaehtoisten tehtävien ja yhteisöjen pitäminen aktiivisina - Yhteisen tietopohjan puuttuminen - Huono konfliktien hoito - Liian heterogeeniset tai isot ryhmät - Yksilöiden palkitseminen - Erot vallassa, statuksissa ja etuoikeuksissa 	<ul style="list-style-type: none"> - Johdon tuki - Menettelytapojen muuttaminen - Selkeät roolit ryhmässä - Työtiin pysyvyys - Työtehtävien, vastuun ja tietoisuuden jakaminen - Samassa paikassa työskentely - Tarpeeksi isot ryhmät - Selkeät ja jaetut päämäärät - Itseorganisoituvat ja osittain autonomiset tiimit - Aktiviteetit tiimien muodostamiseksi - Yhteinen tietopohja - Hyvä tiedon ja virheiden hallinta - Päätöksentekoon osallistuminen - Mahdollisuus yhteisen päämäärän luomiselle 	<ul style="list-style-type: none"> - Johdon parempi tietoisuus työntekijöiden työelämän eri puolista ja kannustus osallistumaan niihin - Tehtävien jakaminen - Harkittu tiimien kokoonpanon valitseminen - Pienet, yhtenäiset ja pysyvät tiimit - Laaja yhtenäinen runko - Ryhmien palkitseminen yksilöiden sijaan - Kaikki ryhmän jäsenet työtehtävään sitouttava tehtävän organisointi - Selvät roolijat - Aikaa tutustumiselle ja suhteiden luomiselle
Kommunikaatio	<ul style="list-style-type: none"> - Virallinen/muodollinen vuorovaikutus ja kommunikaatio - Eri kieli - Eri ammattikieli - Eri kuvaus- tai esitystavat 	<ul style="list-style-type: none"> - Vapaa, hajautettu ja ryhmän sisäinen kommunikaatio - Vastustajien välinen kommunikaatio ja kontakti - Suullinen ja suora vuorovaikutus - Sovittelevat viestit ja vihjeet - Asioiden uudelleen muotoilu - Neuvottelu - Monitulkinnallisuuden säilyttäminen - Käyttäjien ja suunnittelijoiden välinen tiivis yhteistyö - Sama ammattikieli - Eri alojen termien selittäminen ja selvittäminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Neuvottelu - Kommunikaatiostrategiat - Käyttäjien ja suunnittelijoiden tiivis yhteistyö - Yhteisen toimintasuunnitelman laatiminen - Kanssakäymisen suunnittelu ja helpottaminen - Neuvottelu kehitetyistä ideoista - Tehokas toiminta jo tiimien varhaisen vuorovaikutuksen vaiheessa - Tarvittavat taustatiedot esiin - Käsitteiden löytäminen

Taulukko 2. Kokoava taulukko, osa 1.

Kategoriat	3.2. Ongelmat	3.3. Toimivat tavat	3.4. Ratkaisuehdotukset
Sosiaaliset suhteet	<ul style="list-style-type: none"> - Liittoutuminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Muihin tutustuminen - Muiden tunteminen - Luottamus - Valtasuhteiden uudelleenmuodostus - Ammatillisten verkostojen ja yhteistyön luominen ja hyödyntäminen - Työyhteisöt sosiaalisen tuen ja mentoroinnin lähteenä - Osapuolten joustavuus - Rento ja hyvä työilmapiiri - Hyvä tiimihenki ja tuki 	
Käyttäjä	<ul style="list-style-type: none"> - Käyttäjän haluttomuus - Käyttäjä ei hyväksy järjestelmää - Käyttäjä ei ymmärrä järjestelmän tarkoitusta - Käyttäjä ei tiedä työnsä vaatimuksia tai osaa kertoa niitä 	<ul style="list-style-type: none"> - Käyttäjien sitoutuminen 	
Koulutus	<ul style="list-style-type: none"> - Uusien ryhmänjäsenten kouluttaminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Koulutus moniammatilliseen työskentelyyn ja yhteistyöhön - Kurssit, luennot, projektitöiden tarkkailu, seminaarit - Mentorointi 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunikaatiroolien opettaminen - Kurssit ja harjoitukset - Koulutusta uusista prosesseista
Asiantuntijuus		<ul style="list-style-type: none"> - Asiantuntijuuden tunnistaminen - Korkea osaamisen taso - Hyvä tiedon hallinta ja sen jakaminen - Uskottavuus 	
Työkalut ja -tekniikat	<ul style="list-style-type: none"> - Epäsopivat työkalut - Teknisten työkalujen ja yhteydenpitovälineiden käyttö päätöksenteon apuna 	<ul style="list-style-type: none"> - Suunnitteluprosessin viisi vaihetta - Tavanomaisten esitysten ja kuvausten muuttaminen - Skenaariot, mallit, työpajat, suunnittelupelit, prototyypit, kyselyt, haastattelut - Teknologisiin mahdollisuuksiin tutustuminen - Tekniset työkalut - Materiaalit - Kulttuuriset työkalut - Eriävä ja yhtenevä ajattelu - Yhteydenpito-ohjelmia ja -työkaluja - "Jäänmurtaja" -hahmo - "Kolmas tila" - "Virtuoosit" 	<ul style="list-style-type: none"> - Agentin rooli - Oppiminen ja luovat prosessit ja tasapaino näiden välillä - Teknisten työkalujen käyttö - Asiakkaan kuuntelu - Kokonaisvaltainen lähestymistapa
Muut	<ul style="list-style-type: none"> - Suuri etäisyys - Huonot työolot ja työympäristö - Organisaation rakenne - Rajoitteet - Vetelehtiminen - Työtehtävät 	<ul style="list-style-type: none"> - Osapuolten "lähenyminen ja liittoutuminen" (project partnering) 	

Taulukko 3. Kokoava taulukko, osa 2.

Artikkelit	3.2. Ongelmat								3.3. Toimivat tavat								3.4. Ratkaisuehdotukset					
	Yksilötekijät	Johtaminen	Kommunikaatio	Sosiaaliset suhteet	Käyttäjä	Koulutus	Työkalut ja -tekniikat	Muut	Yksilötekijät	Johtaminen	Kommunikaatio	Sosiaaliset suhteet	Käyttäjä	Koulutus	Asiantuntijuus	Työkalut ja -tekniikat	Muut	Yksilötekijät	Johtaminen	Kommunikaatio	Koulutus	Työkalut ja -tekniikat
Borovits et al., 1990	X									X										X		
Ruohonen, 1991	X	X		X																		
Sonnenwald, 1995	X	X	X						X	X	X					X			X	X		X
Sonnenwald, 1996		X	X							X	X		X		X						X	
Kensing and Blomberg, 1998										X			X		X							
Kleinsmann and Valkenburg, 2008	X	X	X					X	X	X						X					X	
Bossen, 2011																				X		
Freudenthal et al., 2011	X									X	X	X		X	X	X						
Liu et al., 2011	X	X			X				X	X			X			X			X	X		
Pennington, 2011	X	X	X					X		X	X				X			X	X	X		X
Scandurra et al., 2011					X					X	X		X		X							
Matthews et al., 2012		X				X		X	X	X	X								X			X
Patel et al., 2012	X	X	X				X	X	X	X	X		X	X	X				X			X
Porayska-Pomsta et al., 2012	X		X		X						X				X							
Spence and Reddy, 2012	X	X	X							X	X		X	X	X							X
Herrmann et al., 2013	X									X					X							X
Steen, 2013									X		X					X						X

Taulukko 4. Artikkelien kokoava taulukko.

ratkaisuehdotuksia. Muun muassa taulukossa 3 esitetyissä Muut- ja Käyttäjäkategorioissa löytyneisiin ongelmiin ei esitetty ratkaisuja eikä juurikaan vastaavia toimivia tapojaakaan. Näitä tekijöitä olisikin kiinnostavaa tutkia lisää, sillä ratkaisujen löytäminen näihin seikkoihin ei ole paitsi mielenkiintoista vaan myös tärkeää.

5. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää IT-alan projekteihin osallistuvien ammattiryhmien ja muiden osallistujien kirjoa sekä yhteistyön sujumista kartoittamalla yhteistyössä esiintyviä ongelmia, toimivia tapoja sekä parannusehdotuksia. Menetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta ja artikkeleja käytiin läpi 17.

Osallistujia oli eniten tekniikan ja IT:n eri aloilta ja heidän ammattinimikkeensä vaihtelivat paljon. Myös muiden alojen osallistujia oli, mutta he olivat vähemmistönä. Mukana olleiden käyttäjien alat vaihtelivat projektista riippuen, eniten heitä oli terveydenhoidon puolelta.

Yksilötekijöistä tärkeimpinä yhteistyön ongelmoina mainittiin osallistujien henkilökohtaiset päämäärät, psykologiset erot, erilaiset työ- ja ajattelutavat sekä yksilöiden sisäiset ja ulkoiset negatiiviset tekijät. Johtamiseen liittyen suurimpia ongelmia olivat ristiriitaiset päämäärät ja roolien epäselvyys sekä ryhmien kokoonpanon muuttuminen. Kommunikaation osalta eri kielen ja ammattikielen käyttö sekä muodollinen vuorovaikutus vaikeuttivat yhteistyötä eniten.

Yksilötekijöistä tärkeimmiksi toimiviksi seikoiksi nousivat oppiminen ja uteliaisuus, johtamisen parista taas työtiimien pysyvyys, selkeä roolijako ja samassa paikassa työskentely. Toimivia kommunikaatiomenetelmiä olivat vapaa ja hajautettu kommunikaatio sekä suora ja suullinen vuorovaikutus. Sosiaalisista suhteista esiin nostettiin muihin tutustuminen ja ammatillisten verkostojen luominen sekä niiden hyödyntäminen. Työkalujen ja -tekniikoiden, materiaalien ja teknisten yhteydenpito- ja yhteistyövälineiden käyttö mainittiin myös yhteistyötä edesauttaviksi.

Parannusehdotuksiksi esitettiin johdon osalta parempaa tietoisuutta työelämän eri puolista ja kannustusta niihin osallistumiseen, työn organisointia niin, että muihin tutustumiseen jää aikaa sekä ryhmien palkitsemista yksilöiden sijaan. Kommunikaatioon liittyen ehdotettiin tiivistä yhteistyötä jo ennen ongelmien ilmaantumista, tarvittavien taustatietojen esille tuomista ja kanssakäymisen helpottamista. Työkaluista ja -tekniikoista ehdotettiin yhteistyötä ja yhteydenpitoa helpottavien teknisten työkalujen käyttöä sekä erilaisia yhteistyön tekniikoita.

Viiteluettelo

- [Borovits et al., 1990] Israel Borovits, Shmuel Ellis, and Orly Yeheskel, Group processes and the development of information systems: A social psychological perspective. *Information & Management* **19**, 2 (Sep. 1990), 65-72.
- [Bossen, 2011] Claus Bossen, Accounting and co-constructing: The development of a standard for electronic health records. *Computer Supported Cooperative Work* **20**, 6 (Dec. 2011), 473-295.
- [Freudenthal et al., 2011] Adinda Freudenthal, Thomas Stüdeli, Pablo Lamata, and Eigil Samset, Collaborative co-design of emerging multi-technologies for surgery. *Journal of Biomechanic Informatics* **44**, 2 (Apr. 2011), 198-215.
- [Herrmann et al., 2013] Thomas Herrmann, Alexander Nolte, and Michael Prilla, Awareness support for combining individual and collaborative process design in co-located meetings. *Computer Supported Cooperative Work* **22**, 2-3 (Apr. 2013), 241-270.
- [Kensing and Blomberg, 1998] Finn Kensing and Jeanette Blomberg, Participatory design: Issues and concerns. *Computer Supported Cooperative Work* **7**, 3-4 (1998), 167-185.
- [Kleinsmann and Valkenburg, 2008] Maaïke Kleinsmann and Rianne Valkenburg, Barriers and enablers for creating shared understanding in co-design projects. *Design Studies* **29**, 4 (Jul. 2008), 369-386.
- [Liu et al., 2011] Julie Y. C. Liu, Jerry C. Chiang, Ming-Hsien Yang, and Gary Klein, Partnering effects on user-developer conflict and role ambiguity in information system projects. *Information and Software Technology* **53**, 7 (Jul. 2011), 722-729.
- [Matthews et al., 2012] Tara Matthews, Steve Whittaker, Thomas P. Moran, Sandra Y. Helsley, and Tejinder K. Judge, Productive interrelationships between collaborative groups ease the challenges of dynamic and multi-teaming. *Computer Supported Cooperative Work* **21**, 4-5 (Oct. 2012), 371-396.
- [Patel et al., 2012] Harshada Patel, Michael Pettitt, and John R. Wilson, Factors of collaborative working: A framework for a collaboration model. *Applied Ergonomics* **43**, 1 (Jan. 2012), 1-26.
- [Pennington, 2011] Deana D. Pennington, Bridging the disciplinary divide: Co-creating research ideas in eScience teams. *Computer Supported Cooperative Work* **20**, 3 (Jun. 2011), 165-196.
- [Porayska-Pomsta et al., 2012] K. Porayska-Pomsta, C. Frauenberger, H. Pain, G. Rajendran, T. Smith, R. Menzies, M. E. Foster, A. Alcorn, S. Wass, S. Bernadini, K. Avramides, W. Keay-Bright, J. Chen, A. Waller, K. Guldberg, J. Good, and O. Lemon, Developing technology for autism: an interdisci-

plinary approach. *Personal and Ubiquitous Computing* **16**, 2 (Feb. 2012), 117-127.

- [Ruohonen, 1991] Mikko Ruohonen, Stakeholders of strategic information systems planning: theoretical concepts and empirical examples. *The Journal of Strategic Information Systems* **1**, 1 (Dec. 1991), 15-28.
- [Scandurra et al., 2011] I. Scandurra, M. Hägglund, and S. Koch, From user needs to system specifications: Multi-disciplinary thematic seminars as a collaborative design method for development of health information systems. *Journal of Biomechanic Informatics* **41**, 4 (Aug. 2008), 557-569.
- [Sonnenwald, 1995] Diane H. Sonnenwald, Contested collaboration: A descriptive model of intergroup communication in information system design. *Information Processing & Management* **31**, 6 (Nov. 1995), 859-877.
- [Sonnenwald, 1996] Diane H. Sonnenwald, Communication roles that support collaboration during the design process. *Design Studies* **17**, 3 (Jul. 1996), 277-301.
- [Spence and Reddy, 2012] Patricia Ruma Spence and Madhu Reddy, Beyond expertise seeking: A field study of the informal knowledge practices of healthcare IT teams. *Computer Supported Cooperative Work* **21**, 2-3 (Jun. 2012), 283-315.
- [Steen, 2013] Marc Steen, Virtues in participatory design: cooperation, curiosity, creativity, empowerment and reflexivity. *Science and Engineering Ethics* **19**, 3 (Sep. 2013), 945-962.

Naiset IT-alan akateemisissa työtehtävissä

Miia Toivonen

Tiivistelmä.

Tämän tutkielman tarkoitus oli selvittää, mitä IT-alan akateemisissa tehtävissä työskentelevistä naisista on tutkittu 2000-luvulla. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta. Tutkielmassa havaittiin, että 2000-luvulla on tutkittu naisten tuottavuutta ja heidän kirjoittamien artikkelien määrää IT-alan eri julkaisuissa. Myös naistutkijoiden omat sosiaaliset kokemukset ovat olleet useiden tutkimuksien aiheina.

Avainsanat ja -sanonnat: naiset, IT-ala, akateemiset työtehtävät
CR-luokka: K7.m

1. Johdanto

IT-ala on vahvasti miesvaltainen ja ala houkuttelee enemmän miehiä kuin naisia. Erilaisia projekteja naisopiskelijoiden saamiseksi alalle on paljon, mutta naiset pitäisi saada myös jatkamaan uraansa alalla ja opiskelemaan pidempään. Niin sanottu lasikattoilmiö on tuttu myös IT-alalla.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon ja mitä on tutkittu IT-alan akateemisissa tehtävissä työskentelevistä naisista 2000-luvulla ja onko mahdollisesti havaittavissa joitakin teemoja ja aiheita, joita erityisesti on tutkittu tänä aikana. Tietojenkäsittelytiede houkuttelee edelleen enemmän miehiä kuin naisia koulutukseen ja ylempiin työtehtäviin alalla [Robertson et al., 2001]. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, miten tätä aihetta on tutkittu akateemisissa tehtävissä toimivien naisten kannalta. IT-alalla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa kaikkia informaatioteknologian aloja, kuten tietojenkäsittelytiedettä ja tietojärjestelmätiedettä. Akateemisissa tehtävissä työskentelevät ovat tutkijoita sekä yliopistoissa että ammattikorkeakoulussa toimivia opettajia ja muuta IT-alan henkilökuntaa.

Tutkielman alussa kerrotaan tutkimusmenetelmästä, hakuprosessista ja aineiston analysoinnista. Tämän jälkeen käsitellään hakuprosessiin tuloksia kolmessa eri luvussa. Luvussa 3 käsitellään naisia IT-alan akateemisissa tehtävissä. Luvussa 4 tarkastellaan naisten tuottavuutta alan eri julkaisuissa ja luvussa 5 käydään läpi naisten omia kokemuksia akateemisista tehtävistä niin IT-alan kuin monialaisten tutkimuksien kautta. Lopuksi pohditaan tutkielman tuloksia ja tehdään johtopäätökset kirjallisuuskatsauksen perusteella.

2. Menetelmä

2.1 Aineiston hankkiminen ja valitseminen

Kirjallisuuskatsaus aloitettiin hakemalla sopivia artikkeleita tietokannoista. Haku jakautui kahteen osaan. Ensimmäiseksi valittiin asiasanat hakulausekkeiden muodostusta varten, ja näiden avulla etsittiin tutkimuksia eri tietokannoista. Tällä tavalla mukaan tutkielmaan päätyi seitsemän artikkelia. Toisessa vaiheessa käytiin läpi jo löytyneiden artikkeleiden lähdeluettelot ja etsittiin näin hyödyllisiä viitteitä. Tällä tavoin tutkielmaan päätyi kolme tutkimusta.

Hakulausekkeet jaettiin kolmeen osaan. Ensimmäinen osa hakulauseesta sisälsi sanoja, jotka liittyivät naisiin tai sukupuoleen, kuten *"women"* ja *"gender"*. Toinen osa sisälsi sanan tai ilmaisun, joka viittasi teknologia-alaan kuten *"technology"*, *"computer science"* tai *"information technology"*. Kolmas osa sisälsi sanan tai sanoja, jotka liittyivät yliopistoon ja työhön, kuten *"university"*, *"work"* tai *"researcher"*. Hakuprosessiin lopussa kokeiltiin muutamaa hakua, jossa käytettiin ilmaisua *"AND NOT student"*, koska tuloksiin tuli paljon opiskelijoita käsitteleviä tutkimuksia. Nämä haut eivät kuitenkaan tuoneet uusia tutkimuksia mukaan tähän kirjallisuuskatsaukseen. Tarkemmat hakulausekkeet löytyvät taulukosta 1.

Haussa käytettiin kolmea eri tietokantaa, jotka olivat SpringerLink, ScienceDirect ja EBSCOhost Academic Search Premier. Haku kohdistettiin kaikissa tietokannoissa tiivistelmään, otsikkoon ja asiasanoihin. Lisäksi haku rajattiin artikkeleihin, jotka oli julkaistu vuoden 2000 jälkeen. Tällä rajauksella rajattiin mahdollisesti vanhentunut tieto pois, jolloin tämän tutkielman tiedot ovat mahdollisimman ajankohtaisia.

Hakutuloksista käytiin läpi 20-40 tietokannan mukaan relevanteinta artikkeleita. Ensin artikkeleita karsiutui pois otsikon vuoksi. Mikäli artikkeli vaikutti otsikon mukaan hyödylliseltä eli se sisälsi haun avainsanoja, luettiin vielä tiivistelmä ja asiasanat, jotta saatiin selville, vastaako teksti tutkimuskysymyksiin ja sisältääkö nämä osat viittauksia hakusanoihin. Näiden perusteella päätettiin, otettiinko artikkeli mukaan kirjallisuuskatsaukseen vai ei. Tarkemmat tiedot hakutuloksista on esitetty taulukossa 1.

Artikkelihaun toisessa vaiheessa käytiin läpi jo löytyneiden artikkeleiden lähdeluetteloita. Lähdeluettelot katsottiin läpi kaikista vuoden 2005 jälkeen julkaistuista tutkimuksista. Lähteet karsittiin jälleen ensin nimen ja julkaisuvuoden perusteella, jonka jälkeen katsottiin tietokannoista, löytyykö kyseistä artikkelia niistä ja onko artikkeliin yliopiston tunnuksilla pääsyä. Artikkelin löytymisen jälkeen luettiin tiivistelmä ja asiasanat sekä päätettiin artikkelin sisällyttämisestä kirjallisuuskatsaukseen samoin perustein kuin ensimmäisen artikkelihaun vaiheessa.

Tietokanta	Hakusanat	Tulokset	Valittu
SpringerLink	women AND technology AND university	86,484	
	women AND IT AND university	295,701	
	gender AND technology AND university	64,507	
	gender AND computer science AND university	3,234	1
	gender AND information technology AND university	15	
	women AND information technology AND university	17	
	women AND computer science AND university	11515	2
	women AND university AND researcher AND "computer science"	4,892	1
	women AND university AND researcher AND technology	5,061	
	women AND scientist AND computer science AND NOT student	1,222	
	women AND scientist AND technology AND NOT student	14,723	
	gender AND scientist AND technology AND NOT student	1,124	
	Ebscohost Academic Search Premier	women AND computer science research AND work AND university	5
researcher AND women AND computer science		49	1
women AND information technology AND work AND university		160	
women AND IT AND work AND university		160	
ScienceDirect	women AND technology AND university AND work	111,121	1
	women AND technology AND university AND researcher	46,095	
	gender AND computer science AND university	50,563	
Yhteensä			7

Taulukko 1. Hakulausekkeet ja hakutulokset

2.2 Aineiston analysointi

Analysointi vaiheessa pyrittiin saamaan vastaus kysymykseen, mitä IT-alan akateemisissa työtehtävissä työskentelevistä naisista tällä hetkellä tutkitaan. Artikkelien analysointi aloitettiin lukemalla kaikkien artikkelien tiivistelmät läpi kolmeen kertaan. Tällä tavoin saatiin hyvä käsitys siitä, mitkä asiat ovat tutkituimmat aihepiiriin liittyen. Tiivistelmien perusteella tutkielma jaettiin kolmeen osaan. Ensimmäisessä käsitellään naisia yleensä akateemisissa tehtävissä, toisessa luvussa naisten määrää IT-alan eri julkaisuissa. Kolmannessa luvussa perehdytään naisten omiin kokemuksiin akateemisissa tehtävissä. Artikkelit jakautuivat näiden aiheiden osalta melko tasaisesti ja joistakin artikkeleista löytyi tietoja useampaan lukuun. Naisista yleensä IT-alalla kertoo viisi artikkelia, naisten määrää IT-alan julkaisuissa käsiteltiin neljässä artikkelissa ja naisten omia kokemuksia oli tutkittu neljässä eri artikkelissa.

Aineiston artikkelit analysoitiin yksi kerrallaan sen mukaan, mihin yllä mainittuun kategoriaan artikkeli kuului ja etsittiin kategorioihin liittyviä tietoja.

Tämän jälkeen tieto jäsenettiin kirjoitettavaan muotoon. Lopuksi tehtiin loppupäätelmät koko tutkimuksesta.

3. Naiset IT-alalla

Naisia on selvä vähemmistö IT-alan akateemisissa työtehtävissä. Tietojenkäsittelytieteessä useimmiten opettajat ovat miehiä. Isossa-Britanniassa alemman tason yliopisto-opetuksessa 13,5 % on naisopettajia ja ylemmällä tasolla vain 6 %. Isossa-Britanniassa 18 % yliopistoja ei ole ollenkaan naisia akateemisissa tehtävissä tietojenkäsittelytieteen laitoksella. [Robertson et al., 2001] Andersen [2001] huomasi tutkimuksessaan tietojenkäsittelytieteen tutkijoiden määrässä Tanskassa selviä sukupuolieroja, kun naisia oli vain 6 % aineiston tutkijoista. Iso-Britanniassa korkeasti koulutetuista teknologian kokoaikaisista tutkijoista vain 13 % on naisia, mutta avoimessa yliopistossa työskentelevistä tutkijoista 22 % on naisia. Osa-aikaisista avoimessa yliopistossa opettavista 19 % on naisia. [Donovan et al., 2005]

Robertson ja muut [2001] tutkivat syitä sukupuolisegregaatiolle tietojenkäsittelyn alalla Euroopassa. Naisia on yhtä vähän sekä akateemisilla että kaupallisilla aloilla. Tietojenkäsittelytiede houkuttelee edelleen enemmän miehiä alan koulutukseen ja ylempiin työtehtäviin. Sukupuolisegregaation eräs syy on selvät sukupuolierot. Vaikka naiset olisivat koulutuksellisesti päteviä työtehtäviin, naisille annetaan vähäpätöisempiä työtehtäviä kuin mieskollegoille. Vaikka selvää sukupuoli syrjintää ei enää ole esimerkiksi lakien ansiosta, on sitä edelleen olemassa epäsuorasti ja vaikeammin tunnistettavassa muodossa. [Robertson et al., 2001]

Mitä vähemmän naisia on tietojenkäsittelyn opiskelijoissa, sitä vähemmän heitä on myös akateemisissa työtehtävissä. Naisopiskelijoiden vähyyttä suurempi ongelma on se, että naisia on vielä vähemmän IT-alalla työelämässä ja akateemisissa tehtävissä ja se, että he ovat levittäytyneet kauas toisistaan. Naisien vähyys vaikuttaa myös heidän vaikutukseensa tärkeissä verkostoissa ja vaikutukseen kansainvälisesti. Naiset joutuvat tekemään enemmän töitä kuin miehet päästäkseen osaksi akateemista sosiaalista verkostoa ja edetäkseen uralaan. Akateemisen kilpailun vuoksi naisvähemmistö voi helposti tulla ulkopuoliseksi alalla. Akateemisesti ei ole kuitenkaan ollut hyväksyttävää puhua ryhmien eriarvoisista asemista. Tämän takia naiset ovat paljon heikommassa asemassa kuin miehet akateemisissa tehtävissä. Naiset kohtaavat epävirallisessa viestinnässä paljon enemmän ongelmia kuin miehet. Robertson ja muut [2001] ehdottavat, että julkaisusarjojen toimitusten jäsenet ja konferenssien ohjelma-komiteat etsisivät ja ottaisivat aktiivisia naistutkijoita mukaan toimintaan ja päätöksen tekoon. [Robertson et al., 2001]

Kun puhutaan naisten vähäisestä määrästä tietojenkäsittelyalalla, tulisi kiinnittää huomiota vuorovaikutukseen yhtä aikaa sukupuolten välisten suh-

teiden kanssa. Tämä on tärkeää, koska sukupuolta rakennetaan vuorovaikutuksessa [Robertson 2001, alkuperäinen Mumby 1996]. Kun naisesta tulee osa tieteellistä yhteisöä aktiivisena tutkijana, he usein kohtaavat ongelmia kommunikaation tavoissa sukupuolten välillä, mikä tekee tietojenkäsittelyn tutkimuksesta ongelmallista. Näistä vuorovaikutuksen tavoista voi löytyä perimmäiset syyt siihen, miksi naisia on niin vähän alalla. [Robertson et al., 2001]

On ehdotettu, että numeerinen epätasa-arvo ei ole haasteen syy alalla, vaan se on teknologia-alan maskuliininen esittäminen. Haasteena on myös se, että korkeissa tehtävissä on sellaisia ihmisiä, jotka sopivat alan maskuliiniseen luonteeseen ja näkevät tietojenkäsittelyn tekniset puolet tärkeimpänä. Tämä vain vahvistaa alan maskuliinista kuvaa, joka vaikeuttaa naisten identisoitumista alan asiantuntijoiksi. [Robertson et al. 2001] Robertson ja muut [2001] uskovat, että ainoa tehokas tapa muutokseen on mahdollistaa naisten osallistuminen formaaleihin ja informaaleihin verkostoihin.

Arruda ja muut [2009] tukivat naisia IT-alalla Brasiliassa. Tutkimuksen teemoina olivat naisten vähäinen määrä tieteen teknologia-aloilla ja lasikatto IT-alalla. Tällä tarkoitetaan sitä, että naiset lopettavat teknologiaopinnot useammin kuin miehet, eivätkä etene opinnoissaan yhtä pitkälle. Tutkimuksessa tutkittiin yhteensä 886 tietojenkäsittelytieteen tutkijaa, jotka osallistuivat graduate-tason kursseille. Näistä tutkijoista 201 oli naisia ja 685 oli miehiä, eli vain 23 % tutkijoista oli naisia. Naiset olivat parhaiten edustettu seuraavilla aloilla:

- tekoäly
- ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutus
- yhteistyö järjestelmissä
- tietokoneet koulutuksessa.

Tutkituista aloista verkko- ja hajautetut järjestelmät, laitteisto ja tietokone arkkitehtuuri olivat selkeästi miehisiä aiheita. [Arruda et al., 2009] McGrath Cohoonin ja muiden [2011] mukaan naiset julkaisevat enemmän konferenssipapereita inhimillisistä tekijöistä. Suosittuja aiheita sekä miehille että naisille ovat suunnittelu ja teoria [McGrath Cohoon et al., 2011].

McGrath Cohoonin ja muiden [2011] mukaan naisten määrää tietojenkäsittelyssä pyritään koko ajan lisäämään. Toimet ulottuvat kuitenkin usein vain alalle pyrkivien määrän lisäämiseen ja lukiolaisten asenteiden muuttamiseen. Harvemmin kuitenkaan pyritään vaikuttamana naisten omistautumiseen alalle ja heidän saamiseen johtotehtäviin. [McGrath Cohoon et al., 2011]

Naisia on selvä vähemmistö niin IT-alan tutkijoissa kuin opettajissakin [Robertson et al., 2001; Donovan et al. 2005; Arruda et al., 2009]. Selvä sukupuoli-segregaatio vaikeuttaa naisten kommunikaatiota, etenemistä ja identisoitumista tietojenkäsittelyalalla [Robertson et al., 2001]. Toimet naisten lisäämiseen alalle pitäisi ulottaa myös heidän saamiseen akateemisiin työtehtäviin ja johtoasemiin [McGrath Cohoon et al., 2011]. Muutos vaatii naisten sisällyttämistä ja aktiivista

mukaan ottoa, sekä formaaleihin että informaaleihin alan verkostoihin [Robertson et al., 2001]. Yhteenvedon naisten osuudesta IT-alan eri akateemisissa tehtävissä näkee taulukosta 2.

Tutkimus	Naisten osuus
Andersen [2001]	6% tutkijoista
Robertson et al. [2001]	14% alemman tason yliopisto-opettajista 6% ylemmän tason yliopisto-opettajista
Donovan et al. [2005]	13% koko-aikaisista tutkijoista 23% avoimen yliopiston tutkijoista 19% avoimen yliopiston opettajista
Arruda et al. [2009]	23% tutkijoista

Taulukko 2. Naisten osuus IT-alan akateemisissa tehtävissä

4. Naiset IT-alan tieteellisissä julkaisuissa

Naisten määrää IT-alalla voi tutkia monin eri tavoin. Tähän kirjallisuuskatsaukseen valikoituneissa tutkimuksissa suosituin tapa selvittää naisten määrää ja aktiivisuutta alan akateemisissa tehtävissä oli tutkia naisten tekemien tutkimuksien ja julkaisujen määrää eri julkaisuissa sekä verrata tätä miesten julkaisuaktiivisuuteen.

Naisia on tutkittu vain vähän tietojärjestelmätieteessä [Gallivan and Benbunan-Fich, 2006]. Gallivan ja Benbunan-Fich [2006] tutkivat naisten tieteellisten julkaisujen määrää tietojärjestelmätieteen tiedekunnassa, koska tieteellisten julkaisumäärien tutkiminen auttaa ymmärtämään naisten asemaa alalla. He tutkivat suurimpia alan tieteellisiä julkaisuja. Artikkeleista 17 % oli naisten kirjoittamia. Tutkimuksessa ei löydetty eroa miesten ja naisten tuottavuuden välillä. Jotta pystyttäisiin kunnolla tulkitsemaan, ovatko naiset aliedustettuina tietojärjestelmätieteen julkaisuissa, pitäisi tuloksia verrata tohtoritutkinnon suorittaneiden ja tiedekunnassa työskentelevien naisten määrään. [Gallivan and Benbunan-Fich, 2006]

Naisten ja miesten välillä ei ole eroa lehtiartikkeleiden tuotossa Brasiliassa, mutta pieni ero konferenssipapereiden tuotossa, joiden tuotannossa naiset ovat hieman vähemmän tuottavia. Kolmestakymmenestä tuottavimmasta tutkijasta vain kaksi oli naisia, sadasta vastaava määrä on 17. Vasta, kun huomioon otetaan 400 tuottavinta tutkijaa, oli naisten suhde sama kuin naisten määrä tutkijoissa. [Arruda et al., 2009]

McGrath Cohoon ja muut [2011] tutkivat naisten osuutta johtoasemissa mittaamalla heidän määräänsä ACM:n konferensseissa julkaistujen artikkelien kirjoittajina. Tutkimuksessa sukupuoli identifioitiin nimen perusteella. Naisten osuus on kasvanut vuodesta 1967 vuoteen 2009 seitsemästä prosentista 27 prosenttiin. Selittävänä tekijänä on naisten suorittamien tohtoritutkintojen lisääntyminen alalla. Naiset julkaisevat harvoin ilman tohtorintutkintoa, toisin kuin miehet. Naiskirjoittaja kirjoittaa keskimäärin yhden julkaisun enemmän kuin

mieskirjoittaja. Naisten osuus kirjoittajina vaihteli paljon eri konferensseissa. [McGrath Cohoon et al., 2011]

Vela ja muut [2012] ovat tutkineet naisten määrää ohjelmistotuotannon julkaisuissa. Naisten määrää on tutkittu kirjoittajien ja editorien osalta. Naiset identifioitiin naisiksi ensiksi nimen perusteella, jos tämä ei ollut mahdollista, niin kuvan perusteella. Naiskirjoittajia tutkimuksessa oli noin 16 %, naistoimittajia oli noin 18 % ja naispäätoimittajia noin 9 %. Koska naistutkijoista ei ole tarkkoja lukuja, ei voida varmuudella todeta, ovatko naiset aliedustettuina ohjelmistotuotannon julkaisuissa. Kirjoittajan instituution sijainilla on paljon merkitystä siihen, kuinka paljon kirjoittajista ja toimittajista on naisia. Joissakin tehtävissä naiset ovat aliedustettuina ohjelmistotuotannon julkaisuissa, mutta syrjintää ei voida havaita. [Vela et al., 2012]

Edellä esiteltyjen tutkimuksien perusteella ei voida havaita selkeää syrjintää naisia kohtaan IT-alan eri julkaisuissa [Vela et al., 2012], eikä suurta eroa naisten ja miesten tekemien julkaisujen määrässä eli tuottavuudessa ole [Gallivan and Benbunan-Fich, 2006]. Kuitenkin kaikkien tutkimuksien mukaan naisia on IT-alan julkaisujen toimituksissa selvä vähemmistö. Jotta kattavia johtopäätöksiä naisten määrän ja todellisen tuottavuuden suhteesta voisi tehdä, pitäisi olla tarkempaa tietoa alan tutkijoiden ja tutkintojen suorittajien määrästä [Gallivan ja Benbunan-Fich, 2006]. Yhteenvedon naisten osuudesta IT-alan julkaisuista näkee taulukosta 3.

Tutkimus	Naisten osuus tehdyistä julkaisuista/ kirjoittajista
Gallivan ja Benbunan-Fick [2006]	17% julkaisuista
McGrath Cohoon et al. [2011]	27% julkaisuista
Vela et al. [2012]	16% kirjoittajista 18% toimittajista 9% päätoimittajista

Taulukko 3. Naisten osuus IT-alan julkaisuissa

5. Naisten kokemuksia IT-alan akateemisissa tehtävissä

Kuten aiemmissa luvuissa on todettu, naisia on IT-alan akateemisissa töissä miehiä vähemmän. Tässä luvussa käsitellään naisten omia kokemuksia akateemisista työtehtävistä niin tutkijoina kuin opettajina. Minkälaisia vaikeuksia naiset mahdollisesti kohtaavat, ja miten he kokevat alan maskuliinisuuden.

Donovan ja muut [2005] tutkivat avoimessa yliopistossa osa-aikaisesti opettavia naisia tieteen ja teknologian alalla. Avoimen yliopiston osa-aikaiset työt tarjoavat joustavuutta, joka on monille naisille tärkeää. Monet avoimen yliopiston opettajat opettivat avoimessa yliopistossa pitääkseen kiinni akateemisesta urastaan. Tieteellinen ura on hyvin erilainen miehille ja naisille, joilla ei ole lapsia, kuin naisille, joilla on lapsia. Työn ja kodin välisten haasteiden lisäksi naiset kohtaavat ongelmia sukupuolittuneen vallan takia. [Donovan et al., 2005]

Fox ja Colatrella [2006] kuvaavat naisten raportoimia kokemuksia osallistumisesta, suorituskyvystä ja etenemistä teknologianlaitoksella. Kaikista tärkeim-

pinä näkökulmina akateemisessa urassa naiset pitivät autonomiaa ja vapautta sekä opiskelijoiden kanssa vuorovaikuttamista. Nämä näkökulmat toistuivat kaikilla tieteen aloilla. Suurin osa naisista kuvasi menestystä saamallaan tunnustuksella ja tutkimuksen vaikutuksella tämän hetken tieteelliseen keskusteluun. Toisten kunnioitus omaa työtä kohtaan nähtiin tärkeänä. Naiset olivat joko kohtalaisen tai hyvin tyytyväisiä akateemisiin uriinsa. Vaikutus ja tunnustus sekä opetusaktiviteetit olivat tärkeimpiä tyytyväisyyden tuottavia tekijöitä naisille. Tärkeimpiä tekijöitä uran etenemisessä assistentista dosentiksi olivat julkaisujen tuottaminen, myönnetty rahoitus ja riittävä määrä opetusta. Dosentista professoriksi etenemisen tärkeimmät tekijät olivat tutkimus, akateeminen tunnustus ja johtajuus. Suurin osa uskoi, että nämä kriteerit vaihtelevat ihmisen mukaan. Lähes kaikki vastaajat uskoivat, että persoonalliset tekijät kuten sukupuoli, rotu ja persoonallisuus vaikuttavat työuralla etenemiseen ja että näiden asioiden esiin tuominen voisi haitata uralla etenemistä. [Fox and Colatrella, 2006]

Feeney ja Bernal [2010] tutkivat, kuinka mies- ja naistutkijat hakevat neuvoja ja apuja naisilta heidän akateemisissa yhteisöissään. Tutkimuksessa tutkittiin monia eri aloja kuten tietojenkäsittelijöitä, fyysikkoja ja sähköinsinöörejä. Naisten määrä alalla vaikuttaa siihen, kuinka moni hakee apua ja neuvoja naiselta. Tietojenkäsittelytieteissä 50 % miehistä ja 72 % naisista raportoi, että heillä on ainakin yksi nainen tukiverkostossaan. Naisten näkyminen sekä miesten että naisten verkostoissa viestii siitä, että naiset ovat alalla läsnä laajasti. Jos naiset ovat vain naisten tukiverkostoissa, viestii sen naisten toimimisesta syrjässä muusta yhteisöstä. [Feeney and Bernal, 2010]

Fox [2010] tutki naisia ja miehiä tohtorintukinnoissa tietojenkäsittelyn, kone-tekniikan ja tieteen eri aloilta. Hän selvitti työn sosiaalisia ja organisationaalisia piirteitä neljän osa-alueen avulla: kuinka usein naiset ja miehet puhuvat tutkimuksestaan kotiyliopiston henkilökunnan kanssa, naisten ja miesten arviot osastosta ja asemasta, työn ilmapiirin luonnehdinta ja työn sekä perheen kokeaman häiriön suuruus. Naiset puhuvat tutkimuksestansa jonkin verran vähemmän kotiyliopistonsa työntekijöiden kanssa kuin miehet. Asemaa ja osallisuutta kuvaavista tekijöistä naiset arvioivat kaiken huonommaksi kuin miehet, vaikka monissa tekijöissä antoivat arvosanan lähelle ”hyvää”. Merkitsevästi huonompia arvosanoja kuin miehet naiset antoivat osallisuuden tunteelle työyhteisössä, työvälaineiden saatavuudelle ja työn arvostukselle. Naiset kuvaavat työilmapiiriä miehiä useammin tylsäksi, viralliseksi, stressaavaksi ja ei -mukaan ottavaksi. Eroja naisten ja miesten kuvauksien välillä ei löytynyt kilpailun ja reiluuden kuvaamisesta. Sekä miehet että naiset raportoivat työn häiritsevän perhettä sekä perheen häiritsevät töitä. Naiset kuitenkin raportoivat miehiä useammin häiriöstä kumpaankin suuntaan. [Fox, 2010]

Naiset kohtaavat erilaisia haasteita akateemisilla urillaan kuin miehet. Naiset kokevat työn ja kodin yhdistämisen haasteellisemmaksi kuin miehet ja sukupuolittunut valta tuo myös naisten työurille haastetta. [Donovan et al., 2005] Luonnehdittaessa työilmapiiriä naiset arvioivat ilmapiirin huonommaksi kuin miehet, vaikka arviot olivatkin lähellä hyvää [Fox, 2010]. Lisäksi naiset usko-

vat, että sukupuoli saattaa haitata heidän etenemistään uralla [Fox and Colatrella, 2006].

6. Pohdinta

Hakuvaiheessa tuloksia tuli paljon, mutta aiheen rajaaminen pelkästään IT-alalla akateemisissa tehtävissä toimiviin naisiin rajasi monia tutkimuksia pois tästä tutkielmasta. Monia tutkimuksia ei valittu, koska ne tutkivat naisia joko kaupallisella alalla tai tutkimuksessa keskityttiin korkeakouluopiskelijoihin. Kirjallisuuskatsauksen keskittäminen vain 2000-luvulla tehtyihin tutkimuksiin rajasi tutkimusta paljon. Tutkimukseen valituissa lähteissä oli monia viittauksia 1990-luvulla tehtyihin tutkimuksiin. Tutkimuksen tuloksen olisivat voineet olla erilaisia, jos näitä tutkimuksia olisi sisällytetty tähän kirjallisuuskatsaukseen.

Artikkeleita löytyi paljon naisten tekemien julkaisujen määrästä IT-alalla, mutta naisten omia kokemuksia tai naisten määrää yleensä akateemisissa tehtävissä IT-alalla on tämän kirjallisuuskatsauksen mukaan tutkittu vähän. Lisäksi löytyi monia tutkimuksia, joissa oli tutkittu monien eri alojen naistutkijoita. Tuloksia ei kuitenkaan eritelty alakohtaisesti, jolloin johtopäätöksiä pelkästään IT-alan naisista ei voitu tehdä. Naisten omaa suhtautumista IT-alan miesvaltaisuuteen ei ole tutkittu ja ratkaisuja lasikatto-ilmioon IT-alalla ei juurikaan esitetty.

Eroja naisten tuottavuudessa verrattuna miehiin ei tämän tutkielman perusteella ole. Kuitenkaan kattavia johtopäätöksiä ei voida tehdä, koska tietoa naisten todellisesta määrästä IT-alan akateemisissa työtehtävissä ei ole. Naiset ovat kuitenkin IT-alalla selvä vähemmistö. Eroja löytyi naisten ja miesten tekemien julkaisujen aiheista. Miehet julkaisevat enemmän tietojenkäsittelyn teknisistä aiheista ja naiset enemmän esimerkiksi ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksesta sekä tietotekniikasta opetuksessa.

Tutkimuksien mukaan naiset kohtaavat akateemisella alallaan erilaisia haasteita kuin miehet, ja IT-alalla selvä haaste naisille on alan maskuliininen luonne. Tämä aiheuttaa vaikeuksia naisille sekä kommunikoinnissa että verkostoitumisessa. Ratkaisuna tälle esitetään rohkeasti naisten sisällyttämistä alan eri verkostoihin. Naiset kokevat myös kodin ja työn yhdistämisen haasteellisempänä kuin miehet, ja lapsien hankinta saattaa aiheuttaa naisten urilla pitkiä katkoja. Osa-aikainen opetustyö saattaa auttaa tähän ongelmaan. Kuitenkin naistutkijat ovat joko kohtalaisen tai hyvin tyytyväisiä akateemisiin uriinsa. Tärkeimpinä ominaisuuksina pidetään autonomiaa, vapautta ja vuorovaikutusta opiskelijoiden kanssa.

Vaikka naiset kohtaavat IT-alalla erilaisia haasteita kuin miehet ja ovat selvässä vähemmistössä, ei tämän tutkimuksen mukaan kuitenkaan ole havaittavissa eroja naistutkijoiden ja työntekijöiden määrässä alalla ja naisten kirjoittamien julkaisujen välillä. Tätä voisi pitää positiivisena asiana. Tämän kirjalli-

suuskatsauksen mukaan akateemisille urille pääsevät naiset pääsevät myös alan julkaisuihin mukaan. Kattavia johtopäätöksiä ei kuitenkaan tämän tutkielman perusteella voi tehdä.

7. Yhteenveto

Kirjallisuuskatsauksessa huomattiin, että IT-alan akateemisissa työtehtävissä työskentelevistä naisista on 2000-luvulla tutkittu heidän yleistä määräänsä ja vähyyttä alalla. Naisien asemaa alalla on tutkittu muun muassa tutkimalla heidän tekemien tieteellisten tutkimuksien sekä julkaisujen määrää IT-alan eri julkaisuissa. IT-alan akateemiset naiset ovat myös olleet mukana monissa naistutkijoita koskevissa tutkimuksissa, missä on tutkittu naisten omia kokemuksia akateemisilla urilla.

Tämän kirjallisuuskatsauksen mukaan naisia on IT-alalla selvä vähemmistö sekä akateemisissa työtehtävissä että alan julkaisujen kirjoittajissa. IT-alan maskuliinisuus tuo erilaisia haasteita naisille tällä alalla, mutta suurin osa naisista on tyytyväisiä akateemisiin työuriinsa.

Viiteluettelo

- [Andersen, 2001] Andersen Heine, The norm of universalism in sciences. Social origin and gender of researchers in Denmark. *Scientometrics* 50, 2 (February 2001), 255-272.
- [Arruda et al., 2009] Arruda Denis, Bezerra Fábio, Neris Vânia Almeida, Rocha De Toro Patricia and Wainera Jacques, Brazilian computer science research: Gender and regional distributions. *Scientometrics* 79, 3 (June 2009), 651-665.
- [Donovan et al., 2005] Donovan Claire, Hodgson Barbara, Scanlon Eileen and Whitelegg Elizabeth, Women in higher education: Issues and challenges for part-time scientists. *Women's Studies International Forum* 28, 2-3 (May-June 2005), 247-258.
- [Feeney and Bernal, 2010] Feeney Mary K. and Bernal Margarita, Women in STEM networks: who seeks advice and support from women scientists? *Scientometrics* 85, 3 (December 2010), 767-790.
- [Fox, 2010] Fox Mary Frank, Women and Men Faculty in Academic Science and Engineering: Social- Organizational Indicators and Implications. *American Behavioral Scientist* 53, 7 (March 2010), 997-1012.
- [Fox and Colatrella, 2006] Fox Mary Frank and Colatrella Carol, Participation, Performance, and Advancement of Women in Academic Science and Engineering: What is at Issue and Why. *The Journal of Technology Transfer* 31, 3 (May 2006), 377-386.

- [Gallivan and Benbunan-Fich, 2006] Gallivan Michael J. and Benbunan-Fich Raquel, Examining the relationship between gender and the research productivity of IS faculty, In: *Proc. of the 2006 ACM SIGMIS CPR Conference on Computer Personnel Research*, pp. 103–113.
- [McGrath Cohoon et al., 2011] McGrath Cohoon J., Nigai Sergey and Kaye Joseph, Gender and computing conference papers. *Communications of the ACM* **54**, 8, (2011), 72-80.
- [Robertson et al., 2001] Robertson Maxine, Newell Sue, Swan Jacky, Mathiassen Lars and Bjerknes Gro, The issue of gender within computing: reflections from the UK and Scandinavia. *Information Systems Journal* **11**, 2 (April 2001), 111–126.
- [Vela et al., 2012] Vela Belén, Cáceres Paloma and Cavero José María, Particition of women in software engineering publications. *Scientometrics* **93**, 3 (December 2012), 661-679.