

Kohti matematiikan opetuksen digitalisaatiota

Tuire Jäntti

Tampereen yliopisto
Informaatiotieteiden yksikkö
Matematiikka
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Lauri Hella
Marraskuu 2015

Tampereen yliopisto

Informaatiotieteiden yksikkö

Matematiikka

Tuire Jäntti: Kohti matematiikan opetuksen digitalisaatiota

Pro gradu -tutkielma, 55 sivua

Marraskuu 2015

Tässä tutkielmassa selvitetään mitkä seikat vaikuttavat laadukkaaseen opettamisen ja opiskelun digitalisaatioon sekä mitä erityisesti matematiikan opetukselta vaaditaan tulevaisuudessa. Aluksi käydään läpi tietokoneavusteisen opetuksen tila Suomessa verrattuna muihin EU maihin. Sen jälkeen selvitetään mitä oppilaitokselta, opettajalta ja oppijalta vaaditaan, jotta opetusta voisi kehittää laadukkaasti nykyaikaisia työvälineitä hyväksikäyttäen. Tutkielma on aineistolähtöinen analyysi, jossa pyritään luomaan teoreettinen kokonaisuus selvittävänä olevasta aiheesta. Suomen kouluissa on eurooppalaisittain opettajille ja oppilaille hyvin käytössä digitaalisia päätelaitteita sekä usein varsin hyvät internetyhteydet. Kuitenkin tietokoneavusteinen opetus on Suomessa jäänyt jälkeen eurooppalaisesta tasosta. Selvityksessä löytyi useita tekijöitä jotka vaikuttavat laadukkaaseen opetuksen ja opiskelun digitalisaatioon. Vaikuttavia tekijöitä olivat oppilaitoksen johto, strateginen suunnittelu, toimintakulttuuri sekä opettajan ja oppijan tahto kehittyä. Oppimisprosessissa korostuvat tulevaisuudessa enemmän yksilöllinen tapa oppia sekä henkilökohtaiset oppimissuunnitelmat. Matematiikan opetuksen täytyisi kehittyä ja löytää enemmän yhteyksiä arkielämään, jotta matematiikan opiskelun mielekyys säilyisi oppijan kannalta. Teknologiaa voidaan hyödyntää myös matematiikan opetuksessa korostaen oppijan aktiivista toimintaa. Vaikka teknologia mahdollistaa uusia toimintatapoja opetuksessa, teknologian tehtävä on kuitenkin vain tukea oppimisprosessia. Todellinen muutos koskeekin tapaa oppia ja opettaa.

Avainsanat ja -sanonnat: digitalisaatio, tietokoneavusteinen opetus, oppilaitos, opettaja, oppija, matematiikka.

Sisällys

1. Johdanto.....	1
1.1. Tietotekninen yhteiskunta haastaa opetuksen ja oppilaitokset.....	1
1.2. Tutkielman kysymykset.....	2
1.3. Tutkielman lähestymistapa.....	3
2. Tietokoneavusteisen opetuksen tila Suomessa.....	4
2.1. Johdanto.....	4
2.2. Opetusteknologian saatavuus kouluissa.....	5
2.3. Opettajien teknologian käyttö.....	8
2.4. Opiskelijoiden teknologian käyttö.....	13
2.5. Opettajien ja oppilaiden asenteet tietotekniikkaa kohtaan.....	16
2.6. Yhteenveto.....	17
3. Digitalisaatioon vaikuttavat tekijät opetuksessa.....	18
3.1. Oppiminen.....	18
3.1.1. Oppimisprosessi.....	18
3.1.2. Oppimisenäkemykset.....	19
3.2. Johtaminen.....	24
3.2.1. Toimintaympäristön muutoksen merkitys johtamiseen.....	24
3.2.2. Tehtäväalueena kehittäminen.....	25
3.2.3. Johtaminen ja toimintakulttuuri.....	27
3.2.4. Teknologia osana oppilaitoksen arkea.....	28
3.2.5. Yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä johtamisen näkökulmasta.....	28
3.3. Opettajan muuttuva rooli.....	29
3.3.1. Opetustyön kehittäminen.....	29
3.3.2. Opettajan työn muutos.....	30
3.3.3. Opettajan koulutus.....	31
3.3.4. Teknologian hyödyntäminen opetuksessa.....	32
3.3.5. Opetusorganisaation vaikutus opetukseen.....	33
3.4. Oppijan muuttuva rooli.....	34
3.4.1. Muuttunut käsitys tiedosta ja oppimisesta.....	34
3.4.2. Aktiivinen oppiminen.....	35
3.4.3. Teknologian hyödyntäminen oppimisessa.....	36
3.5. Teknologian käytön vaikutukset opetuksessa ja oppimisessä.....	38
3.5.1. Teknologian mahdollisuudet opetuksessa ja opiskelussa.....	38
3.5.2. Teknologia opetuksen ja oppimisen välineenä.....	40

3.5.3. Teknologian käytön onnistuminen opetuskäytössä	41
3.6. Matematiikan opetus ja teknologia	42
3.6.1 Matematiikan opetuksen tavoite	42
3.6.2 Teknologia matematiikan opetuksessa	43
3.6.3 Esimerkkejä matematiikan arkielämään liittyvistä yläasteen tehtävistä	45
3.6.4. Esimerkkejä matematiikan soveltavista lukiotason tehtävistä.....	47
3.6.5. Esimerkkejä matematiikassa hyödynnettävistä sivustoista ja ohjelmista	48
3.6.6 Matemaattinen kirjoittaminen.....	50
4. Johtopäätökset	52
4.1. Opetuksen digitalisaatioon vaikuttavat tekijät.....	52
4.2. Opetukseen vaikuttavat tulevaisuuden trendit	53
4.4. Lopuksi	55
5. Viiteluettelo	55

1. Johdanto

1.1. Tietotekninen yhteiskunta haastaa opetuksen ja oppilaitokset

Nykyisin muutokset tiedossa, opetuksessa, oppimisessa, työssä ja teknologiassa ovat niin suuria, että koulutuksen tehtäväksi tulee yhä enemmän valmentaa oppijoita elämään muutosten keskellä. Siten tarvitaan valmiuksia nähdä teknologia voimavarana, mutta samalla täytyy oppia ohjaamaan omaa toimintaa näissä ympäristöissä ja tekemään rajoja ylittäen yhteistyötä eri tahojen kanssa. Jotta tällaisiin tavoitteisiin päästäisiin, edellyttää se uutta lähestymistä opetukseen jokaiselta oppilaitokselta. Vaatimusten lisäksi muutos antaa myös uusia mahdollisuuksia opettamiseen. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 12]

Teknologia tarjoaa paljon välineitä aktiiviseen oppimiseen. Tällöin oppijat itse luovat sisältöjä ja toimintaa, jonka tarkoituksena on innostaa ja kannustaa oppimaan lisää. Tällaista intoa ja voimaa oppimiseen tarvitaan tulevaisuudessa yhä enemmän, sillä mahdollisuudet oppimiseen lisääntyvät. Oppimisen suhteen jatkossa onkin enemmän kyse siitä, kuinka mahdollisuuksia opitaan hyödyntämään ja osataan käyttää. [Niemi ja Multisilta 2014, s. 13] Itse tekniikan hallitseminen ei vaadi laajaa yleissivistystä vaan varsin kapeallakin tietotaidolla voi päästä tuloksiin. Yksilöllinen ja yhteiskunnallinen tietotyön merkitys kasvaa. [Kauppila 2003, s. 34]

Tietotekninen yhteiskunta luo haasteita myös oppimiselle. Uudessa oppimisympäristössä teknologia on ajattelun apuväline. Toisaalta on hyvä muistaa, ettei mikään tekniikka korvaa oppimisprosessia. Tärkeäksi nouseekin tiedon ymmärtäminen ja soveltaminen. Tämä edellyttää oppimiselta kognitiivista käsittelyä ja asioiden pohtimista eri näkökulmista. Teknologian käyttöön kuuluu myös sosiaaliset verkot. Ihminen kehittyy sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Ryhmätyötaidot ja hajautettu asiantuntijuus johtavat prosesseihin, joissa käytetään asiantuntijoiden yhteistyötä tietoteknisesti keinotekoisien ajattelun välineillä. [Kauppila 2003, ss. 35 - 36]

Suomea pidetään koulutuksen mallimaana. Täällä ovat erinomaiset ja korkeasti koulutetut opettajat sekä huipputulokset kansainvälisissä PISA-oppimistulosmittauksissa. Suomalaisessa keskustelussa on kuitenkin oltu huolissaan oppimistulosten heikkenemisestä. Huolta on ollut lähinnä siitä, miten saadaan kaikki oppilaat pysymään motivoituneina ja etenemään oppimisessa. Kaikki oppilaat tarvitsevat tulevaisuudessa taitoja, jolla selvittää muuttuvista olosuhteista. Näihin taitoihin kuuluu tärkeänä osana myös teknologiataidot ennen kaikkea oppimisen apuna ja välineenä. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 14]

Vielä 2000-luvun alussa Suomi oli eri maiden välillä kärjessä siinä, miten teknologiaa sovellettiin opetuksessa. Kehitys kuitenkin pysähtyi Suomessa, ja nykyään teknologian soveltaminen opetuksessa on täällä vähäisempää kuin muissa kehittyneissä maissa. Tulevaisuuden oppiminen ja työnteko kuitenkin edellyttää, että kaikilla oppilailta on valmiudet hyödyntää teknologiaa oppimisessa. Uudet opetussuunnitelmat linjaavat opetusta ja oppimista, mutta vastuu säilyy edelleen paikallistasolla. Oppilaitoksilla on paljon mahdollisuuksia löytää oma tapansa opetukseen. [Niemi ja Multisilta, 2014, ss. 14–15]

Kansallisten muutosten lisäksi myös yksittäisten oppilaitosten täytyy uudistua. Nykyisten ja tulevien opetussuunnitelmien perusteiden mukaan yksittäiset oppilaitokset voivat tehdä omat suunnitelmansa siitä, miten ne huomioivat ajan muutokset. Kaikkia muutoksia ei voi ennakoita, ja siksi koulutusjärjestelmän tulee antaa oikeat ja riittävät valmiudet oppijoille toimia erilaisessa tulevaisuudessa. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 16].

Teknologia on siis jo osa koulutuksen arkipäivää ja sen soveltaminen oppimisen ja opiskelun käytäntöjä tukemaan on tullut jäädäkseen. On kuitenkin huomattava, ettei teknologian opetuskäytössä ole kyse perinteisen opiskelun muuttamisesta moderniin ympäristöön, vaan opiskelun tukeminen niin, että se johtaisi ymmärtävään ja syvälliseen oppimiseen. Syvälinen oppiminen puolestaan on aina työläs ja vaativa prosessi. Vastuuta oppimisesta ei voida siirtää teknologialle, vaan se tapahtuu oppijan mielessä, teknologian tukena ja yhä enemmän myös sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. [Järvelä *et al.*, 2006, s. 12]

1.2. Tutkielman kysymykset

Tässä tutkielmassa luodaan katsaus oppilaitoksen digitalisaatioon vaikuttaviin tekijöihin. Tavoitteena on ymmärtää mitkä seikat vaikuttavat laadukkaaseen ja nykyaikaiseen oppimisympäristön kehittämiseen, jossa myös matematiikkaa tulevaisuudessa opetetaan. Lisäksi tarkoitetaan myös ymmärtää matematiikan opetuksen tulevaisuuden vaatimuksia.

Tutkielmassa käydään läpi tietokoneavusteisen opetuksen tila Suomessa tällä hetkellä sekä oppimiskäsityksen, oppilaitoksen johtamisen, opettajan, opiskelijan sekä teknologian vaikutusta laadukkaaseen nykyaikaiseen oppimisympäristöön, jota teknologia tukee omalta osaltaan. Erikseen selvitetään myös matematiikan opetuksen kehittämistä.

Tutkielmassani etsin vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitkä seikat vaikuttavat laadukkaaseen opettamisen ja opiskelun digitalisaatioon?
2. Mitä erityisesti matematiikan opetukselta vaaditaan tulevaisuudessa?

Taulukossa 1 on esitetty tutkimuskysymykset sekä mistä luvusta löytyvät vastaukset esitettyihin kysymyksiin.

Taulukko 1. Tutkimuskysymykset sekä luvut, joista vastaukset löytyvät

Tutkimuskysymys	Vastaus luvussa
1. Mitkä seikat vaikuttavat laadukkaaseen opettamisen ja opiskelun digitalisaatioon?	3.1 - 3.5
2. Mitä erityisesti matematiikan opetukselta vaaditaan tulevaisuudessa?	3.6

1.3. Tutkielman lähestymistapa

Tutkielman tavoitteena on selvittää mitkä seikat vaikuttavat laadukkaaseen opettamisen ja opiskelun digitalisaatioon sekä mitä erityisesti matematiikan opetukselta vaaditaan tulevaisuudessa. Tutkielman tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen (laadullinen). Lähtökohtana kvalitatiivisessa tutkimuksessa on todellisen elämän kuvaaminen. Sitä pyritään kuvaamaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Kvalitatiivinen tutkimus sisältää useita merkityksiä, eikä se siten ole yksi hanke vaan joukko mitä moninaisimpia tutkimuksia. [Hirsjärvi *et al.* 2008, ss. 157 - 158]

Kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisiä piirteitä on kokonaisvaltaisen tiedon hankinnan lisäksi myös ihmisen suosiminen tiedon keruun instrumenttina, induktiivisen analyysin käyttö (aineistopohjainen tarkastelu) sekä laadullisten menetelmien käyttö aineiston hankinnassa. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimussuunnitelma muotoutuu tutkimuksen edetessä. Tutkimusta toteutetaan joustavasti ja olosuhteiden mukaan suunnitelmaa voidaan muuttaa. [Hirsjärvi *et al.* 2008, s. 160]

Laadullinen tutkimus voi olla empiiristä ja teoreettista. Molemmat tutkimustyytit voivat tutkia samaa aihetta, mutta ero liittyy tarkastelun näkökulmaan. Eron voi pelkistää havaintoaineiston ja argumentaation väliseksi eroiksi. Toisin kuin empiiriselle aineistolle, teoreettiselle aineistolle ei ole esitetty varsinaista keräämis- tai analyysimetodia. Teoreettiselle aineistolle on kuitenkin esitetty analyysirunko jonka mukaan voidaan edetä. Siinä ensiksi herätetään ongelma (problematisointi). Seuraavaksi selkeytetään näkemyksiä (eksplikointi) ja lopuksi arvioidaan saatujen näkemysten pätevyyttä (argumentaatio). Teoreettisissa analyysissä on kyse eräänlaisesta ongelmanratkaisuesseestä. [Tuomi ja Sarajärvi, 2009, ss. 19 -21]

Tutkimuksiin ja erityisesti opinnäytteisiin liittyy oleellisesti kirjallisuuskatsaus, jonka tarkoituksena on näyttää mistä näkökulmista kyseistä asiaa on aiemmin tutkittu ja miten suunnitteilla oleva tutkimus liittyy aiempiin tutkimuksiin. Systemaattista kirjallisuuskatsausta pidetään tehokkaana välineenä syventää tietoja asioista, joista on jo valmista tietoa ja tuloksia. Kirjallisuuskatsaus voi olla myös itsessään tutkimus, joka on tällöin tutkimustyyppiltään teoreettinen tutkimus. Vaikka systemaattinen kirjallisuuskatsaus kuuluu teoreettisen tutkimuksen piiriin, sen toteuttamisessa voidaan käyttää apuna aineistolähtöistä sisällönanalyysia. Tällöin tutkija käyttää sisällönanalyysia apuna laatiessaan luokittelurunkoa, jonka avulla hän esittää tiivistyksensä. [Tuomi ja Sarajärvi, 2009, s. 123]

Tämän tutkielman tutkimusmenetelmä on laadullinen ja tyypiltään tutkimus on teoreettinen. Tutkielman kysymyksiä selvitetään kirjallisuuskatsauksena. Selvityksen toteuttamisessa on käytetty teoreettisen analyysirungon lisäksi apuna sisällönanalyysia, jonka avulla aihe on voitu selkeyttää näkemyksiksi. Laadulliselle tutkimukselle tyypillisesti tutkimussuunnitelma on muotoutunut tutkimuksen edetessä. Tässä aineistolähtöisessä analyysissä pyritään siis luomaan teoreettinen kokonaisuus selvitettävänä olevasta aiheesta eli mitkä tekijät vaikuttavat opetuksen laadukkaaseen digitalisaatioon ja mitä matematiikan opetukselta vaaditaan tulevaisuudessa.

2. Tietokoneavusteisen opetuksen tila Suomessa

2.1. Johdanto

Suomessa 99 prosenttia 16–24 -vuotiaista nuorista ja aikuisista on käyttänyt internetiä viimeisen kolmen kuukauden aikana, 89 prosenttia heistä käyttää internetiä useita kertoja päivässä ja 87 prosenttia heistä on käyttänyt internetiä matkapuhelimella muualla kuin kotona tai työpaikalla viimeisten kolmen kuukauden aikana. [Tilastokeskus 2014]. Siten voidaan perustellusti väittää, että suomalaiset nuoret ja aikuiset osaavat käyttää ja käyttävät internetiä eri teknologioilla päivittäin.

Toisaalta lukiolaisille tehdyn tutkimuksen perusteella joka viides opiskelija ei ollut koskaan käyttänyt koulun omistamaa tietokonetta tai tablettia, vaikka koulussa olisi niitä olemassa. Joka neljäs opiskelija kertoi, ettei koululla ollut ollenkaan opiskelukäyttöön tarkoitettuja tietokoneita tai tabletteja ja joka kolmannessa koulussa opiskelijoiden omien päätelaitteiden käyttö opiskelukäyttöön oppitunneilla ei ollut sallittua. [Hurme *et al.* 2013, s. 10]

Kuitenkin erilaiset jatko-opinnot ja työelämä edellyttää entistä enemmän nuorilta taitoja liittyen tietotekniikan mahdollisuuksiin. Nuorten täytyy jo opiskeluvaiheessa saada tek-

niset perusvalmiuden eri työvälineohjelmien käyttöön, ja ennen kaikkea oppia ymmärtämään tietotekniikan laajat mahdollisuudet. Juuri tätä taitoa täytyy nuorten osata hyödyntää ja soveltaa myös tulevaisuudessa. [Kankaanranta 2011]

Toisaalta tietokoneavusteinen opetus sisältää myös pedagogisia hyötyjä ja tukee oppimista, joten myös opetuksen laatu voi parantua. Tutkimuksissa on esimerkiksi osoitettu, että tietokoneavusteinen opetus voi merkittävästi parantaa oppilaiden matemaattisia suorituksia peruskoulua ja lukiota vastaavilla oppiasteilla. Suoritusten parannukset ovat vastaavia kun esimerkiksi luokkakokoja pienennettäessä. Tietokoneavusteisen opetuksen kustannukset ovat kuitenkin alhaisemmat kuin luokkakokojen pienentämisen. [Barrow *et al.* 2008, s. 39]

Teknologian käytön epäsuhta vapaa-ajalla ja opiskelussa on Suomessa tunnistettu ja paineet opiskelun digitalisoitumiseen ovat nousseet. Myös kansainvälisessä PISA tutkimuksissa on seurattu oppilaiden teknologian käyttöä ja hyödyntämistä koulussa ja vapaa-ajalla. PISA 2012 -tutkimuksessa pääalueena oli matematiikan arviointi, ja oppilailta kysyttiin silloin tietotekniikan käytöstä matematiikan opetuksessa. Tässä vertailussa Suomi sijoittui vertailtavien maiden häntäpäähän. Suomessa vain 19 prosenttia oppilaisista kertoi käyttäneensä tietokonetta matematiikan tunneilla viimeisen kuukauden aikana. Vertailun kärkeen sijoittui naapurimaamme Norja, jossa tietokonetta matematiikan tunneilla kertoi käyttäneensä 73 prosenttia oppilaisista. [Leino 2015, s. 99.]

PISA 2012 -tutkimuksessa laskettiin vastausten perusteella tieto- ja viestintäteknologian käyttö koulussa -indeksi. Sen mukaan Suomessa tietokoneen käyttö on hieman OECD-maiden keskiarvon yläpuolella. Eniten tieto- ja viestintäteknologiaa opetuksessa käytettiin Tanskassa, Norjassa, Australiassa ja Hollannissa. Myös Tšekki, Liechtenstein, Ruotsi, Uusi-Seelanti, Slovakia, Kreikka, Espanja, Jordania ja Chile sijoittuivat vertailussa Suomen yläpuolelle. [Leino 2015, s. 102.] Vaikka OECD-maiden vertailussa suomalaisten tietokoneen käyttö koulussa olikin vielä keskiarvon paremmalla puolella, tilanne muuttuu vertailtaessa pelkästään eurooppalaisia maita keskenään. Silloin Suomen sijoitus putoaa reilusti keskiarvon alapuolelle. Tässä luvussa tarkastellaan Suomen koulujen tietoteknistä tilaa eurooppalaisittain.

2.2. Opetusteknologian saatavuus kouluissa

Euroopan komission tekemän tutkimuksen mukaan suomalaisissa kouluissa on verraten hyvin teknologiaa saatavilla opetuskäyttöön verrattuna muihin Euroopan maihin. Esimerkiksi kannettavia tietokoneita suomalaisissa kouluissa oli oppilaslukumäärään suhteutettuna heti Tanskan, Norjan ja Ruotsin jälkeen neljänneksi eniten tutkituista Euroo-

pan maista. Suomen kouluissa oli myös hyvin saatavilla suhteessa oppilaiden lukumäärään interaktiivisia valkotauluja, dataprojektoreita ja mobiililaitteita muihin Euroopan maiden kouluihin verrattuna. [Euroopan komissio 2013, ss. 33, 41]

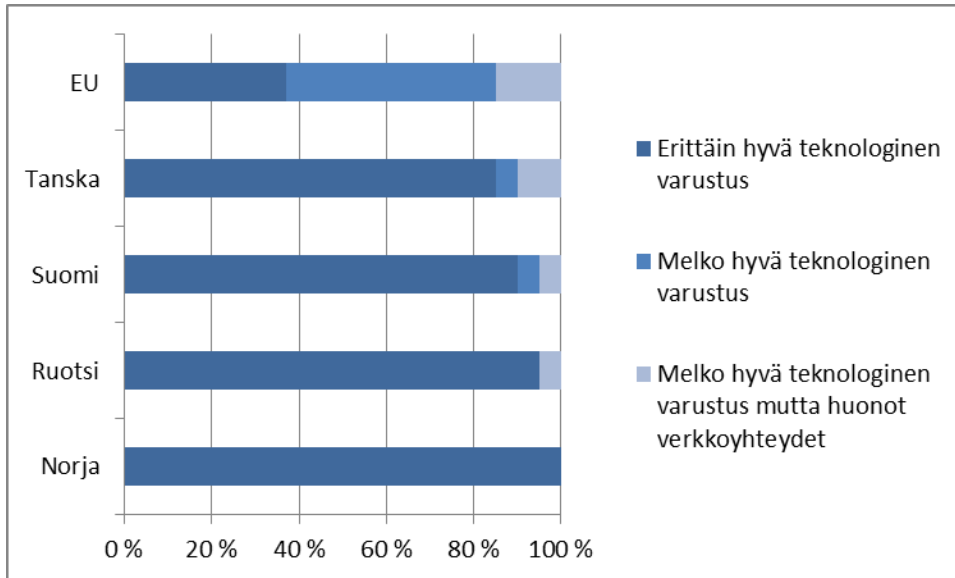
Suomen kouluissa oli myös keskimäärin hyvät internetyhteydet verrattuna muihin Euroopan maiden kouluihin. Ainoastaan Sloveniassa, Norjassa ja Tanskassa oli Suomea paremmat yhteydet. [Euroopan komissio, 2013, s. 44] Kuntaliiton kyselyn perusteella Suomessa ei ole yhtään koulua ilman internetyhteyttä. Yleensä suuremmissa kouluissa oli pienempiä kouluja paremmat internetyhteydet. Haja-asutusalueiden kyläkouluissa oli siten heikoimmat internetyhteydet. [Jalava *et al.* 2014, s. 11] Tämä kehitys kuvastaa osaltaan myös Suomessa pienten koulujen heikkenevää asemaa, sillä juuri niiden tulevaisuuden olemassa olon kannalta hyvät internetyhteydet olisivat ratkaisevia.

Suomen kouluissa on myös hyvin käytössä sähköisiä oppimisympäristöjä verrattuna muihin Euroopan maihin [Euroopan komissio 2013, s. 48]. Sähköisiä oppimisympäristöjä voivat olla esimerkiksi verkkosivuilla tarjolla oleva oppimismateriaalit, opiskeluohjeet, tehtävät, keskustelualueet, oppimispäiväkirjat sekä erilaiset tietokoneavusteiset opetusohjelmat ja multimediasovellukset. Suomessa yleisimpiä oppimisalustoja ovat Moodle ja Peda.net. Suomessa sähköisen oppimisympäristön hyödyntämisessä on kuitenkin suuria vaihteluja eri kuntien välillä. Kunnista 41 prosenttia totesi, ettei oppimisalustoja oltu hyödynnetty opetuksessa. Toisaalta kunnat olivat hyödyntäneet varsin hyvin kodin ja koulun yhteistyöjärjestelmää, esimerkiksi Wilmaa, sillä yhdeksän kymmenestä kunnasta ilmoitti käyttävänsä jotain yhteistyöjärjestelmää [Jalava *et al.* 2014, ss. 13–16]

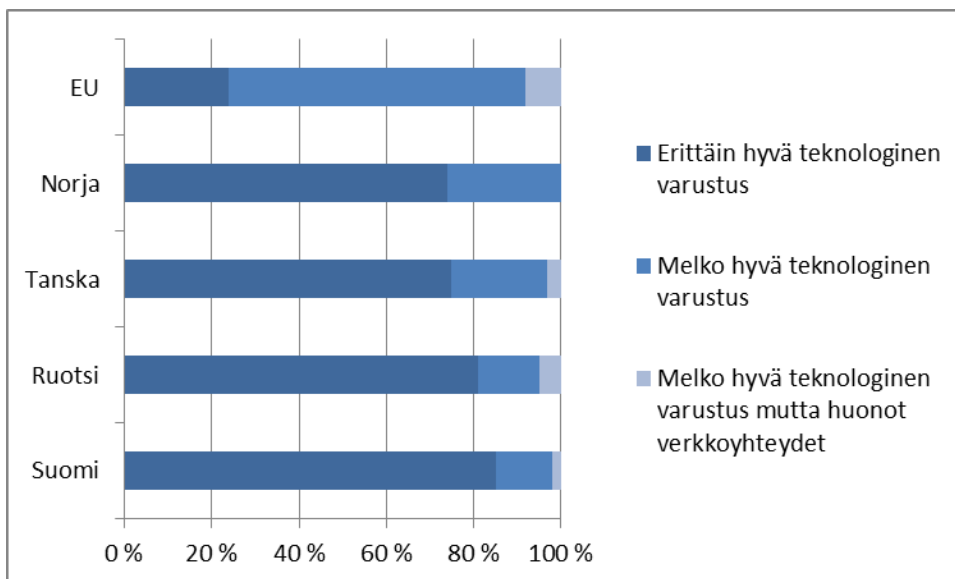
Suomen kouluissa teknologia sijaitsi lähinnä luokkahuoneissa tai tietokonehuoneissa. Tanska oli tässä suhteessa erilainen, sieltä tietokoneita löytyi myös suhteellisen paljon koulujen kirjastoista. Toisaalta vaikka Suomen kouluissa oli suhteessa paljon teknologiaa, oppilaat kokivat sen toimivan melko huonosti. Suomi oli Euroopan maiden peräpäässä kyseltäessä oppilaita miten laitteet toimivat. [Euroopan komissio 2013, ss. 38–39]

Yhteenvetona voidaan todeta, että suomalaisissa kouluissa on verraten hyvin digitaalista laitteistoa varattuna opetuskäyttöön muihin Euroopan maiden kouluihin verrattuna. Euroopan komission tutkimuksen mukaan suomalainen alakoulu sijoittui varustetasoltaan heti kolmanneksi Norjan ja Ruotsin jälkeen (kuva 1), yläkoulujen vertailussa suomalaiset koulut olivat parhaiten varustettuja (kuva 2) ja lukiotasolla Suomi oli neljäs heti Norjan, Ruotsin ja Tanskan jälkeen (kuva 3). [Euroopan komissio 2013, ss. 52–53] Suomen kouluissa on siis hyvät edellytykset tietokoneavusteiseen opetukseen koulujen

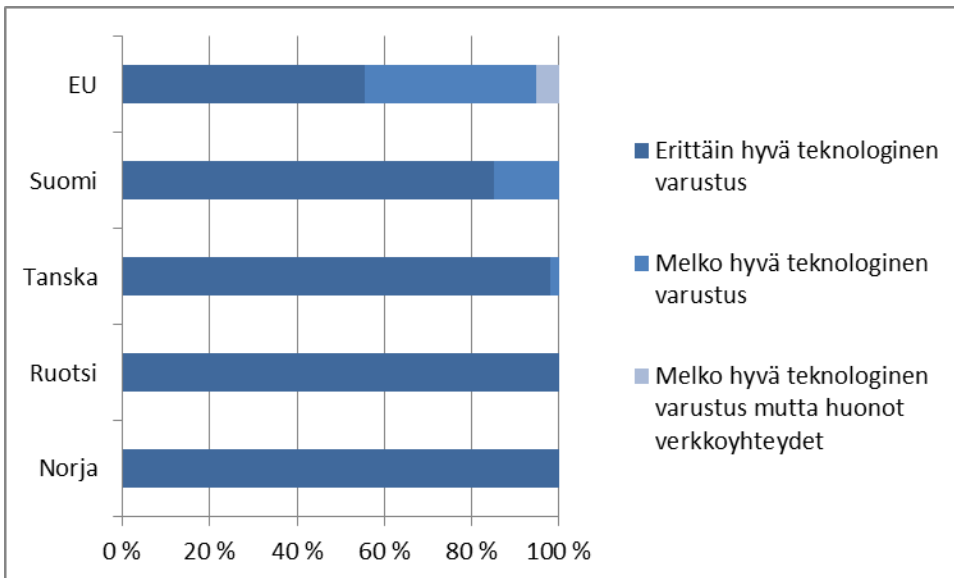
teknologisen varustuksen puolesta, kouluissa on opettajille ja oppilaille käytössä pääte-laitteita sekä usein varsin hyvät internetyhteydet.



Kuva 1. EU:n tutkimuksen mukaan suomalainen alakoulu sijoittui varustetasoltaan heti kolmanneksi Norjan ja Ruotsin jälkeen ollen reilusti yli EU:n keskiarvon [Euroopan komissio 2013, ss. 52–53].



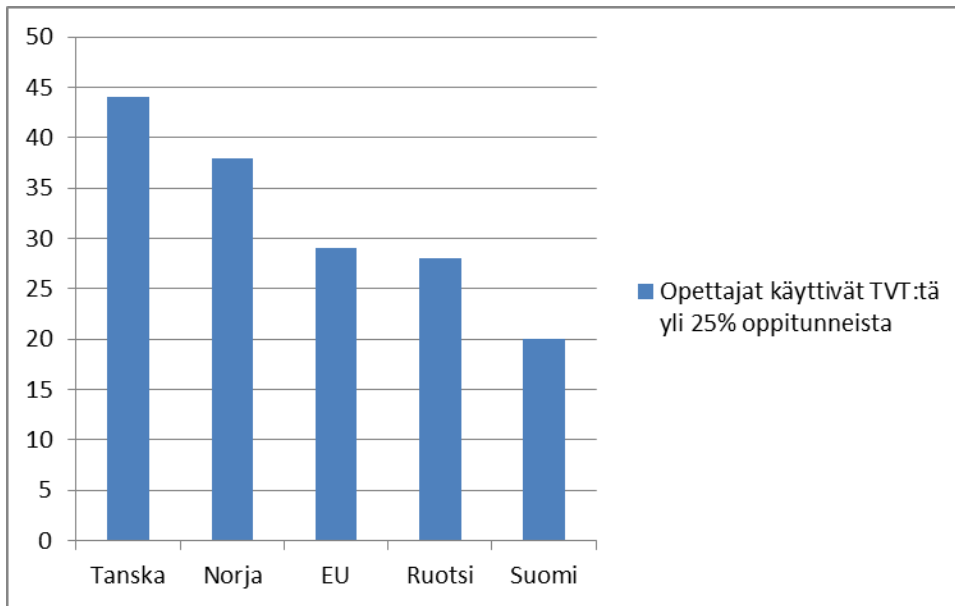
Kuva 2. EU:n tutkimuksen mukaan suomalainen yläaste sijoittui varustetasoltaan ensimmäiseksi ollen reilusti yli EU:n keskiarvon [Euroopan komissio 2013, ss. 52–53].



Kuva 3. EU:n tutkimuksen mukaan suomalainen lukio sijoittui varustetasoltaan neljänneksi Skandinavian maiden jälkeen ollen yhä reilusti yli EU:n keskiarvon [Euroopan komissio 2013, ss. 52–53].

2.3. Opettajien teknologian käyttö

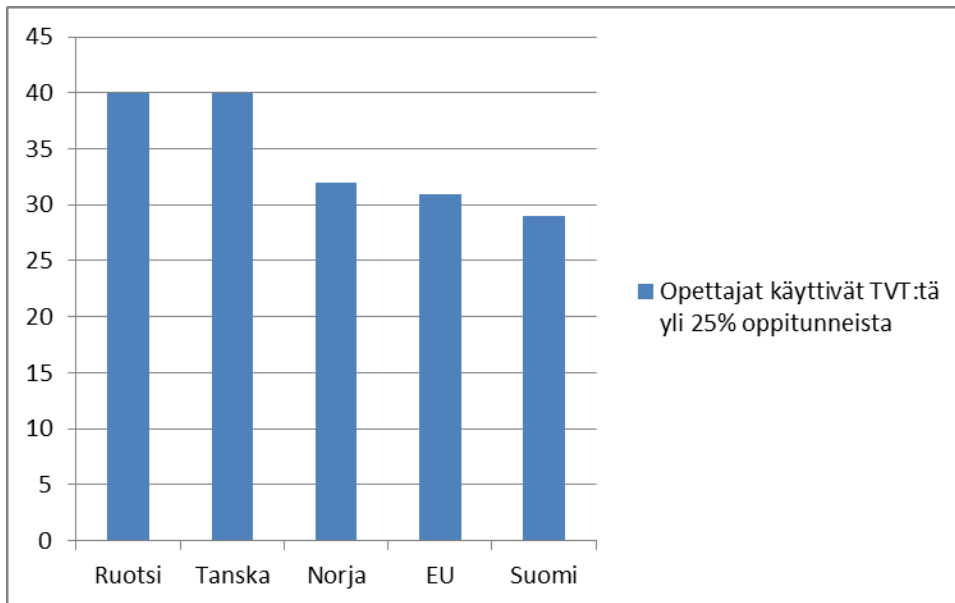
Vaikka suomalaisten koulujen digitaalinen varustus on eurooppalaisittain hyvää tasoa, se ei kuitenkaan takaa että opetus olisi tietokoneavusteista. Euroopan komission tutkimuksen mukaan eurooppalaisten alakoulujen tunneilla opettajat raportoivat käyttäneensä eniten tietokonetta seuraavissa maissa: Malta, Turkki, Slovakia, Irlanti ja Viro. Suomi sijoittui tässä vertailussa häntäpäähän (kuva 4). Suomalaisten alakoulujen opettajista yli puolet raportoi käyttävänsä tietokonetta opetustuntien kokonaismäärästä vain 10 prosenttia tai vähemmän. [Euroopan komissio 2013, s. 56]



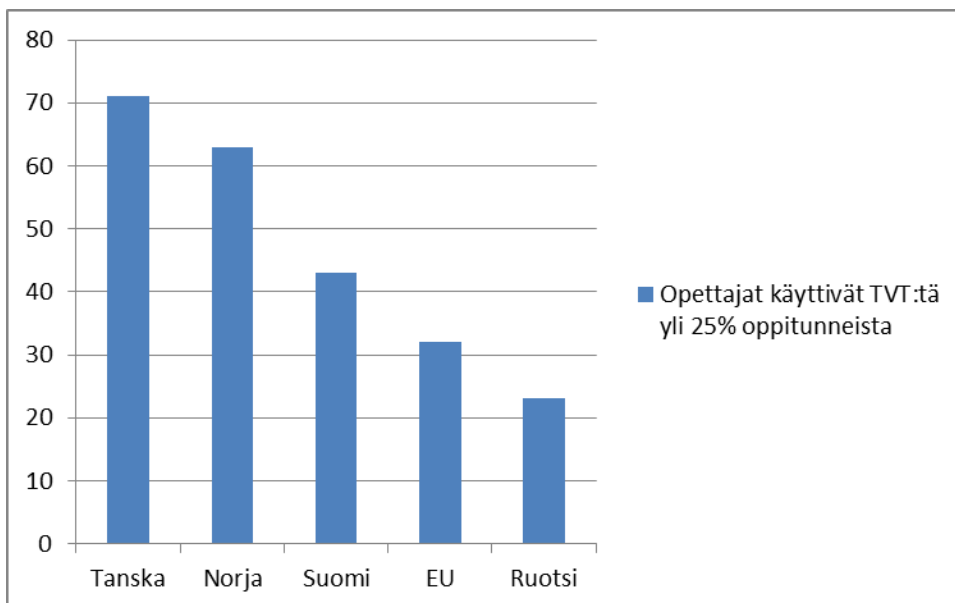
Kuva 4. EU:n tutkimuksen mukaan suomalainen alakoulu sijoittui opettajien tietotekniikan käytön vertailussa vertailun häntäpäähän. Kuvassa on Suomen lisäksi muiden pohjoismaiden tulokset sekä EU:n keskiarvo [Euroopan komissio 2013, s. 57].

Opettajien tietokoneen käyttö opetustunneilla lisääntyi Suomessa hiukan verrattuna muihin Euroopan maihin yläasteelle siirryttäessä (kahdeksas luokka). Tosin silloinkin suomalaiset opettajat raportoivat käyttäneensä keskimääräistä vähemmän tietokonetta eurooppalaiseen opetukseen verrattuna (kuva 5). [Euroopan komissio 2013, s. 56]

Siirryttäessä ylemmille koulutusasteille (lukion tai ammattikoulun toinen luokka) ovat suomalaiset opettajat lisänneet tietokoneen käyttöä opetuksessaan. Suomi sijoittuu vertailussa jo yli eurooppalaisen keskiarvon, vaikkei kärkimaita olekaan (kuva 6). Kärki-maat ovat tässä vaiheessa vaihtuneet Viroon ja Norjaan. [Euroopan komissio 2013, s. 56]



Kuva 5. EU:n tutkimuksen mukaan suomalainen yläaste sijoittui opettajien tietotekniikan käytön vertailussa hiukan alle EU:n keskiarvo. Kuvassa on esitetty Suomen lisäksi muiden pohjoismaiden tulokset sekä EU:n keskiarvo [Euroopan komissio 2013, s. 57].



Kuva 6. EU:n tutkimuksen mukaan suomalainen lukio sijoittui opettajien tietotekniikan käytön vertailussa yli EU:n keskiarvon. Kuvassa on esitetty Suomen lisäksi muiden pohjoismaiden tulokset sekä EU:n keskiarvo [Euroopan komissio 2013, s. 58].

Kartoitettaessa opetushenkilökunnan tieto- ja viestintätekniiikan osaamista Suomen peruskouluissa ja lukioissa opettajat mielestään osasivat käyttää tietotekniikkaa vähintään kohtalaisesti. Lukion opettajat osasivat mielestään käyttää tietotekniikkaa hiukan paremmin kuin peruskoulun opettajat, sillä noin 47 prosentissa kunnista lukio-opettajat

arvioivat osaamisensa olevan vähintään hyvällä tasolla. [Jalava *et al.* 2014, s. 28] Opettajat käyttävät tietotekniikkaa lähinnä valmistaessaan oppitunteja. He hyödyntävät myös monia hallinnon edellyttämiä ohjelmia, mutta opetuskäytön osuus ei ole noussut käytömahdollisuuksien mukana. [OKM 2010, s. 19]

Vertailtaessa kuitenkin suomalaisten opettajien omia mielipiteitä tietoteknisestä osaamisesta muihin Euroopan maiden opettajiin, on suomalaisten osaaminen alle eurooppalaisen keskiarvon. Peruskouluopettajien käsitykset omasta osaamisesta ovat Euroopan häntäpäässä, mutta lukio- ja ammattikouluopettajien käsitykset lähestyvät jo Euroopan keskiarvoa. [Euroopan komissio 2013, s. 82]

Suomessa on myös tutkimuksessa osoitettu, että opettajat osaavat huonommin tietotekniikkaa kuin monet muut ammattiryhmät. Opettajien taidot paljastuivat huonoiksi kaikilla osa-alueilla, tekstinkäsittelystä lähtien. Oppilaiden kanssa opettajat pärjäävät tietotekniikassa mahdollisesti vielä yläkoulussa mutta esimerkiksi lukiossa oppilaat ovat jo opettajia parempia tietotekniikan käyttäjiä. [Mansikka ja Valtavaara 2015]

Vaikka suomalaiset opettajat osasivat heikosti tietotekniikkaa, eivät he kuitenkaan olleet itse halukkaita kehittämään taitojaan eikä heille myöskään pakollisia tietotekniikkakoulutuksia järjestetty kovin paljon. Suomalaisille peruskouluopettajille pakollista tietotekniikkakoulutusta järjestettiin viidenneksi vähiten vertailumaista. Lukio-opettajille sitä järjestettiin hiukan paremmin, mutta kuitenkin alle Euroopan keskiarvon. Ainoastaan ammatillisella puolella pakollisia koulutuksia järjestettiin Suomessa Euroopan keskiarvoa enemmän. [Euroopan komissio 2013, s. 92]

Omalla ajalla suomalaiset peruskoulun ja lukion opettajat opiskelivat tietotekniikkaa kaikista vähiten Euroopan maista. Amatillisen koulun opettajat panostivat hiukan enemmän omalla ajalla opiskeluun, mutta olivat kuitenkin yhä toiseksi viimeisiä vertailussa muihin Euroopan maihin. [Euroopan komissio 2013, ss. 94 -95]

Toistaiseksi parhaiten opettajat ovat saaneet Suomessa tietoteknistä koulutusta koulun oman henkilöstön järjestämänä. Erityisesti ala-asteen opettajat sekä ylemmän oppiasteen opettajat (lukio ja ammattikoulu) olivat saaneet tällä tavalla paljon koulutusta verrattuna eurooppalaiseen keskiarvoon. Yläasteen opettajat jäivät tässäkin eurooppalaisen keskiarvon alapuolelle. Suomalaiset peruskoulun opettajat eivät myöskään keskustele keskustelupalstoilla kollegojensa kanssa kuten eurooppalaiset opettajat tekevät, ylemmillä kouluasteilla tätä tapahtui myös Suomessa. [Euroopan komissio 2013, ss. 95–96]

Suomalaisten opettajien osallistuminen pedagogisesti suuntautuneisiin tietotekniikkakursseihin oli myös heikkoa verrattuna eurooppalaiseen keskiarvoon. Peruskouluopetta-

jilla osallistuminen oli erittäin vähäistä (viidenneksi vähiten Euroopassa), parhaiten Suomessa osallistuivat ammatillisen koulun opettajat tällaiseen koulutukseen (hiukan yli eurooppalaisen keskiarvon). Myöskään ainekohtaisiin sovelluskoulutuksiin eivät suomalaiset opettajat osallistuneet aktiivisesti, eurooppalaisessa vertailussa kaikkien kouluasteiden opettajat olivat eurooppalaisen keskiarvon alapuolella, ja erityisesti peruskoulun opettajien osallistumien oli vähäistä. [Euroopan komissio 2013, ss. 95–98]

Siispä on hyvin johdonmukaista, että vertailtaessa eurooppalaisten opettajien vastauksia, suomalaisten opettajien osallistuminen tietotekniikkakoulutukseen on Euroopan häntäpäähän. Alakoulun opettajat jäivät Euroopan maista viimeisiksi, yläkoulun toiseksi viimeisiksi ja lukionkin opettajat olivat kuudenneksi viimeisiä reilusti keskiarvon alapuolella. Ainoastaan ammatillisen puolen opettajat lähestyivät eurooppalaista keskiarvoa tietotekniikkakoulutukseen osallistumisessa. [Euroopan komissio 2013, s. 99]

Suomessa on etsitty syitä opettajien haluttomuudelle kouluttautua, ja niitä on löydetty esimerkiksi koulutuksen laadusta (lyhykestoinen ja pitkäkestoinen), sijaisjärjestelyistä (onko niitä edes), opettajan työn motivaatiosta sekä oppilaitoksen johtamisjärjestelmästä. Kesä on ollut perinteisesti opettajalle hyvää aikaa täydennyskouluttautua, mutta asenteet ovat muuttuneet enemmän siihen suuntaan että koulutuksen täytyisi tapahtua työajalla. Tähän ovat vaikuttaneet myös työnantajan tiukentuneet asenteet työntekijöitä kohtaan. [Piesanen *et al.* 2007, s. 168]

Euroopan komissio totesi tutkimuksessaan, että mitä enemmän opettajat kouluttivat ja kehittivät itseään tietotekniikan parissa, sitä luottavaisempia he myös olivat oman tietotekniikan käytön suhteen. Siten kun tarkastellaan suomalaisten opettajien uskoa omaan tietoteknisiin taitoihinsa, sijoittuvat suomalaiset vertailussa Euroopan häntäpäähän. Ainoastaan sosiaalisen median taidoissa suomalaisilla opettajilla oli uskoa omaan kykyihinsä. [Euroopan komissio 2013, ss. 102–103].

Yhteenvetona voidaan sanoa, että suomalaisissa kouluissa teknologiaa olisi saatavilla opetukseen enemmän kuin sitä opetuksessa käytetään. Toisaalta vaikuttaa myös siltä, että opettajat osaisivat käyttää teknologiaa enemmän kuin he tällä hetkellä käyttävät. Alakouluissa opettajat käyttivät opetuksessa teknologiaa suhteellisen vähän, vaikka teknologiaa olisikin ollut saatavilla. Yläasteella teknologian käyttö opetustilanteissa hiukan kasvoi, mutta myös tällöin teknologiaa olisi ollut saatavilla enemmän kuin opettajat sitä raportoivat käyttäneensä. Sama tilanne oli myös lukioissa ja ammattikouluissa.

Suomalaisten opettajien tietotekniikkaosaaminen vaatisi harjoitusta, mutta osallistuminen tietotekniikkakoulutuksiin oli eurooppalaisittain heikkoa. Pakollisia koulutuksia oli vähän, eivätkä opettajat osallistuneet aktiivisesti vapaaehtosiinkaan koulutuksiin. Opet-

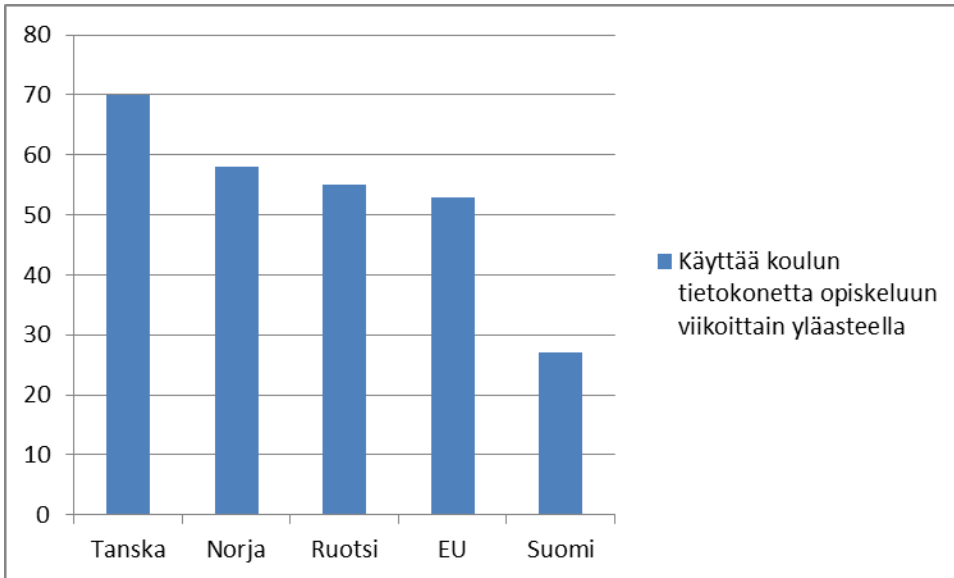
tajat eivät myöskään itse kehittäneet taitojaan omatoimisesti. Oman koulun järjestämiin koulutuksiin opettajat osallistuivat.

Ei siis ole yllätys, että opettajat eivät oikein luota omiin tietoteknisiin kykyihinsä. Eri kouluasteissa oli hiukan eroja. Heikoimmat tietotekniset taidon olivat peruskoulussa luokanopettajilla. Ammattikoulut vaikuttivat olevan hyvin teknologisesti varustettuja Suomessa ja siellä oli myös opettajilla eniten kiinnostusta tietotekniikan käyttöön opetuksessa. Toisaalta on hyvä huomioda, että tietotekniikkataidot kehittyvät ainoastaan käyttämällä. Nykyisilläkin tietoteknisillä taidoilla opettajat voisivat päästä alkuun ja kehittyä yhdessä oppilaiden kanssa.

2.4. Opiskelijoiden teknologian käyttö

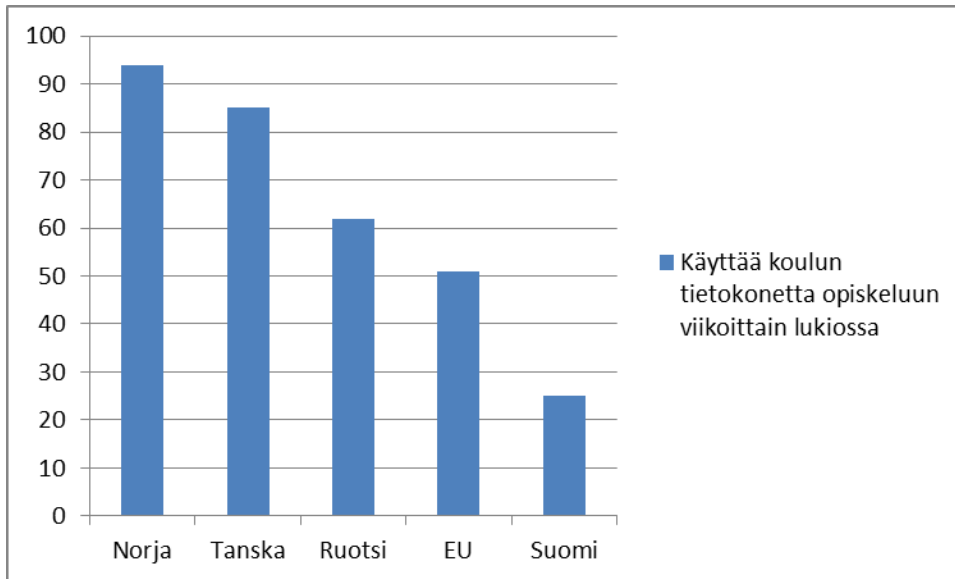
Euroopan komission tutkimuksessa kysyttiin myös yläasteen (kahdeksas luokka), ammattikoulun ja lukion oppilailta (2. vuosikurssi) oppilaiden tietotekniikan käytöstä oppitunneilla. Tutkimuksesta käy ilmi, että suomalaiset oppilaat käyttävät tietotekniikkaa selvästi vähemmän kuin eurooppalaiset oppilaat yleensä. Yläasteella suomalaiset oppilaat käyttivät koulun tietokonetta vähiten kaikista vertailussa olleista eurooppalaisista maista (kuva 7). [Euroopan komissio 2013, s. 61]

Omia puhelimia suomalaiset oppilaat käyttivät oppitunneilla opiskeluun hiukan enemmän sijoituessaan siinä Euroopan maiden keskikastiin [Euroopan komissio 2013, s. 61]. Tosin oppilaiden omien laitteiden käyttö perusopetuksessa ei ole vielä kovin yleistä. Suomen kunnille tehdyn kyselyn mukaan peruskouluissa vain 16 prosentissa kunnista käytettiin oppilaiden omia laitteita opetuksessa. Toisaalta oppilaiden omia laitteita käytettiin lukioissa 61 prosentissa kunnissa. [Jalava *et al.* 2014, ss. 11, 20]



Kuva 7. EU vertailussa suomalaisen yläasteen opiskelijat käyttivät vähiten tietokonetta opiskeluun viikoittain. Kuvassa on esitetty Suomen lisäksi muiden pohjoismaiden tulokset sekä EU:n keskiarvo [Euroopan komissio 2013, s. 61].

Oppilaiden tietokoneiden käyttö suomalaisilla oppitunneilla ei kasvanut suhteessa muihin maihin siirryttäessä ylemmille kouluasteille lukion tai ammattikoulun toiselle luokalle. Myös näillä kouluasteilla suomalaiset oppilaat käyttivät tietokonetta vähiten oppitunneilla kaikista vertailussa olleista eurooppalaisista maista (kuva 8). Tässä vaiheessa myös oman puhelimen käyttö oli laskenut alle eurooppalaisen keskitason. Interaktiivisen valotaulun käytössä suomalaiset oppilaat olivat myös Euroopan häntäpäässä niin yläasteella kuin ylemmilläkin kouluasteilla. [Euroopan komissio 2013, ss. 61 - 63]



Kuva 8. EU vertailussa suomalaisen lukion opiskelijat käyttivät vähiten tietokonetta opiskeluun viikoittain. Kuvassa on esitetty Suomen lisäksi muiden pohjoismaiden tulokset sekä EU:n keskiarvo [Euroopan komissio 2013, s. 62].

Toisaalta suomalaiset oppilaat kokivat itse osaavansa käyttää internetiä turvallisesti ja vastuullisesti. Yläasteen ja lukion oppilaat luottivat itseensä turvallisessa internetin käytössä neljänneksi eniten Euroopassa, ammatillisen puolen oppilaat olivat hiukan Euroopan keskiarvon alapuolella. Yläasteen oppilaat osasivat mielestään käyttää erittäin vastuullisesti internetiä (lukiolaiset mielestään vastuullisimpia Euroopassa). [Euroopan komissio 2013, ss. 104-105].

Luottamus omiin tietoteknisiin taitoihin oli suomalaisilla oppilailla eurooppalaista keskiluokkaa. Tosin ammatillisen asteen oppilaat luottivat itseensä siinä keskimääräistä vähemmän. Sosiaalisen median taidoissa suomalaiset peruskoululaiset ja lukiolaiset luottamus itseensä oli Euroopan kärkipäässä, ammatillisen asteen oppilaiden luottamus oli hiukan keskiarvoa heikompi. [Euroopan komissio 2013, ss. 106–107].

Onkin hyvin johdonmukaista, että Suomessa oli yläasteella suhteessa eniten Euroopasta oppilaita, jotka eivät koskaan käyttäneet tietokoneita oppitunneilla tai tekivät sitä vain hyvin harvoin. Samoin myös ylemmillä kouluasteilla suomalaiset oppilaat käyttivät tietokoneita alle eurooppalaisen keskiarvon tunneilla. Euroopan komission raportissakin kiinnitetään huomiota siihen, että vaikka Suomessa luokkahuoneet ovat yleensä tietoteknisesti hyvin varustettuja, sen käyttö jää silti vähäiseksi [Euroopan komissio 2013, s. 64].

Koulun osuus tietoteknisten taitojen opettajana suomalaisille nuorille on ollut siis vähäinen. Nuoret ovat tietotekniikkataidoiltaan itseoppineita, eikä koulua pidetä tärkeänä tietotekniikkataitojen lähteenä. Koulun yksi keskeinen tehtävä olisi kuitenkin tarjota riittävä teknologian perusosaaminen ja medialukutaito kaikille oppilaille. [Turun Yliopisto 2013]

Toisaalta suomalaisten oppilaiden tietotekniset taidot mahdollistaisivat tietotekniikan käytön opetuksessa. Oppilaat osaavat mielestään käyttää erittäin hyvin internetiä ja sosiaalista mediaa sekä arvioivat tietotekniset taitonsa olevan eurooppalaista keskitasoa.

Tutkimusten tulosten perusteella voi todeta, että jos joku kouluissa käytti teknologiaa, niin se oli opettaja. Suomalaiset oppilaat käyttivät sitä hyvin vähän jos ollenkaan. Tutkimustulosten perusteella kuitenkin suomalaiset oppilaat osaavat käyttää tietotekniikkaa paremmin kuin opettajansa.

2.5. Opettajien ja oppilaiden asenteet tietotekniikkaa kohtaan

Vaikuttaa siltä, että tietokoneavusteisen opetuksen lisäämiseksi opettajien asenteisiin on vaikutettava. Opetusneuvos Kiesin mukaan tarvitaan lisää digimyönteisyyttä, ja myös opettajat on saatava luottamaan osaamiseensa ja kykyynsä hyödyntää uusia oppimisympäristöjä [Ylilehto 2013].

Euroopan komission tutkimuksen mukaan suomalaisten ala-asteen rehtorien ja opettajien mielipiteet tietotekniikan hyödyllisyydestä opetuksessa ja oppimisessa olivat Euroopan vertailun häntäpäässä. Yläasteella mielipiteet hiukan muuttuivat, mutta olivat yhä eurooppalaisen keskiarvon alapuolella. Vasta lukiossa ja ammatillisessa opistossa opettajien mielipiteet olivat hiukan eurooppalaista keskitasoa myönteisempiä tietotekniikan hyödyllisyydestä opetuksessa. [Euroopan komissio 2013, s. 124].

Suomalaisten oppilaiden mielipiteet tietotekniikan hyödyllisyydestä opetuksessa ja oppimisessa olivat Euroopan häntäpäätä. Suomalaiset oppilaat uskoivat tietotekniikan hyödyllisyyteen oppimisessa toiseksi tai kolmanneksi vähiten Euroopassa riippuen opin-
toasteesta. Sama suuntaus jatkui myös kysyttäessä suomalaisten oppilaiden asenteita tietokoneita kohtaan. Euroopan komission tutkimus löysikin positiivista riippuvuutta tietokoneiden käytön ja niitä kohtaan olevien asenteiden välillä. Mitä enemmän tietokoneita käytetään sitä positiivisemmat ovat asenteetkin. [Euroopan komissio 2013, ss. 125–126].

Suomalaisten opettajien ja oppilaiden epäilevä asenne tietotekniikan hyödyllisyydestä oppimisessa on varmasti yhteydessä siihen, ettei heillä ole siitä kokemusta. Tietotekniikkaa vähän käyttävillä on yleensä epäileviä asenteita tietotekniikkaa kohtaan. Kuitenkin suomalaisten oppilaiden vapaa-ajan internetin ja sosiaalisen median käyttö näkyivät myös tutkimustuloksissa. Siinä suomalaiset kokivat olevansa hyviä.

2.6. Yhteenveto

Suomen kouluissa on eurooppalaisittain opettajille ja oppilaille hyvin käytössä digitaalisia päätelaitteita sekä usein varsin hyvät internetyhteydet. Teknologiaa on jopa saatavilla opetukseen enemmän kuin sitä todellisuudessa käytetään.

Toisaalta opettajat myös osaisivat käyttää teknologiaa enemmän kuin he tällä hetkellä käyttävät, vaikka heidän taitonsa olivat muihin ammattiryhmiin verrattuna heikkoja. Myös suomalaisten opettajien osallistuminen tietotekniikkakoulutuksiin oli eurooppalaisittain vähäistä. Pakollisia koulutuksia järjestetään vähän, eivätkä opettajat osallistu aktiivisesti vapaaehtosiinkaan koulutuksiin. Opettajat eivät myöskään kehitä omatoimisesti tietoteknisiä taitojaan toisin kuin muut eurooppalaiset kollegansa. Toisaalta oman koulun järjestämiin koulutuksiin opettajat osallistuivat.

Vähäisen tietotekniikan käytön ja koulutuksen johdosta opettajat eivät luota omiin tietoteknisiin kykyihinsä. Kuitenkin jos joku kouluissa käytti teknologiaa, niin opettajat. Suomalaiset oppilaat käyttivät teknologiaa minimaalisesti vaikka tutkimustulosten perusteella suomalaiset oppilaat osaavat käyttää tietotekniikkaa paremmin kuin opettajansa. Tämä voi olla yksi syy suomalaisten oppilaiden epäilevään asenteeseen tietotekniikan hyödyllisyydestä oppimisessa. Taulukossa 2 on vielä esitetty yhteenveto tietokoneavusteisen opetuksen tilasta Suomessa.

Voidaankin todeta, ettei koulujen tietotekninen varustaminen takaa tietokoneavusteista opetusta vaikka se onkin sen perusedellytys. Ei myöskään näytä riittävän, että opettajat ja oppilaat osaavat käyttää tietotekniikkaa ja internetiä vapaa-ajalla, jotta tietokoneavusteista opetusta ja oppimista tapahtuisi. Vaikka opettajille tarjotaan vapaaehtoista tietoteknistä koulutusta, ei sekään takaa tietokoneavusteista opetusta. Mitä sitten tarvitaan, että tietokoneavusteinen opetus lisääntyisi? Sitä käydään läpi seuraavassa luvussa.

Taulukko 2. Yhteenveto tietokoneavusteisen opetuksen tilasta Suomessa

Tietokoneavusteisen opetuksen tila Suomessa	
+	<ul style="list-style-type: none"> • Tekninen varustus kouluissa • Oppilaiden tietotekninen osaaminen vapaa-ajalla • Opettajien kohtalainen tietotekninen osaaminen
-	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologian käyttö opetuksessa • Oppilaiden tietotekniikan vähäinen käyttö opiskelussa • Opettajien tietotekniikkakoulutus

3. Digitalisaatioon vaikuttavat tekijät opetuksessa

3.1. Oppiminen

3.1.1. Oppimisprosessi

Oppiminen määritellään vuorovaikutteiseksi prosessiksi, jossa oppija muuntaa kokemuksiaan niin, että hänen tiedoissaan, taidoissaan ja asenteissaan tapahtuu pysyviä muutoksia [Verkko-tutor 2005]. Oppiminen on oppijan henkisen rakenteen kehittämistä, jossa hän työstää eri aisteilla saatua tietoa tietoisesti ja alitajuisesti. Oppimiseen vaikuttaa useita eri osatekijöitä, joita on esitelty kuvassa 9. Oppimistilanteessa keskeinen vuorovaikutussuhde on opettajan ja oppijan välillä. Oppimiseen liittyy sosiaalisia vuorovaikutussuhteita, jotka on tarkoitus saada tukemaan oppimista. Oppimistehtävään kuuluvat sisällölliset seikat kuten tehtävän rakenne, muoto ja vaikeusaste. Oppimistoiminta taas edellyttää esimerkiksi tarkkaavaisuutta, aktiivisuutta ja tiedon tallentamista muistivarastoihin. [Kauppila 2003, ss. 17 -19]



Kuva 9. Oppimisprosessin osatekijöitä [Kauppila 2003, s. 18]

On myös hyvä korostaa, että oppiminen vaatii aina aikaa. On tärkeää suhtautua realistisesti siihen aikamäärään, joka oppimiseen kulloinkin tarvitaan. Asiantuntemuksen kehittyminen vaatii huomattavasti aikaa, ja tietyn aineiston oppimiseen kuluva aika on melko lailla suhteessa opittavan aineiston määrään. Jos opetuksessa yritetään käydä läpi liian monia aiheita liian nopeasti, oppijat oppivat irrallisia tietojoukkoja tai oppijat eivät voi käsittää aiheita ilman riittävää erityistietämystä. Kun oppijoille annetaan aikaa oppimiseen, on heille myös annettava riittävästi aikaa tiedon käsittelyyn. Oppimista ei voi kiihkeä vaan tiedon integrointiin tarvittava monimutkainen kognitiivinen toiminta tarvitsee oman aikansa. [National Research Council, 2004, ss. 71–72]

Oppimisympäristö muodostuu psyykkisestä, fyysisestä ja sosiaalisesta ympäristöstä, ja sen valinta vaikuttaa oppimistuloksiin. Parhaimmillaan oppimisympäristö tukee oppijan henkistä kasvua ja oppimista. Oppija tarvitsee oppimisympäristön, joka on kiinnostava, motivoiva ja virikkeitä antava. Tosin lopulta oppiminen on kuitenkin kiinni itse oppijasta. [Kauppila 2003, ss. 17 -19]

Uudet oppimisympäristöt liitetään usein teknologian käyttämiseen opetuksessa. Kuitenkin uutta teknologiaa käytetään myös perinteisessä oppimisympäristössä, jolloin siitä vain tulee yksi keinotekoinen toimintarakenteen osa. Uuteen oppimisympäristöön liittyy haasteita ja velvoitteita, jotka eivät ole sidoksissa teknologiaan. Oppimisympäristön ydinkysymys on, että voidaanko rakentaa ympäristöjä joissa voidaan toimia kuten todellisuudessa. Uusissa oppimisympäristöissä pyritään kohti luonnollisia työmuotoja, joissa oppija itse voisi ohjata tapahtumia omien tavoitteidensa ja arvioidensa suuntaan. [Verko-tutor 2005]

3.1.2. Oppimisenäkemykset

Opettajan toimintaan vaikuttaa hänen oma käsityksensä oppimisesta. Oppimiskäsitys luo perustan opettajan omaan pedagogiseen ajatteluun sekä käyttöteoriaan. Se tarkoittaa opettajan omaa henkilökohtaista teoriaa opetuksesta, ja se luo puitteet opettajan käytännön toiminnan suunnitteluun ja toteutukseen. [JAMK 2015]

Oppimiskäsityksiä voidaan jakaa teoriansa perusteella esimerkiksi perinteiseen (behavioristinen), kognitiiviseen, konstruktivistiseen sekä kokemukselliskokonaisvaltaiseen oppimiskäsitykseen.

3.1.2.1. Behavioristinen oppimiskäsitys

Oppimisen määrittelyssä on pitkään vaikuttanut behavioristinen perinne, jonka mukaan oppiminen näkyy ulkoisesti mitattavana käyttäytymisen muutoksena [Kauppila 2003, s. 20]. Opetuksellisesti keskeisimpiä periaatteita ovat systemaattinen ennakkosuunnittelu, opetustavoitteiden tarkka määrittely, opettajan ja oppiaineksen keskeinen asema sekä oppimisen tarkka arviointi suhteessa tavoitteisiin [Verkko-tutor 2005]. Oppimateriaali jaetaan sopiviin, hierarkkisesti laajeneviin osiin. Opetus toteutetaan vaihe vaiheelta edeten. Myös oppimateriaalin osaaminen voidaan kontrolloida vaihe vaiheelta. Tällaiset oppirakennelmat on löydettävissä esimerkiksi lähes kaikessa matematiikan opetuksessa. Opetettava tieto käsitetään usein oppijan ulkopuoliseksi asiaksi ja ongelmattomaksi. [Leino 1997, s. 40]

Behavioristisen oppimisen väitetään olevan oppilaalle yksinäinen ja asiayhteydestään eristetty tapahtuma, jossa oppiminen tarkoittaa irrallisten tietojen ja yksittäisten taitojen vastaanottamista. Vastuu oppimisesta ja toiminnasta on pääsääntöisesti opettajalla ja koululla. [JAMK 2015] Opettaja voi opetuksessa siirtää tietoa tehokkaasti oppijalle. Pääasialliset opiskelun muodot ovat opettajan kuunteleminen ja kirjallisuuden lukeminen. [Meisalo *et al.*, 2000, s. 36]

3.1.2.2. Kognitiivinen oppimiskäsitys

Kognitiivisessa oppimiskäsityksessä oppimista pidetään sisäisenä prosessina jolloin oppijassa tapahtuvat sisäiset muutokset näkyvät myös ulkoisina käyttäytymisen muutoksina [Kauppila 2003, s. 20]. Kognitiiviseen oppimiskäsitykseen perustuvassa opetuksessa opetus on oppimisen ohjaamista. Opetuksessa tiedon prosessointi korostuu. Silloin pyritään saamaan aikaan ajattelua ja pohdintaa, jotta asia ymmärrettäisiin. Opetuksessa pyritään suurempiin opetuskokonaisuuksiin, eikä siten suunnittelukaan enää tapahdu pikkutarkasti. Opetuksen toimintatavat ovat oppijakeskeisiä ja oppimisessa on tärkeää tiedon käsittely. [JAMK 2015]

Kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan mielekäs oppiminen alkaa käytännön elämän ongelmista ja ristiriidoista. Kun oppijan tiedot ja taidot eivät riitä tilanteen hallitsemiseen, syntyy oppijan mielessä tiedollinen ristiriita. Ristiriita pyritään ratkaisemaan joko hankkimalla uutta tietoa (assimilaatio) tai järjestelmällä aiempi tieto uudella tavalla (akkommodaatio). Skeemoiksi kutsutaan oppimisen tuloksena syntyneitä ajatuksia sekä periaatteita, jotka ohjaavat oppijan toimintaa. Uuden tiedon omaksuminen riippuu aina aikaisemmasta tiedosta. [JAMK 2015]

Opettajan tehtävänä on tukea opiskelijan oppimisprosessia. Siten opettajalla on merkittävä vaikutus oppijan opiskeluun. Opetuksen tehtäviä ovat oppijan valmistaminen uuteen ja motivointi, oppiaineiston pohjustus ja tiedollisen ristiriidan herättäminen oppijoissa. Opetuksessa kehitetään taitoja, tietyt suoritukset automatisoidaan mallien ja toistojen avulla, sekä sovelletaan uusiin tehtäviin opittuja tietoja. Opetukseen kuuluu myös kontrolli, jossa arvioidaan orientaatiota sekä omaa oppimista. Opettaja pyrkii kehittämään oppijoiden omaa kykyä kontrolloida ja arvioida taitojaan. [JAMK 2015]

3.1.2.3. Konstruktiivinen oppimiskäsitys

Konstruktiivisessa oppimisessä tietorakenteiden muokkaaminen on keskeistä. Oppimiseen kuuluu tiedon ja kokemuksen hankkimista sekä uuden ja vanhan tiedon uudenlaista ymmärtämistä. Oppimisessa ongelmien ratkominen on olennaista. [Kauppila 2003, s. 21]. Oppimisessa oppija kokemustensa kautta konstruoi eli rakentaa tietoa, valikoi ja tulkitsee informaatiota sekä jäsentää sitä aikaisempiin tietoihinsa ja näkemyksiinsä pohjautuen [Verkko-tutor 2005]. Konstruktiivisessa opetussuunnitelmassa esitetään hyvän osaamisen kriteerit ja kirjataan vain keskeiset tavoitteet ja ideat. Oppiminen on oppijan aktiivinen tiedon konstruointiprosessi. [JAMK 2015] Oppija rakentaa omaa tietoaan liittäen yhteen uutta ja aiemmin oppimaansa. On tärkeää, että oppija itse ohjaa ja hallitsee oppimista [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 18] Oppimisessa keskeistä on ymmärtäminen ja ajattelu. Oppimisen tavoitteena on, että oppijalle syntyy omiksi ja tärkeiksi koettuja ongelmia. Oppiminen on aina konteksti- ja tilannesidonnaista. Oppimista tapahtuu jatkuvasti ja kaikkialla. [JAMK 2015]. Uuden oppimista voidaan kuvata etenemisenä, jossa oppija siirtyy lähikehitysvyöhykkeeltä uudelle tasolle. Etenemisprosessin mukana tulee myös uusia mahdollisuuksia oppia ja toimia. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 18]

Opettajan tehtävänä on luoda oppimisympäristöjä, jotka herättävät oppijassa kysymyksiä. Siten ne auttavat oppijaa konstruoimaan vastauksia. Opettajan toiminnassa on oleellista opiskeltavan asian kannalta tärkeiden kysymysten virittäminen sekä myös oppijoiden ajattelu- ja ymmärtämisvalmiuksien harjaannuttaminen. Se tapahtuu antamalla heille monipuolisia mahdollisuuksia saada palautetta toiminnastaan. Myös oppimaan oppiminen on tärkeää. [JAMK 2015]

Käytännön opetustyössä opettajan rooli muuttuu oppimistilanteen järjestäjäksi, jossa keskeistä on oppijan oppimisprosessin tukeminen. Opettajan tehtävä on aikaansaada ristiriitaa oppijan ajattelumalleissa. [JAMK 2015] Konstruktivistinen oppiminen on itsesäätelevää ja oppijakeskeistä. Oppijaa ei kuitenkaan jätetä oppimistehtäviensä kanssa yksin, vaan opettajat auttavat oppijoita kehittymään itseohjautuvina ja taitavina oppijoina. Siten opettajien ammattitaitovaatimukset ovat kasvaneet asiantuntijuudesta oppimisen ohjaamiseen. [Verkko-tutor 2005]. Opiskelun alkuvaiheessa ulkoinen tuki ja ohjaus

ovat tärkeitä, mutta niitä vähennetään oppimaan oppimisen taitojen kasvaessa. Näin oppijoita ohjataan oppimisen itsesäätelyyn, joka tapahtuu oppijan tahdissa. [JAMK 2015]

Konstruktivismissa ymmärtäminen on tärkeämpää kuin ulkoa osaaminen. Vain ymmärretty tieto on mielekästä ja merkityksellistä tietoa. Siten kaikki eivät opi samoja asioita samoista sisällöistä ja oppijoiden erilaisia tulkintoja käsitelläänkin sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Asiat opitaan yleensä parhaiten silloin, kun ne kytketään oppijoiden aikaisempaan tietoon, laajempiin kokonaisuuksiin ja aitoihin todellisiin tilanteisiin. Oppimisessa huomioidaan myös tilannesidonnaisuus. Koulutuksen ei pidä olla irrallaan tilanteista, joissa opittavia tietoja ja taitoja aiotaan käyttää. Siten oppiminen on aina sidoksissa kontekstiinsa eli ympäristöön, tilanteeseen ja kulttuuriin, jossa oppiminen tapahtuu. [JAMK 2015]

Opetuksessa tietoa tulee esittää useista eri näkökulmista, erilaisin esitystavoin ja oppimistehtävin. Opetuksessa painotetaan sosiaalista vuorovaikutusta, sillä sen avulla oppija voi ulkoistaa omaa ajatteluaan. Vuorovaikutusta tehostetaan yhteistoiminnallisilla opiskelumuodoilla. Opetuksen arviointi kytketään osaksi oppimisprosessia. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota oppimisprosessiin ja oppimisen laatuun sekä oppijan osallistuminen omaan arviointiinsa tulee keskeiseksi. Opetussuunnitelmaa kehitetään ongelmakeskeiseksi. [JAMK 2015]

Käytännössä konstruktivismin periaatteita toteutetaan erityisesti etä- ja itseopiskelussa. Silloin oppijan itseohjautuvuudella on hyvin suuri merkitys opintojen onnistumisen kannalta. Usein uudet oppimisympäristöt pohjautuvat konstruktivistiselle ajattelulle. [Verkko-tutor 2005]

Konnektivismi

Konnektivismi on teoria, jonka mukaan tieto koostuu verkossa olevista toisiinsa yhteydessä olevista itsenäisistä kokonaisuuksista. Teorian mukaan oppiminen koostuu näiden verkkojen kehittämisestä sekä niissä kulkemisesta. [Downes 2011] Konnektivistisessä lähestymistavassa oppimisen ohjaamisessa hyödynnetään sosiaalista mediaa ja teknologiaa. Konnektivismissa keskeistä on ajasta ja paikasta riippumaton oppiminen ja ohjaus, jonka lisäksi toimitaan yhteistoiminnallisesti verkossa. Konnektivismi perustuu oikeastaan sosiaalisiin verkostoihin, jonka etuna ovat luokattomat tilat. [JAMK 2015]

Konnektivismissa opettajan tehtävänä on tukea ja ohjata uusien tietoteknisten välineiden käytössä tavoitteen mukaisesti, mutta oppimisessa painopiste keskittyy keskinäiseen yhteistoimintaan ja verkostoihin. Tällöin opettajalta vaaditaan avointa asennoitumista

uusiin teknologisiin työvälineisiin. Myös tällöin edellytetään, että pedagoginen osaaminen on tärkeämpää kuin tietotekniset välineet. Verkko-oppimisympäristöissä tarvitaan oppimis- ja ohjausprosessin ja toimintakulttuurin ymmärtämistä sekä sisältötiedon jatkuvaa päivittämistä. [JAMK 2015] Verkko-oppimisympäristön uskotaan muuttuvan virtuaalisesta oppimisympäristöstä kohti henkilökohtaista oppimisympäristöä (PLE, personal learning environment), jolloin muutos ei ole pelkästään tekninen vaan myös muuttaa käsitystä oppimisesta. Tieto on tällöin luonteeltaan muuttuvaa, hiljaista sekä rakennettua. [Downes 2011]

3.1.2.4. Kokemuksellinen oppimiskäsitys

Kokemuksellisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on jatkuva prosessi, joka perustuu kokemuksiin ja niiden analyysiin. Prosessi on syklinen, jolloin onnistunut oppimisprosessi tuottaa aina uutta sovellettavaa tietoa ja uusia kokemuksia. Niitä puolestaan jälleen "käsitellään". [Verkko-tutor 2005]

Oppimisessa on keskeistä yksilön ja ympäristön välinen yhteistyö, vaikka kokemukset ovatkin yksilöllisiä. Oppijoiden käsitykset syntyvät yksilön ja ulkoisten tekijöiden välisenä vuorovaikutuksena. Siten oppimiseen kuuluu myös sosiaalinen ulottuvuus. [Verkko-tutor 2005]

Kokemuksellisessa oppimiskäsityksessä oppimisen perustan luo välitön omakohtainen kokemus. Opetuksessa lähdetään liikkeelle oppijoiden omista kokemuksista ja käsityksistä. Opetusjakson avauksen merkitystä korostetaan. Ohjaajan toiminta, oppimisympäristön luominen, alkulämmittely ja tavoitteiden määrittely vaikuttavat paljon siihen, mihin tarkkaavaisuus kohdistuu. Se voi valikoivasti kohdistua opittaviin asioihin vai epäolennaisuuksiin. [JAMK 2015]

Ensimmäisessä oppimisen vaiheessa kriittinen pohdiskeleva havainnointi korostaa ilmiön eri näkökulmien pohdintaa. Näin oppijat reflektivat omia kokemuksiaan. Omia kokemuksia pohtimalla luodaan pohja uusille käsitteille, malleille ja teorioille. Käsiteltävää aihetta havainnoidaan ja pohditaan yhdessä muiden oppijoiden kanssa ja siten pyritään tietoiseen ymmärtämiseen ja käsitteellistämiseen. Pohdintavaiheessa omat näkemykset laajentuvat muiden kokemusten ja tulkintojen avulla. [JAMK 2015]

Seuraavassa vaiheessa pyritään systemaattisen ajattelun kautta muokkaamaan vanhoja ja luomaan uusia malleja, käsitteitä ja teorioita. Ne jäsentävät omakohtaista kokemusta ja auttavat sen yleistämisessä. Tässä vaiheessa haetaan asiasta myös teoreettista tietoa. Opiskeltavaan asiaan voidaan perehtyä asiantuntijoiden avulla. Seuraavaksi tarkoituksena on testata malleja ja tehtyjä päätelmiä käytännössä. Samalla pyritään myös vaikutta-

maan ihmisiin ja muuttamaan asioita. Tämä voidaan toteuttaa myös projektimuotoisesti, missä opiskeltavaa asiaa testataan ilmiön todellisessa ympäristössä. [JAMK 2015]

Omaakohtainen kokemus on kokemuksellisen oppimisen lähtökohta ja oleellinen osa, vaikka se pelkästään ei vielä takaa oppimista. Oppimisen kannalta tärkeää on havainnointi ja tietoinen pohtiminen sekä ilmiön ymmärtäminen ja käsitteellistäminen sopivan teorian avulla. Myös vaihe, jossa päätelmiä testataan käytännössä, on oleellinen osa kokemuksellista oppimista. [JAMK 2015] Kokemuksellista vuorovaikutuksellista oppimista edistäviä avoimia oppimisympäristöjä ovat esimerkiksi monimuoto-opetuksen opintopiirit ja verkko-opiskelun asynkroniset ja synkroniset keskustelufoorumit. [Verko-tutor 2005]

3.1.2.5. Oppimiskäsitykset ja teknologia

Jos teknologian opetuskäytöllä halutaan saada aikaan pysyviä muutoksia, on huomiota kiinnitettävä oppilaitoksen toimintakulttuurin muutokseen. Teknologia voidaan parhaiten ottaa käyttöön opetuksessa yhdistämällä se uusien oppimiskäsityksien mukaisiin työtapoihin. Projektimuotoiset, eri oppiaineita yhdistävät, oppilaiden keskinäiseen vuorovaikutukseen ja ongelmanratkaisuun perustuvat työtavat antavat teknologian opetuskäytölle ja oppimiselle kokonaan uusia mahdollisuuksia. Teknologia voi tällöin olla parhaimmillaan tiedonhaun, eriyttävän työskentelyn sekä vuorovaikutuksen väline. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 98]

On myös hyvä muistaa, että vaikka oppija rakentaa omaa tiedon maailmaansa, tieto on myös yhteisöllistä. Innovaatiot pohjautuvat usein monen asiantuntijan tietoon. Työelämässä ongelmia ratkaistaan yhdessä. Oppilaiden tulevaisuuden taitoihin luetaan siten myös yhteistyö- ja ongelmanratkaisutaidot. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 17]

3.2. Johtaminen

3.2.1. Toimintaympäristön muutoksen merkitys johtamiseen

Tulevaisuuden oppilaitoksessa korostuvat yhteisöllisyys, kokonaisvaltainen ihmiskuva sekä luonnon ja ihmisen välinen vuorovaikutus. Oppilaitoksen johtamisessa puolestaan on keskeistä luottaminen edistykseen, kehitykseen ja tulevaisuuteen. Tämän seurauksena yhteistyö ja tiimityö lisääntyvät ja oppilaitoksen hierarkkisuus vähenee. [Mustonen 2007, s. 53]. Oppilaitoksesta muodostuukin kokonaissysteemi, jossa toimintakulttuurin kehittyminen on sidoksissa johtajuuteen [Arjen tietoyhteiskunta 2010, s. 33]. Tällaisen

kehityksen seurauksena oppilaitoksissa yleistyvät avoimet yhteisölliset johtamistavat [Pesonen 2009, s. 13].

Oppilaitoksen johtamisen keskeisimmät haasteet ovat muuttuva yhteiskunta, opetus-suunnitelman tavoitteiden toteuttaminen sekä niiden muutokset. Johtaja on parhaimmillaan tuottanut muutosta ja kehitystä. Yhteiskunnan monimutkaistuessa muutokseen liittyvän johtamisen merkitys on kasvanut ja johtajan keskeisimmäksi tehtäväksi on tullut organisaation sopeuttaminen yhteiskunnalliseen muutokseen. [Kuuskorpi 2012, s. 85].

Myös oppilaitoksen toimintaympäristön muuttuessa johtaminen korostuu entisestään, sillä oppilaitoksen itsensä on määritettävä yhä suuremmissa määrin omat tavoitteensa ja toimintansa. [Pennanen 2007, ss. 98 - 99] Oppilaitoksen johto on avainasemassa kun opetus- ja oppimisprosessia tukevia pedagogisia menetelmiä ja oppimisympäristöä kehitetään [Arjen tietoyhteiskunta 2010, s. 32]. Siten muutoksesta ja sen johtamisesta on tullut keskeinen osa johtamista ja oppilaitoksen menestyminen on entistä riippuvaisempaa siitä, mitä johtaja tekee ja miten hän johtaa kouluun [Mustonen 2007, s. 53].

Vastuu koulun käytännön kehittämistä ja muutoksista jää lopulta johtajalle. Hänen tehtävänä on rajata oppilaitoksen perustehtävää riittävän konkreettiseksi ja pitää tehtäväkenttä tarpeeksi laajana uudistumiselle. Tämän hän tekee vision ja strategian kautta. [Kuuskorpi 2012, s. 85]

3.2.2. Tehtäväalueena kehittäminen

Kehittäminen tehtäväalueena lisääntyy oppilaitosten johtamistyössä. Oppilaitosten omaehtoinen kehittäminen mahdollistuu kun keskushallinnon ohjauksesta on siirretty enemmän oppilaitos- ja kuntatason päätöksentekoon. Oppilaitosten autonomisuuden lisääntyminen on antanut myös johtajille mahdollisuudet toiminnan omaehtoiseen kehittämiseen. [Mustonen 2007, s. 117].

Oppilaitosten johtaminen muutoksessa tarkoittaa joko tiettyyn päämäärään tähtäävää uudistushankkeiden toteuttamista, koulutuksen sisältöjen, rakenteiden ja kulttuurin uudistamista tai oppilaitoksen menestystekijöiden etsimistä. [Pesonen 2009, s. 2] Johtajan voimakas visio aikaansaa luottamusta ja sitoutumista organisaatiossa, jos johtaja itse uskoo visioonsa. Siinä on aina kuitenkin kyse tulevaisuudesta. Oppilaitoksen johdon on kyettävä hahmottamaan muutosvaatimukset kokonaisvaltaisesti ja luotava siitä vahva visio ja strategia, jotta organisaatio pystyy vastaamaan muutokseen ja toimimaan innovatiivisesti. Oppilaitoksen perinteisten raja-aitojen murtuessa ja verkostomaisen työskentelyn korostuessa johtamisella ja strategisella suunnittelulla on merkittävä rooli. [Kuuskorpi 2012, s. 88]

Siten onkin luontevaa, että oppilaitoksen johtaminen on tärkeässä roolissa kehitettäessä oppilaitoksen oppimisympäristöjä [Kuuskorpi 2012, s. 88]. Eri oppilaitosten on yhteiskunnallisen teknologisen murroksen keskellä luotava oma vahva näkemys myös siitä, mitä teknologian kehitys merkitsee oppilaitoksen toiminnassa ja näkemys on myös otettava käyttöön. Johtajien tärkein rooli tässäkin tilanteessa on varmistaa, että oppilaitoksen visio tulevaisuuden koulusta on olemassa ja se on ajan tasalla yhteiskunnallisiin muutoksiin nähden. [Helsingin kaupungin opetusvirasto ja Accenture 2014, s. 14]

Oppilaitosten johtajien kirkastaessa strategista suuntaa myös tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytölle määritetään kehittämisen painopisteet sekä konkreettiset tavoitteet [Helsingin kaupungin opetusvirasto ja Accenture 2014, s. 17]. Tietotekniikan rooli oppilaitoksessa oppimisen ja ajattelun apuvälineenä on se näkökulma, jonka mukaan tavoitteet ja kehittämistarpeet esitetään. Onnistuneen tarvekartoituksen edellytyksenä on, että jokainen opettaja osallistuu siihen omalta osaltaan. Mahdollisia ratkaisuna puolestaan kartoittaa ryhmä, johon kuuluu myös opetusteknologian asiantuntija. [Meisalo *et al.*, 2000, ss. 133–134]]

Johtajaa tarvitaan suunnittelussa sekä tavoitteiden ja kehittämistarpeiden priorisoinnissa, jotta liian suurta muutosta ei yritettäisi tehdä kerralla. Tavoitteet paketoidaan käytännön muutosohjelmiksi tai –projekteiksi ja siten helpotetaan tavoitteiden toteuttamista. Projekteilla on tunnusmaisesti tarkasti määritetyt tavoitteet, resurssit ja aikataulut sekä mittarit seurantaan. Tässä vaiheessa oppilaitoksiin kaivataan myös projektijohtamista, johon täytyy myös varautua. [Helsingin kaupungin opetusvirasto ja Accenture 2014, s. 17]

Yhteenvedona oppilaitoksen strategiaan liittyvät tekijät voidaan tiivistää seuraavin kohdin: [Niemi *et al.*, 2014, s. 73]

- Strategia perustuu yhdessä määriteltyihin arvoihin ja opetussuunnitelmassa on tunnistettu myös yhteiskunnan ja paikallisen yhteisön tarpeet.
- Oppilaitoksella on vahva arvopohja toiminnassa, teknologia on yksi väline päämäärien saavuttamisessa.
- Oppilaitoksessa on yhteinen visio ja arvot, opettajien tiimityötä ja jakamisen kultuuria arvostetaan.
- Strateginen suunnittelu sisältää vision ja käsityksen oppilaitoksen toiminnan tavoitteista eli mission. Tällöin on helpompaa vakuuttaa myös päättäjät antamaan tarvittavia resursseja.

Muutoksen läpiviennissä on huomioitava myös muutoksen aiheuttama muutosvastarinta. Sitä on ehkäistävä ja purettava hyötyjen sekä opettajien ja oppijoiden osallistumisen avulla. Opettajat ja oppijat täytyy saada ymmärtämään mitä hyötyä heille on muutokses-

ta. Muutoksen läpiviennin aikana on tärkeää myös jatkuva viestintä tapahtuvasta muutoksesta, osaamisen kehittäminen sekä onnistumisten jakaminen. [Helsingin kaupungin opetusvirasto ja Accenture 2014, s. 17]

3.2.3. Johtaminen ja toimintakulttuuri

Toimivatkaan ratkaisut eivät toteudu ellei johto tue kehittämistoimintaa. Johdon lisäksi tarvitaan oppilaitoksessa myös kehittämistä tukeva toimintakulttuuri. [Arjen tietoyhteiskunta 2010, ss. 32 - 33] Sen muutos kohti uusia toimintamalleja on hidasta ja vaatii asioiden näkemistä ja tekemistä eri tavoin. Kehittyminen edellyttää myös halua olla aktiivisesti mukana luomassa ja kehittämässä tietotekniikan mahdollistamia sosiaalisia ja pedagogisia käytötapoja. [Kankaanranta 2011, s. 8]

Toimintakulttuurin täytyy olla avoin muutoksille ja kannustaa yhteiseen tekemiseen. Johtajan rooli avoimen ja teknologiamyönteisen kulttuurin rakentamiselle oppilaitoksessa on ratkaisevaa. Johtajan on opittava osallistavan johtamisen rooli, sillä teknologinen muutos tarvitsee sitä. Ensinnäkin teknologista muutosta ei voi suunnitella tarkasti etukäteen vaan kehittäminen tapahtuu iteratiivisesti. Toiseksi teknologista muutosta koskeva asiantuntija voi olla missä tahansa oppilaitoksen organisaatiota johtuen muutoksen nopeudesta. Asiantuntija voi olla opettaja, oppilas tai tietohallintotuki. Siksi onnistunut muutosjohtaminen on osallistavaa, vaikka johtajaa tarvitaankin yhä ohjaamaan muutosta. [Franciosi 2012, s. 243]

Oppilaitoksissa yleistyvät yhteisölliset toimintatavat tarkoittavat asiantuntijoiden muodostamia yhteisöjä, joissa opettajat, muu henkilökunta ja oppilaat tuottavat ja välittävät tietoa laitoksen toiminnasta toisilleen. Taitava oppilaitosyhteisö pystyy oppimiaan yhteisönsä jäsenten kokemuksista niitä refleктоimalla. Siksi koko henkilökunta kykenee kehittämään tavoitteellisesti omaa työtään sekä koko yhteisöä. [Pesonen 2009, ss. 13-14]

Oppilaitoksen johdolla on siis hyvin tärkeä merkitys opettajien motivaatioon toimia oppilaitoksen tieto- ja viestintätekniisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Tällöin johtajuudessa korostuvat erityisesti seuraavat ominaisuudet: [Niemi *et al.*, 2014, s. 79]

- Kyky rohkaista ja tukea käyttämään teknologiaa opetuksen ja oppimisen apuna.
- Kyky löytää ja tarjota resursseja teknologian käytön mahdollistamiseksi.
- Kyky organisoida yhteisöllisiä työskentelymahdollisuuksia ja tukea viestintää.

3.2.4. Teknologia osana oppilaitoksen arkea

Oppilaitoksissa, joissa teknologia on osana arkea, on tyypillistä teknologian sulautuminen muuhun toimintaan. Teknologia ei ole erillinen saareke tai oppimisen ympäristö. Teknologia on integroitu oppilaitoksen työkuultuuriin, jonka tavoitteena on kaikkien oppijoiden voimaannuttaminen eli kaikkien osaaminen ja kehittyminen. Tällaisissa oppilaitoksissa sekä koulun johto että opettajat ovat luoneet yhteisen näkemyksen miten teknologiaa käytetään oppimisen apuna. [Niemi *et al.*, 2014, s. 73] Siten laitteet, verkoyhteys, ohjelmistot ja käyttäjien käyttötaidot muodostavat kokonaisvaltaisen tietotekniikkaratkaisun [Meisalo *et al.*, 2000, s. 132].

Oppilaitoksissa pystytään tekemään paljon, vaikka infrastruktuuri ei olisi täysin kunnossa. Käyttäjien aktivoiva koulutus on tärkeämpää kuin itse laitteet. [Meisalo *et al.*, 2000, s. 132] Kun lisäksi visio ja strategia laaditaan kuntoon, voidaan myös rahoittajat vakuuttaa muutoksesta paremmin. Se auttaa myös uusien opettajien rekrytoinnissa. Jos oppilaitoksella on pulaa resursseista, asioiden tekeminen yhdessä ja osaamisen jakaminen lisäävät voimavaroja. [Niemi *et al.*, 2014, s. 74]

Oppilaitoksissa, joissa teknologia on osattu yhdistämään osaksi opetuksen arkea, on myös joustava ja dynaaminen opetussuunnitelma, jossa on otettu huomioon oppijoiden tarpeet. Pääperiaatteena on, että teknologian käyttö on sisällytetty opetussuunnitelmaan ja on esillä oppilaitoksen arjessa. Teknologian käyttöä ei nähdä itsetarkoituksena vaan luonnollisena osana oppimista. Opetusmenetelmissä on huomioitu oppijoiden tarpeet, myös siten että opetussuunnitelmia voidaan muuttaa tarvittaessa. Tällaisten oppilaitosten opetussuunnitelmien ominaisia piirteitä ovat: [Niemi *et al.*, 2014, s. 77]

- Opetussuunnitelmaa kehitetään yhdessä ja sitä uudistetaan opettajien ideoiden ja oppijoiden tarpeiden perusteella
- Opetussuunnitelmassa on tilaa uusille menetelmille ja sisällöille
- Teknologia nähdään välineenä, ei itsetarkoituksena.
- Opetussuunnitelmassa korostetaan tulevaisuudessa tarvittavia taitoja ja arjenhallintaa.

3.2.5. Yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä johtamisen näkökulmasta

Tulevaisuuden oppilaitokset ovat oppivia organisaatioita, jotka tarvitsevat muutosjohtajia. Tällöin johtaja on visioiden, arvojen, toiminnan tarkoituksen ja oppimisprosessin pääpiirteiden suunnittelija. Johtaja on oppilaitoksen yhteisen vision ohjaaja, joka suunnitella huomion kehittymisen mahdollisuuksiin. Johtajalla on oltava kykyä ohjata yhteisö vastausten etsimiseen valmiiden vastausten sijaan. Oppivan työyhteisön muodostumi-

sessä motivoitunut johtaja on avainasemassa. Hän voi saada opettajat innostumaan ja työskentelemään yhdessä. [Pesonen 2009, s. 15]

Taulukossa 3 on esitetty yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä johtamisen näkökulmasta.

Taulukko 3. Yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä johtamisen näkökulmasta. [Helsingin kaupunki ja Accenture 2014, s. 41]

Tarpeet	<ul style="list-style-type: none"> • Digitaalisuus mahdollistaa yhteisöllisyyden myös oppilaitoksen ulkopuolella • Opiskelijat saadaan itse vastaamaan oppimisesta • Opetus paremmin vastaamaan tarpeita dynaamisella opetussuunnitelmalla
Odotukset	<ul style="list-style-type: none"> • Opetussuunnitelmien siirtyminen sisällöistä menetelmiin • Digitaaliset palvelut helpottavat arjen työtä • Kaikki opettajat pitää saada mukaan
Huolet	<ul style="list-style-type: none"> • Pysyykö oppilaitos mukana digitalisaatiossa? • Katoaako rajanveto työ- ja vapaa-ajan välillä? • Pedagogiikka vastaan tekniikka? • Kuinka innostetaan opettajat mukaan muutokseen?

3.3. Opettajan muuttuva rooli

3.3.1. Opetustyön kehittäminen

Koulutusta, opetusta ja pedagogiikkaa ohjaavat yhteiskunnallisen ohjausjärjestelmän asettamat tavoitteet ja opetussuunnitelma. Varsinaisesti opetusta ohjataan lailla ja asetuksilla sekä paikallisilla päätöksillä. Opetussuunnitelman katsotaan olevan keskeinen väline, jonka avulla yhteiskunnalliset ja opetuksen sisällölliset tavoitteet kanavoituvat opetustyöhön. Opetuksen kehittäminen on pohjautunut ajatteluun, jossa opetussuunnitelman kautta opettaja ammentaa ainekset työnsä kehittämiseen. Opettajan odotetaan korkean koulutuksensa ja osaamisensa avulla kykenevän nostamaan esiin keskeiset opetustavoitteet ja kehittämistarpeet. [Kuuskorpi 2012, ss. 76 - 78]

Oppilaitoskohtaisemman opetussuunnitelman katsotaan vahvistaneen opettajan mahdollisuuksia todellisten muutosten aikaansaajana erityisesti opetuksen laadullisen kehittämisen osalta. Siten opettajalta odotetaan opetuksen asiantuntijana yhä aktiivisempaa roolia oman työnsä kehittäjänä. Myös kehittäminen muuttuu, sillä opetussuunnitelman perusteista lähtevä kehittäminen ei riitä, vaan opettajan on pystyttävä tunnistamaan ympärillään yhteiskunnalliset muutokset ja huomioimaan ne työnsä kehittämisessä. [Kuuskorpi 2012, ss. 76 - 78]

3.3.2. Opettajan työn muutos

Opettajan pedagoginen ajattelu vaikuttaa hänen työskentelytapoihinsa ja -välineisiinsä. Siksi muutoksen aikaansaamiseksi huomio tulee kiinnittää opetuksen eri osatekijöihin, opetuskäytänteisiin ja käsitykseen oppimisesta, oppilaan toimintaan ja asemaan opetusprosessissa sekä oppimisympäristön määritelmään. [Harju, 2014, s. 44]

Tulevaisuuden taitoja edistävään opetukseen liitetään uudet oppimiskäsitykset, kuten konstruktiivinen oppimiskäsitys. Kun opettajan käsitykset oppimisesta pohjautuvat uusiin oppimiskäsityksiin, opetuksessa korostuvat oppilaslähtöiset työtavat. [Harju, 2014, s. 44] Tulevaisuudessa opettajan tehtävässä painottuu yksilöllisiä tarpeita korostava yhdessä oppiminen. Tällöin oppimisprosessi muuttuu yhteistoiminnalliseksi. [Kuuskorpi 2012, s. 78]

Yhteistoiminnallisia työtapoja ovat esimerkiksi projektityöskentelyä ja oppilaiden keskinäistä vuorovaikutusta tukevat työskentelytavat [Harju, 2014, s. 44]. Tiedon sijasta opettamisessa kiinnitetään huomiota oppijan kykyihin hankkia tietoa ja soveltaa sitä uusissa tilanteissa [Kuuskorpi 2012, s. 78]. Oppijat tarvitsevat usein selkeää ohjausta ja tukea juuri tiedon luomisen perusteisiin ja periaatteisiin [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 18] Tällöin opettajan tehtävänä on tukea ja avustaa oppijoita heidän työskentelyssään. Silloin opettaja tunnistaa ja huomioi oppijoiden henkilökohtaiset ominaisuudet ja taidot. Itsenäisyyttä, itseohjautuvuutta ja yhteistoimintaa sisältävät työtavat korostavat oppijan aktiivisuutta ja voivat siten auttaa myös oppijan motivoitumisessa opiskeluun. [Harju, 2014, s. 44] Tiedonhankinta puolestaan on tulevaisuudessa yhä enemmän yhteistyö- ja vuorovaikutusprosessi, jonka opettaja tekee mahdolliseksi erilaisissa oppimisympäristöissä [Kuuskorpi 2012, s. 78].

Hyvä opetus tarkoittaa että opettajalla on syvä ymmärrys oppiaineesta ja yhtä perusteellinen ymmärrys opetustoiminnoista, jotka auttavat oppijoita ymmärtämään oppiainetta niin, että he pystyvät esittämään aiheesta tarkentavia kysymyksiä. Opettaja tuntee käsitteelliset esteet, joita oppijat kohtaavat ainetta opiskellessaan ja hän tuntee tehokkaita strategioita joilla työskennellä oppijoiden kanssa. Opettaja keskittyy ymmärtämiseen ulkoa oppimisen ja rutiinimenetelmien sijaan, ja ohjaa oppijat toimintoihin jotka auttavat pohtimaan omaa oppimistaan ja ymmärrystään. [National Research Council, 2004, s. 209] Tutkimuksissa on havaittu, että opettajan kiinnostus oppijoiden asioita kohtaan ja ajan viettäminen oppijoiden kanssa on yhteydessä oppijoiden motivaatioon. [Veermans ja Tapola 2006, s. 79]

On huomattu, että teknologian yhdistäminen uuteen pedagogiikkaan voi viedä opettajalta useamman vuoden ajan. Opettajan on tällöin uuden teknologian oppimisen lisäksi

muutettava myös oppimis- ja tietokäsityksiään, opetustapojaan sekä tietokäytäntöjään. Pedagogisten tapojen muuttaminen voi olla ongelmallista. Opettajalla on tietoisia julkisesti kannattamiaan pedagogisia teorioita, mutta myös vähemmän julkisia käytännön työssä toteutuvia. Jos nämä kaksi teoriaa eivät ole samansuuntaisia, voi toiminnan muuttaminen estyä. [Ilomäki ja Lakkala 2006, s. 185]

Muutos opettajan työssä on mahdollista silloin, kun muutoksen halu lähtee opettajan omasta halusta kehittyä. Ulkopuolelta esitettyinä vaatimuksina kehitystä ei välttämättä juuri tapahdu. Uusi opettajuus yhdessä koulukulttuurin kanssa liittyvät yhteistoiminnalliseen opiskeluun. Tällöin muutos koskettaa koko ryhmää ja koko ryhmän halu sitoutua muutokseen vaikuttaa kehittymiseen. Kehityksen merkkeinä onkin muutosta koskevan ryhmän halu sitoutua muutokseen ja tehdä päätöksiä oppilaitosta koskevista asioista kuten kehittämistä. Oppilaitoksen toimijoiden yhteiset tavoitteet viestittyvät myös koulun ympäristöön. Muutosprosessin luonnetta kuvaakin hyvin kokonaisvaltaisuus. Tällöin muutos ei ole hetkellinen projekti vaan pitkäaikaissuunnitelma, joka sisältyy arkipäivän työhön tapana opiskella ja oppimiskulttuurina. Tällainen uudenlainen ajattelutapa muutosmyönteisyydestä täytyy sisältyä myös opettajakoulutukseen. [Piispanen 2008, s. 110]

3.3.3. Opettajan koulutus

Opettajat ovat keskeisessä asemassa kehitettäessä opetusta. Jotta opettajat voisivat opettaa uusien oppimisteorioiden mukaisesti, heillä itsellään olisi oltava myös mahdollisuus tällaiseen oppimiseen. Tällä hetkellä kuitenkin opettajien ammatillista kehittymistä koskeva koulutus on usein ristiriidassa tehokkaan oppimisen edistämistä saatujen tietojen kanssa. Monet opettajien oppimismahdollisuudet ovat puutteellisia, kun niitä tarkastellaan kuinka oppija-, tietämys- arviointi- ja yhteisökeskeisiä ne ovat. [National Research Council, 2004, s. 227]

Jotta opettajien muuttuva rooli huomioitaisiin paremmin, myös opettajan koulutuksen täytyy uudistua. Nykyisessä koulutuksessa on havaittu mm. seuraavia ongelmia [National Research Council, 2004, s. 225]:

- Riittämätön aika. Koulutuksen aikana luokanopettajien on vaikea oppia riittävästi oppiaineiden sisällöstä ja aineenopettajien riittävästi oppijoiden ja oppimisen luonteesta.
- Sirpaleisuus. Perinteinen ohjelmajärjestys tarjoaa irrallaan olevia kursseja, joista oppijoiden itse pitäisi osata muodostaa mielekäs kokonaisuus.
- Puisevat opetusmenetelmät. Vaikka opettajien olisi innostettava oppijoita oppimaan, opettajan koulutuksen metodit ovat usein luentoja ja kuulusteluja. Niinpä

tulevien opettajien, joilla ei itsellään ole kokeilemaan ja oivaltamaan kannustavia oppimiskokemuksia, odotetaan tarjoavan tällaisia omille oppilailleen.

- Pinnallinen opetussuunnitelma. Tarve tutkintovaatimusten tehokkaaseen täyttämiseen johtaa ohjelmiin, joissa käsitellään pintapuolisesti oppiaineiden sisältöä.

Nämä koulutusta vaivaavat ongelmat haittaavat myös opettajien elinikäistä oppimista. Opettajat saavat koulutuksensa aikana kuvan siitä, että kasvatusta ja oppimista koskevilla tutkimuksilla on vain vähän tekemistä käytännön opetuksen kanssa. Opettajille ei myöskään tähdennetä, että heidän tulisi pitää itseään oman oppiaineensa asiantuntijoina. Opettajia ei kannusteta etsimään tietoa ja ymmärrystä, joiden avulla he voisivat opetuksessaan kehittyä ja noudattaa akateemisesti haastavia opetussuunnitelmia. [National Research Council, 2004, s. 225]

Opettajien oppimisen onnistumiseksi tarvitaan kokonaisvaltaisia toimenpiteitä, jotka ulottuvat opettajankoulutuksesta ensimmäisiin opetuskokemuksiin ja edelleen mahdollisuuksiin kehittyä ammatillisesti koko eliniän ajan. Haaste on suuri, muttei mahdoton. [National Research Council, 2004, s. 228]

3.3.4. Teknologian hyödyntäminen opetuksessa

Opettajalla on keskeinen rooli teknologian hyödyntämisessä opetuksessa. Vaikka opetussuunnitelmissa tai muissa asetuksissa ohjeistettaisiin teknologian käyttöä, opettaja kuitenkin lopulta vastaa siitä, kuinka usein ja millä tavoin teknologiaa käytetään osana opetustyötä. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 97]

Opettajan osaamisella ja asenteilla on siis keskeinen rooli siinä, miten teknologian mukaan ottaminen opetuksessa toteutuu. Opettajan teknologian käytön taidoilla ei ole suora yhteyttä varsinaiseen teknologian käyttöön opetuksessa. Tärkeämpää on se, miten hyödyllisenä teknologiaa pidetään oman opetuksen ja oppijoiden oppimisen kannalta. Siten opettajakoulutuksen ja täydennyskoulutuksen on jatkossa enemmän huomioitava käyttökelpoisten teknologiaa hyödyntävien pedagogisten ratkaisujen esittelyn ja levittämisen. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, ss. 97–98]

Teknologian opetuskäyttö on yhä hämmästyttävän vähäistä Suomessa. Todennäköisesti suomalaisten opettajien teknologian käytön vähäisyys liittyy siihen, etteivät opettajat vieläkään tiedä, miten teknologiaa voisi parhaiten soveltaa omassa opetuksessa. Tietoteknisen koulutuksen lisäyksellä ei ilmeisesti enää voida lisätä opetuksen tietoteknistä käyttöä, vaikka taidot olisivatkin osittain puutteelliset. Tärkeämpää olisi tukea mielekkäitä käyttömahdollisuuksia, tukea uusien sovelluksien ymmärtämistä sekä tukea ylipäättään ammatillista kehittymistä. Teknologia opetukseen ei ole tullut kuitenkaan opetuk-

seen opettajien omasta aloitteesta vaan ulkopuolelta, ja usein vielä varsin vähäisellä yhteisellä suunnittelulla, mikä osaltaan hidastaa teknologian käyttöön ottoa opetuksessa. [Ilomäki ja Lakkala, 2006, s. 188]

Teknologian opetuskäytössä tapahtuu ratkaiseva laadullinen muutos kun opetuskäytöllä tuetaan ongelmakeskeistä ja tutkivaa työskentelyä, tuotosten kehittelyä, kriittistä oman toiminnan arviointia ja yhteisöllistä työskentelyä. Tällöin teknologian tehtävänä on palvella tietolähteenä, tiedonrakentelun välineenä, tutkivan oppimisen tukena ja yhteistoiminnan välittäjänä. Opettajan tehtävänä on luoda oppijoille edellytykset yhteisölliselle tiedontuottamiselle sekä tarjota malleja asiantuntijakulttuurin toimintakäytännöistä. Opetuksen suunnittelu on tällöin koko oppimisympäristön ja oppimisyhteisön toimintaa tukevien elementtien rakentamista ja organisointia. Onnistuakseen opettaja tarvitsee aikaa ja resursseja opetuksen suunnitteluun sekä jatkuvaa pedagogista koulutusta ja yhteistyötä kollegojensa kanssa. [Ilomäki ja Lakkala, 2006, ss. 198–200]

Teknologiaa menestyksellisesti hyödyntävissä oppilaitoksissa opettajat ovat omaksuneet yhteisöllisen työskentelykulttuurin, jossa ideoiden jakaminen on keskeistä. Kuitenkin edelleen ilmenee haasteita saada kaikki opettajat käyttämään teknologiaa luovalla tavalla. Opettajat korostavat vertaistuen ja koulutuksen merkitystä. Avoin toimintakulttuuri houkuttelee opettajia, jotka ovat kiinnostuneita kehittämään myös teknologian käyttöä opetuksen ja oppimisen apuna. Näiden oppilaitosten toimintakulttuurille on tyypillistä jakamisen kulttuuri, yhdessä tekeminen sekä riskien ottaminen, yrittämisen ja erehtymisen hyväksyminen. [Niemi *et al.*, 2014, ss. 80 - 81] Taulukossa 4 on vielä esitetty yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä opettamisen näkökulmasta.

Taulukko 4. Yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä opettamisen näkökulmasta. [Helsingin kaupunki ja Accenture 2014, s. 41]

Tarpeet	<ul style="list-style-type: none"> • Pedagoginen lähestymistapa teknologian mukaantuloon opetukseen • Asiantuntijaopettajat antamaan vertaistukea
Odotukset	<ul style="list-style-type: none"> • Opettajien osallistuminen kehittämiseen • Digitaalisten palveluiden pitkäjänteinen kehitys
Huolet	<ul style="list-style-type: none"> • Kasvojen tai kontrollin menettäminen opetuksessa • Ajan riittäminen uusien palvelujen opiskeluun • Oikeudenmukainen palkkaus liittyen lisääntyvään kehittämistyöhön

3.3.5. Opetusorganisaation vaikutus opetukseen

Opettajan työhön kohdistuviin muutospaineisiin ei ole mahdollista vastata ilman opetusorganisaation tukea. Opetustyön muutoksen onnistumisen edellytyksenä on opettajan

verkostoituminen ja osallistuminen koulutuspalvelujen kehittämiseen. Tämä edellyttää myös opettajilta yhä enemmän sosiaalista taitoa suhteessa ympäristöönsä ja yhteisöönsä ratkaistaessa yhteisiä ongelmia. [Kuuskorpi 2012, ss. 79 - 80]

Oppilaitoksilla tulisi olla myös omat näkemykset siitä, mitä pedagogisia taitoja on tärkeä kehittää sekä suunnitelmat ja seurantajärjestelmät kehityksen eteenpäin viemiseksi. [Helsingin kaupunki ja Accenture 2014, s. 22] Oppilaitoksen johdon tuen nähdään olevan tärkeä tekijä uusien opetuskäytäntöjen tuettaessa. Tutkimuksessa todettiin uusia taitoja edistävää opetusta olevan enemmän kouluissa, joissa yleinen toimintakulttuuri tukee uudistumista. Tuki voi olla esimerkiksi kannustamiseen, aika- ja materiaaliressurssien tarjoamiseen sekä mahdolliseen koulutukseen liittyvää. [Harju, 2014, s. 46]

Onnistuneen opetustoiminnan suunnittelun ja kehittämisen edellytyksenä on, että myös opettaja osallistuu koulutuspalvelujen kehittämiseen. Oppilaitosten, kuten muidenkin organisaatioiden, on osattava hyödyntää kaikkien jäsentensä kykyä oppia yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Organisaation kehittäminen on johdon ja työntekijöiden yhteinen prosessi. Opettaja on osa oppilaitoksen kehittävää organisaatiota, jonka odotetaan osallistuvan oman työyhteisönsä, oppilaitoksen sekä myös laajempialaiseen kehittämistoimintaan. Oppilaitoksen tuloksellisuus riippuu yhteisönsä kyvystä hyödyntää kaikkien osaaminen ja erityiskyvyt yhteiseksi hyväksi. [Kuuskorpi 2011, ss. 80–82]

Opettajan työn osana on kuulua eri verkostoihin, joten opettajan työyhteisö lähentyy verkko-organisaatiota ja samalla työmuodot muuttuvat. Kun oppilaitosten verkottuminen toimintaympäristönsä eri toimijoiden kanssa on välttämätöntä, tarjoaa se samalla uusia resursseja opettajan työhön. Opettajuuden ei enää katsotakaan rakentuvan yksilön osaamisesta, vaan vuorovaikutuksesta ympäristön, ammatillisuuden ja oman elämän kanssa. Verkkomaisissa organisaatioissa ryhmät hyödyntävät sisäistä osaamista ja verkostoja. Samalla opettajien omista tarpeista lähtevä verkostomainen työskentely lisää tietotekniikan opetuskäytön suunnittelua ja eri asiantuntijoiden yhteistyötä. [Kuuskorpi 2011, s. 84]

3.4. Oppijan muuttuva rooli

3.4.1. Muuttunut käsitys tiedosta ja oppimisesta

Käsitys tiedosta on muuttunut. Uutta tietoa syntyy koko ajan, eikä se muodosta mitään selkeää kokonaisuutta. Vaikka useimmilla tiedonaloilla on olemassa tiettyjä peruskäsitteitä, eivät ne järjesty hierarkkisesti tai suoraviivaisesti. Sanotaankin, että tiedosta on tullut epälineaarista. Tiedon epälineaarisuus merkitsee oppijan kannalta sitä, että häneltä

edellytetään entistä enemmän tiedon hankinnan valmiuksia sekä ymmärrystä tiedon rakentumisesta ja eri käsitteiden yhteyksistä toisiinsa. Tiedon oikeellisuutta sekä tiedon lähteitä joudutaan arvioimaan koko ajan. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 17]

Tutkimuksissa on osoitettu, että oppimista rajoittaa lähinnä oma mieleemme. Siten oppimisen avaimet ovat oppijassa itsessään. Erityisen merkityksellisiä ovat oppimaan oppimisen taidot eli miten oppijat osaavat käyttää erilaisia tiedonhankinnan tapoja ja soveltaa niitä tavalla, joka tukee oppimista. Lisäksi tarvitaan myös taitoja, joiden avulla oppija ohjaa toimintaansa ja motivaatiotaan. Näitä taitoja tarvitaan mm. teknologisissa ympäristöissä. Välineiden ja palveluiden joukosta on oleellista löytää oppijalle sopivat keinot hyödyntää niitä. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 21]

3.4.2. Aktiivinen oppiminen

Tulevaisuuden taitojen oppimista ja motivaatiota tukevat työtavat, joissa oppijat itse suunnittelevat opiskeluaan ja työskentelyään, toimivat pienessä ryhmässä ja jakavat vastuuta, arvioivat omaa oppimistaan, opiskeluaan ja työskentelyään sekä hyödyntävät työvälineitä monipuolisesti. Motivaatioon ja innostukseen vaikutetaan huomioimalla eri oppijoille mieluisimmat oppimistavat, työskentelyn rytmi, harrastuneisuus ja erilaiset kiinnostuksen kohteet. Opetusta voidaan eriyttää sekä tukea tarvitseville että lahjakkaille oppijoille kehittämällä teknologian käyttötapoja. [Lavonen *et al.*, 2014, s. 99]

Tyypillistä opetukselle ja oppimiselle on oppijoiden aktiivinen rooli tiedon tuottamisessa, oppijakeskeiset työtavat, yhteisöt sekä formatiivisen arvioinnin ja itsearvioinnin käyttö. Tavoitteena on saada kaikki oppijat mukaan toimintaan ja luoda heille omaa oppimista varten välineitä. Oppimiskulttuurin piirteet voidaan tiivistää seuraavasti oppilaitoksissa, joissa pyritään aktiiviseen oppimiseen: [Niemi *et al.*, 2014, s. 73]

- oppijakeskeisyys
- oppijoiden omien ideoiden ja innovaatioiden tukeminen ja kannustaminen
- oppijoiden omat projektit ja välineiden tarjoaminen niihin
- erityistä tukea tarvitsevien oppijoiden tukeminen
- maahanmuuttajaoppijoiden huomioiminen
- tiivis paikallinen yhteistyö lähiyhteisön kanssa.

Tämä tutkielma ei käsittele erityistä tukea tarvitsevia oppijoita eikä maahanmuuttajaoppijoita, sillä molemmat aiheet ansaitsisivat laajemman tarkastelun kuin yleisesti asiaa selvittävä tutkielma voi tehdä.

Kun oppija saadaan osalliseksi ja aktiiviseksi toimijaksi oppimisessa, kasvaa myös omaehtoinen halu oppia. On tärkeää saada oppija innostumaan ja sitoutumaan. Seuraa-

villa tekijöillä saadaan oppijalle osallisuuden kokemus, joka auttaa motivoitumaan [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 53]:

- oppijat osallistuvat aktiivisesti tiedon hankkimiseen ja tuottamiseen
- oppijat toimivat yhteistyössä
- oppijat näkevät, että opiskelu ja oppiminen liittyvät arkielämään
- oppijoiden osaamisella ja projekteilla on merkitystä ympäröivälle yhteisölle
- oppijoilla on omaa päätäntävaltaa projektien aiheissa ja työmenetelmissä.

Aktiivisessa oppimisessa oppijat toimivat. Se edellyttää opettajalta pedagogista näkemystä aktiivisesta tiedon tuottamisesta. Käytännössä se näkyy opetusmenetelminä, joissa oppijat asettavat kysymyksiä, etsivät tietoja, keräävät aineistoja vastaukseksi, tekevät johtopäätöksiä taidoistaan ja arvioivat tuotoksiaan. Aktiivinen oppiminen tapahtuu usein yhteistyönä, mutta se voidaan toteuttaa myös yksilöllisesti. Oppimiseen liittyy myös pyrkimys välittää oppimisessa yleisesti tarvittavia oppimisen taitoja. Monia niistä mielletään tulevaisuuden taitoihin, joiden katsotaan olevan välttämättömiä muuttuvissa olosuhteissa. Tällaisia yleisiä oppimisen taitoja ovat mm. seuraavat [Niemi ja Multisilta, 2014, ss. 55–56]:

- kriittinen ajattelu, tiedon ja tietolähteiden puntarointi, johtopäätösten tarkastelu
- luovuus, hyväksytään erilaisia lähestymistapoja ja ideoita, kannustetaan niihin
- perusteleminen, ratkaisut ja löydöt perustellaan
- oppimaan oppimisen taidot, itseohjautuvuus (asennoituminen uuteen tehtävään, usko omiin mahdollisuuksiin ja kehittää myös sinnikkyyttä vaikeuksien tullen)
- etiikka ja arvot, tuottajan vastuu tietoa tuottaessa, esim. tekijänoikeudet

3.4.3. Teknologian hyödyntäminen oppimisessa

Teknologian avulla oppijat voivat olla uudella tavalla läsnä vuorovaikutuksessa, yhteistyössä ja tiedon luonnissa ajasta ja paikasta riippumatta. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 100] Teknologia voi tukea sisäistä motivaatiota tuomalla tietoteknisen ympäristön tueksi pitkäjänteiselle tutkivalle työskentelylle. On myös mahdollista saada aikaan erilaisille oppijoille enemmän onnistumisen ja ymmärtämisen kokemuksia, jotka puolestaan vahvistavat oppimiseen suuntautuvaa motivaatiota. [Järvelä *et al.* 2006, ss. 61–62] Siten teknologian käyttö voi antaa tukea opittavan asian merkityksellisyyden kokemisesta ja vahvistaa myös opittavaan asiaan sitoutumista. Itseisarvoisen käytön sijaan teknologia siis välillisesti tukee myös oppijoiden motivaatiota. [Veermans ja Tapola 2006, s. 71] Toisaalta teknologian parissa työskentely voi olla myös hyvin vaativaa. Tarvitaan pitkäjänteisyyttä ja itsesäätelytaitoja. Teknologia ei ole pelkästään oppimista helpottava tekijä, vaan se tuo myös tullessaan vähemmän toivottavia seuraamuksia kuten ahdistusta ja tarkkaavaisuuden hajaantumista. [Järvelä *et al.* 2006, s. 62]

Haasteena on kuitenkin valjastaa teknologia mielekkääseen ja elinikäiseen oppimiseen. Opiskelussa teknologialla on oltava muukin kuin viestinnällinen tai viihteellinen tehtävä. Jokaisen oppijan on omaksuttava sellainen toimintakulttuuri, jossa teknologia tukee oppimista eri toimintaympäristöissä sekä aktiivista ja vastuullista osallistumista yhteiskuntaan. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 100] Tutkimuksissa saatujen tulosten mukaan teknologian käyttö osana opetustoimintaa on oppijasta motivoivaa kunhan välineet ja ohjelmat ovat laadukkaita. Olennaista on myös teknologian käytön ja tarkoituksen huolellinen pedagoginen suunnittelu. [Veermans ja Tapola 2006, s. 79]

Tutkimusten mukaan teknologian avulla voidaan tukea oppimista ja omaa ajattelua suunnitelmalla oppimisympäristöjä niin, että oppija voi itse vaikuttaa siihen, kuinka vaikeita tehtäviä hän tekee, missä vaiheessa hän tarvitsee lisätietoja ja miten kauan hän työskentelee saman ongelman parissa. Tällöin oppijan on mahdollista ratkaista sellaisia ongelmia, joita hänen olisi ollut työlästä ratkaista itsenäisesti. [Iiskala, T., Hurme T-R. 2006, s. 48]]

Teknologian käyttö muuttaa myös sosiaalisen kanssakäymisen ja vuorovaikutuksen tapoja ja niitä ohjaavia sääntöjä. Oppijat saattavat haluta yhä enemmän välittömiä vastauksia (siihen on teknologia vapaa-ajalla totuttanut), ja he myös haluavat tehdä monia asioita samanaikaisesti. Internet on myös totuttanut informaatioon, joka on monenlaisessa muodossa sisältäen kuvia, videoita, musiikkia jne. Ei ole vielä täysin selvää, miten kaikki nämä kehitystrendit saadaan valjastettua oppimisen resurssiksi. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 101]

Teknologian hallitseminen ja taito toimia digitaalisessa maailmassa voi kuitenkin saada aikaan eriarvoisuutta myös oppijoiden keskuudessa. Tietotekniikan käyttö voi olennaisesti parantaa erityisesti hyvässä sosioekonomisessa asemassa olevien oppijoiden oppimistuloksia. Heikommista oloista tuleviin oppijoihin tietotekniikan käyttö ei näytä vaikuttavan samalla tavalla. Siten opettajienkin on otettava huomioon digitaalisen eriarvoisuuden merkitys, jotta oppijoiden eriarvoisuutta ei vahvisteta. Erityisesti heikossa sosioekonomisessa asemassa olevat oppijat tarvitsevat tukea käyttäkseen teknologiaa vastuullisesti ja omaa oppimista tukemaan. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 101]

Ne oppilaitokset, jotka käyttävät teknologiaa tehokkaasti, soveltavat aktiivisen oppimisen menetelmiä ja oppilaskeskeisiä tiedonluomisen käytäntöjä. Ne panostavat erityisopetukseen ja tuottavat teknologian avulla oppimateriaalia kaikille. Tällaisissa oppilaitoksissa oli myös eri tapoja tukea oppijoiden itsearviointia esimerkiksi portfolio- tai blogityöskentelyn avulla. [Niemi *et al.*, 2014, s. 75]

Nykynuorille teknologia on keskeinen osa elämää. Uudet sukupolvet kasvavat digitaali-suuteen. Tämä antaa opetukselle uusia mahdollisuuksia ja haastaa samalla myös vanhoja käsityksiä oppimisesta ja opetuksesta. Teknologian rooli on tärkeää huomioida myös opetustyössä. Siten voimme antaa oppijoille eväitä myös tulevaisuuteen. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 101] Taulukossa 5 on esitetty yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä oppijan näkökulmasta.

Taulukko 5. Yhteenveto teknologiaan liittyvistä tekijöistä oppijan näkökulmasta. [Helsingin kaupunki ja Accenture, 2014, s.]

Tarpeet	<ul style="list-style-type: none"> • Yksi yhdenmukainen digitaalinen palvelu • Ajasta ja paikasta riippumattomat ryhmätyökalut • Opettajien viestien saatavuus • Kulkukortti koulurakennukseen ja kirjautuminen järjestelmiin
Odotukset	<ul style="list-style-type: none"> • Koulutaival yhdessä järjestelmässä • Opiskelijoiden ja opettajien välillä kommunikointimahdollisuus • Kaikilla laitteet, joilla palvelua voi käyttää
Huolet	<ul style="list-style-type: none"> • Kuinka varmistetaan kaikille laitteet • Opiskelijoiden yksityisyys palveluissa • Miten osallistetaan oppilaat digitaalisten palveluiden kehittämiseen?

3.5. Teknologian käytön vaikutukset opetuksessa ja oppimisessa

3.5.1. Teknologian mahdollisuudet opetuksessa ja opiskelussa

Teknologia antaa uusia mahdollisuuksia opettamiseen ja oppimiseen. Teknologian avulla voidaan oppia jotain sellaista, mikä johtaa uuteen oppimiseen ja minkä avulla voidaan myös löytää uusia menetelmiä edistämään omaa oppimista. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 19] Suurissa ryhmissä teknologian käyttö voi myös tehostaa opetusta kun opetusta voidaan ohjata yksilöllisemmin [Barrow *et al.*, 2008, s. 1].

Teknologian käytön positiivinen vaikutus oppimiseen on selkeää silloin, kun oppimisympäristössä tapahtuvalla toiminnalla on selvät pedagogiset tavoitteet ja välineiden käytölle aito pedagoginen tarve. Silloin oppimisympäristö hyödyntää teknologian mahdollisuudet oppimisen ja opetuksen edistämiseksi sekä koko toiminta ja välineiden käyttö on mielekästä myös oppijoiden näkökulmasta. Olennaista teknologian opetusikäikäytössä on miettiä teknologian merkitystä opetuksessa, mitä tarkoitusta se palvelee sekä mitä oppijat näissä ympäristöissä oppivat ja mitä heidän halutaan oppivan. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 99]

On suuria odotuksia, että teknologia lisää tiedon saatavuutta ja edistää oppimista. Vielä ei ole kuitenkaan täysin ymmärretty sitä, että kuinka tehokkaita pedagogisia välineitä teknologia voi tarjota. Teknologiaa ei pidä ajatella ainoastaan runsaana tiedon lähteenä, koska se voi myös laajentaa ihmisten kykyjä ja sosiaalisen vuorovaikutuksen konteksteja, joilla tuetaan oppimista. [National Research Council, 2004, ss. 256 - 257]

Parhaimmillaan teknologian hyödyntäminen oppilaitoksissa monipuolistaa arkea ja laajentaa oppimista myös formaalista informaaliin oppimiseen. Teknologia mahdollistaa myös oppilaitoksen linkittymisen ja vuorovaikutuksen eri tahojen kanssa niin paikallisesti kuin kansainvälisestikin. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 96]

Teknologian käyttö oppimisen kehittämiseksi ei ole siis pelkkä tekninen kysymys. Teknologian yhteydessä on hyödyllistä tarkastella puitteita, joiden avulla luodaan oppija-, tietämys-, arviointi- ja yhteisökeskeisiä oppimisympäristöjä. Teknologiaa voidaan käyttää moni tavoin tällaisten ympäristöjen luomiseen niin opettajille kuin oppijoille. [National Research Council, 2004, ss. 256 - 257]

Pohdittaessa kuinka opettajia tulisi kouluttaa käyttämään uutta tekniikkaa tehokkaasti, esiin nostetaan seuraavia kysymyksiä: [National Research Council, 2004, ss. 256 - 257]

- Mitä on tiedettävä oppimisprosessista ja teknologiasta?
- Minkälainen koulutus on tehokkainta autettaessa opettajia käyttämään laadukkaita opetuksellisia ohjelmia?
- Mikä on paras tapa hyödyntää tekniikkaa opettajien oppimisen helpottamiseksi?

Digitaalisten teknologioiden rooli korostuu tulevaisuudessamme entisestään. Tämä tulee huomioida myös koulutuksessamme. Teknologialla on merkittävä asema tulevaisuuden taitojen edistämisen työkaluna. Teknologian avulla voidaan parhaimmillaan edistää tulevaisuudessa tarvittavaa osaamista, joka koostuu tiedoista, taidoista, arvoista, asenteista sekä oppijan omasta tahtotilasta. Teknologia on työkalu, joka mahdollistaa useiden työtapojen käytön opetuksessa. [Harju, 2014, s. 47]

Tehtyjen selvitysten mukaan teknologian käyttöä ja sen vaikutusta oppimiseen ja opetukseen ei kuitenkaan voi tarkastella ainoastaan suorana syy-seuraussuhteena. Teknologiaa on siis tutkittava osana laajempaa yhteiskunnallista ja kulttuurista kontekstia jossa sitä käytetään. Tärkeäksi tekijäksi nousee oppimisprosessien luonteen ja näitä tukevien ratkaisujen syvällinen ymmärrys. Pelkkä teknologia itsessään ei takaa oppimista tai tehosta opetusta. Onkin selvää, että toimintakulttuurissa teknologian käytön on oltava vastuullista ja hyvinvointia, oppimista ja aktiivista osallistumista tukevaa. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 99]

Hyvät opetukseen käytettävät ohjelmistot ja opettajia tukevat työkalut, joiden kehityksen tukena on perinpohjainen oppimisperiaatteiden ymmärtäminen, eivät ole vielä luoneet normeja. Ohjelmistojen kehittäjiä ovat yleensä ohjanneet enemmän viihdemarkkinat kuin tuotteisiin sisältyvä oppimispotentiaali. Teknologian mahdollisuuksien käytöstä on vielä paljon opittavaa, oppimisen tutkimuksesta on tultava ohjelmistojen kehityksen pysyvä seuralainen. [National Research Council, 2004, ss. 256 - 257]

3.5.2. Teknologia opetuksen ja oppimisen välineenä

Tietotekniikka toimii keskeisenä oppimisen ja opetuksen välineenä tulevaisuuden taitoja kehittävässä oppimisympäristössä. Se miten oppimisympäristö rakennetaan, vaikuttaa myös tulevaisuuden taitojen opiskeluun. Oppimisympäristöjen tulisi tarkoittaa luokkaa ja koulua laajempaa tilaa, se voi pitää sisällään esimerkiksi kirjastoja tai museoita. [Harju, 2014, s. 44]

Tietotekniikka opetuskäytössä voidaan jakaa karkeasti kolmeen erilaiseen kehityslinjaan. Ensimmäinen linja on opetusohjelmien käyttö, toinen linja käyttää hyväkseen erilaisia työvälineohjelmia ja kolmas kehityslinja on tietoverkkojen hyväksikäyttö opetuksessa, joka onkin viimeksi saanut eniten huomiota. [Meisalo *et al.*, 2000, s. 32]

Mobiiliteknologian opetuskäyttö on osoittautunut erityisen toimivaksi, kun tavanmukaisia formaaleja oppimisympäristöjä laajennetaan ympäröivään yhteiskuntaan ja informaaliin ympäristöihin. Mobiiliteknologian avulla voidaan dokumentoida toimintaa, saada ohjausta ja olla vuorovaikutuksessa. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 95]

Visuaalisen teknologian, kuten animaatiot ja simulaatiot, on havaittu tukevan yhteistoiminnallista työskentelyä ja vuorovaikutusta. Visuaalinen teknologia auttaa hahmottamaan ja ymmärtämään monimutkaisia ja abstrakteja ilmiöitä. Visuaalinen teknologia sopii hyvin myös oppijoille, joilla on oppimisvaikeuksia tai muita erityistarpeita. Tehokkaimmillaan teknologia tunnistaa oppijan erityistarpeita ja siten muokkaa ja personoi oppimistapahtumaa oppijan mukaan. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 95] Ihmisten tapa oppia eroaa myös toisistaan. Puhutaan erilaisista oppimistyyleistä riippuen siitä, mikä lähestymistapa oppimiseen on vallitsevin. Eri oppimistyytlejä ovat visuaalinen, audittiivinen sekä kinesteettinen oppiminen. [Niemi ja Multisilta, 2014, ss. 19 - 20] Visuaalinen oppija oppii parhaiten näkemällä, audittiivinen oppija kuulemalla ja kinesteettinen oppija liikkeen ja tekemisen kautta [Erilaisten oppijoiden liitto 2015]. Tosin useimmat oppijat käyttävät oppimiseen em. tyylien yhdistelmiä. Teknologia voi antaa paljon apua erilaisille oppimistyyleille. Tällöin oppimisympäristöjä voidaan personoida ja oppijan erityisvaatimukset voidaan huomioida. Näin myös erilaiset oppijat voivat tuoda osaamistaan yhteisiin projekteihin. [Niemi ja Multisilta, 2014, ss. 19 - 20]

Vaikka oppimistyylien ja tietotekniikan sovittaminen vaikuttaisi parantavan oppimista, ei sitä ole tieteellisesti todistettu. Kuitenkin oppijat pitävät erilaisista oppimistavoista. Oman tyylin seuraaminen saattaa johtaa parempaan viihtyvyyteen opintojen parissa, mutta ei välttämättä parempaan oppimiseen. [Keltinkangas-Järvinen, 2015]

Teknologian varaan rakentuvat pelit ovat yleistyneet arjessamme. Peleistä ja niiden käytöstä voidaan tehdä negatiivisia ja positiivisia havaintoja. Positiivisia näkökulmia pelien käytössä on niiden vuorovaikutteisuus ja oppimisen mahdollisuuksien monipuolisuus. Monet oppijat ovat myös valmiiksi motivoituneita peleihin. Oppimiseen suunniteltujen pelien on todettu parhaimmillaan tukevan ongelmanratkaisutaitojen, päätöksenteon, tiedon prosessoinnin ja yhteistoiminnallisten taitojen kehittymistä. Virtuaaliset oppimisympäristöt yleensäkin tarjoavat monipuolisia mahdollisuuksia yhteisölliseen työskentelyyn, monialaiseen ongelmanratkaisuun, vuorovaikutukseen sekä oppimiseen. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 96] Vuorovaikutteisessa ympäristössä oppija voi myös luoda omaa oppimisympäristöään liittämällä siihen erilaisia tiedon elementtejä. Tällaisia ympäristöjä voivat olla esimerkiksi oppimispelit. [Niemi ja Multisilta, 2014, s. 20]

3.5.3. Teknologian käytön onnistuminen opetuskäytössä

Keskeisimpänä ongelmana kuitenkin teknologian opetuskäyttöön otossa pidetään teknistä lähtöasetelmaa. Usein on lähdetty siitä, että on olemassa tekninen laite jonka mahdollisuuksia opetuksessa halutaan kokeilla. Kertaluonteisten kokeilujen jälkeen tutut työtavat palautuvat entiselleen. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 97]

Teknologian opetuskäytössä on havaittu myös muitakin puutteita. Laitteet sijaitsevat opetuskäytön kannalta ongelmallisesti esimerkiksi pienissä huonosti opetuskäyttöön sopivissa tiloissa. Laitteita voi olla myös liian vähän suhteessa opetusryhmän kokoon tai laitteet ovat epätarkoituksenmukaisia. Lisäksi laitteiden käyttöä ei välttämättä ole järjestetty pedagogisesti tarkoituksenmukaisesti. Esimerkiksi niitä käytetään tietyillä tunneilla silloin tällöin kun oppijat tekevät pitkäkestoista työtä jossa laitteita pitäisi voida käyttää aina tarvittaessa. [Ilomäki ja Lakkala, 2006, s. 187]

Jotta teknologian käyttö onnistuisi opetuskäytössä, on teknologia valjastettava muutoksen välineeksi tukemaan uusien pedagogisten mallien käyttöönottoa tai kriittistä suhtautumista omaan työhön. Silloin teknologiaa ei pyritä välttämättä edes lisäämään vaan valjastetaan jo olemassa oleva teknologia toimintakulttuurin muutoksen välineeksi. Siinä teknologian juurruttaminen osaksi oppilaitoksen toimintakulttuuria edellyttää tekno-

logian käytön ja pedagogisten käytänteiden integrointia. Jos oppilaitoksen rakenteita ei muuteta, ei teknologiasta tule oppimisen työkalua. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 97]

3.6. Matematiikan opetus ja teknologia

3.6.1 Matematiikan opetuksen tavoite

Matematiikan opetuksen yleinen tavoite on elävä, kullekin oppijalle alati muuttuva matematiikka, joka ilmenee oppijoita kiinnostavien ongelmien etsimisessä, esittämisessä ja ratkaisemisessa. Tavoite pitää yhä sisällään perinteisten käsitteiden ja nimitysten käytön. Opetuksen perustaksi voidaan ottaa oppijoiden käsitykset ja kiinnostuksen kohteet sekä aikaisemman tietopohjan kanavointi asteittain laajenevaksi tietorakenteeksi. [Leino, 1997, ss. 47 - 48] Siten myös matematiikalla olisi oppijoiden näkökulmasta yhteyksiä arkielämään, joka tapahtuu oppilaitoksen ulkopuolella [Haapasalo, 2007, s. 8].

Matematiikan opettajan on suunniteltava laajenemisreitit, jotka on sovitettu oppijoiden mahdollisuuksiin ja tarpeisiin. Kuten matemaatikkojen perustyönä on löytää ratkaisuja ongelmiin, voi matematiikan opetus samoin korostaa ongelmakeskeisyyttä ja prosessia sekä lähteä oppijoiden kiinnostuksista ja käsityksistä. Projektityöskentely sopii matematiikan opetukseen erinomaisesti. On myös muistettava, että matematiikan opetuksen on oltava kasvattavaa, ajattelua laajentavaa ja syventävää sekä tapahduttava opetussuunnitelman viitekehyksessä oppijoiden tarpeet ja kiinnostuksen kohteet huomioiden. [Leino, 1997, ss. 47 -48]

Matematiikan opetuksessa on juurtunut perinteinen oppimis- ja opetustraditio, joka on hidastaa opetuksen kehittymistä. Jo säästösyistäkin opetusryhmien kokojen kasvaessa voi opetus olla perinteistä ja opettajan esittämää. Tämä merkitsee monille oppijoille opetuksen mielekkyyden vähentymistä ja negatiivisten kokemusten lisääntymistä. Opiskelu täytyykin muuttaa oppijoiden toiminnan, heidän ajattelunsa ja tiedonmuodostuksensa ohjailevaan tukemiseen. Tähän tarvitaan matematiikan opettaja, joka on halukas ja innostunut kehittämään opetustaan ja etsimään uutta. [Kupari, 1997, ss. 234 -235]

Opettajien asenteilla ja opetuskäytännöillä on suuri vaikutus oppijoiden matematiikkakuvaan. Opettajan oma käsitys matematiikan luonteesta vaikuttaa hänen omiin päätöksiinsä ja valintoihinsa. Tämä käsitys matematiikasta vaikuttaa myös hänen omaan tapansa opettaa matematiikkaa. Sääntöihin ja rutiineihin pitäytyvä opettaja johdattaa oppijat sääntöjen ja rutiinien keskeiseen merkitykseen matematiikassa. Erilaisia kokeiluja, oppijoiden aktivointia sekä osallistumisen mahdollisuutta matematiikan luomiseen toteuttava opettaja johdattaa oppijat kohti avoimempaa näkemystä matematiikan luontees-

ta. Oppijoiden matematiikka-asenteisiin vaikuttaa merkittävästi myös opettajan empaattisuus, huumorintaju sekä hänen oma innostuneisuutensa matematiikasta. [Lindgren, 1997, ss. 311 - 314]

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan matematiikan opetuksen pyrkimyksenä on painopisteen siirtäminen mekaanisten toimintakaavojen harjaannuttamisesta käsitteiden ja niiden soveltamisen syvälliseen oppimiseen. Vaativien matemaattisten käsitteiden kannalta tarkoituksenmukaisia toimintoja voidaan järjestää tieto- ja viestintäteknikan avulla. Sen avulla voidaan järjestää käsitteiden eri esitysmuotoihin pohjautuvia oppimistoimintoja, joita tuskin voidaan toteuttaa ilman teknologiaa. Sen avulla oppijat voivat itsenäisesti konstruoida matemaattiset käsitteet ja algoritmit tarkastelemalla kokeellisesti matemaattisia ilmiöitä graafisessa, numeerisessa ja algebrallisessa muodossa. Tietotekniikan avulla voidaan yhä enemmän käyttää numeerisia ja diskreettejä menetelmiä todellisen datan analysoimisessa, ilmiöiden mallintamisessa ja simuloimisessa. [Repo, 1997, s. 317]

Vaikka matematiikan opetuksessa pyrittäisiinkin käsitteiden soveltamiseen, esiintyy kuitenkin myös käsitteitä, joita ei voi luontevasti esittää minkään sovellustilanteen yhteydessä. Siten opetuksen pitäisikin luoda vankka perusta soveltamiselle siten, että opetuksen painopisteenä olisi matemaattisten käsitteiden ja rakenteiden aktiivinen konstruointi. Käsitteenmuodostuksen tulisi pohjautua käsitteestä riippuen käsitteiden eri esitysmuotojen tarkasteluun joko sovellustilanteessa tai matemaattisten rakenteiden puitteissa. Näin käsitteen soveltaminen perustuisi käsitteen ymmärtämiseen ja oppijoiden olisi mahdollista päättää mitkä matemaattiset käsitteet soveltuvat kuvaamaan tarkasteltavaa reaali maailman ilmiötä. Sosiaalisen vuorovaikutuksen ja matematiikan verbaalisen kommunikoimisen lisäämiseksi käsitteenmuodostuksen ja matemaattisen teorian rakentamisen pitäisi tapahtua ryhmissä. [Repo, 1997, s. 317 - 318, 323]

3.6.2 Teknologia matematiikan opetuksessa

Tutkimustulosten perusteella näyttää siltä, että teknologiaa voitaisiin hyödyntää mekaanisten laskujen ohella myös matematiikan käsitteiden oppimisprosessissa, jos opetuksessa noudatettaisiin konstruktivistista oppimiskäsitystä korostaen aktiivista toimintaa. Käsitteiden konstruointi näyttää tutkimusten mukaan lisäävän käsitteiden ymmärtämistä. Matemaattiset ohjelmat lisäävät mahdollisuuksia matematiikan tiedeluonteen tarkastelemiseen myös opiskelussa. Teoriaa voidaan paremmin luoda ja testata kokeellisen työskentelyn pohjalta. (Teorian luomisesta tämän tutkielman ohjaajalla oli omat epäilyksensä.) Opetuksen painopiste voidaan siirtää vaativampaan matemaattisen tiedon tulkitsemiseen ja sen soveltamiseen. Oppijat voivat tutustua matemaattisiin käsitteisiin, luoda matemaattisia malleja, ennustaa, tehdä olettamuksia, testata ja todistaa. Matema-

tiikan opetuksessa pitäisi ottaa huomioon teknologian mahdollisuus käsitteenmuodostusta edistävän oppimisympäristön luomiseen. [Repo, 1997, ss. 326 - 327, 335]

Myös pelien vaikutusta matematiikan opetuksen motivaatioon ja oppimistuloksiin on tutkittu. Empiiristen tutkimusten tulokset puoltavat matematiikkapelien käyttöä, mutta kokeiluja on tehty vielä hyvin vähän. Matematiikkapelien välillä on hyvin suuria eroja. [Lehtinen *et al.*, 2014, ss. 52 -53] Suurin osa nykyisistä matematiikkapeleistä harjaannuttaa oppijoiden matematiikkataitoja, mutta matemaattisen ajattelun kehittämiseen niitä ei ole suunniteltu. Syynä tähän on, että matematiikkataitoja harjaannuttavan pelin suunnittelu on huomattavasti helpompaa. [Devlin, 2011, s. 4]

Viime vuosina on kuitenkin jo kehitetty pelejä, joissa pelin mekaniikka (toiminnot, joiden avulla pelaaja osallistuu peliin ja ohjaa sitä) ja opiskeltava matematiikka on integroitu siten, että pelin mekaniikka liittyy kiinteästi opeteltaviin matematiikan sisältöihin. Voidaan olettaa että integroiduilla peleillä päästään parempiin oppimistuloksiin kuin erillisten tehtävien esittämisellä peliympäristössä. Integroituja pelejä voidaan kehittää vaikeaksi koettujen matemaattisten taitojen harjoitteluun, mutta niiden kehittäminen on vaativa prosessi. [Lehtinen *et al.*, 2014, ss. 52 -53]

Pelien opetuskäytön haasteena on niiden tarkoituksenmukainen integrointi opetustyöhön. Vaikka tutkimuksissa saadaankin positiivisia tuloksia pelien avulla oppimisesta, se ei vielä takaa niiden toimivuutta tavanomaisessa opetuksessa. Vasta pelien yhdistäminen niille tarkoituksenmukaisiin pedagogisiin käytänteisiin voi vastata niihin odotuksiin, mitä pelien käyttöön matematiikan opetuksessa on kohdistettu. [Lehtinen *et al.*, 2014, s. 53]

Yhdeksi tulevaisuuden avaintaidoista nimetty matemaattinen, luonnontieteellinen ja tekniikan alojen osaaminen koostuu esimerkiksi kyvystä soveltaa matemaattista ajattelua arkipäivän tilanteissa sekä kyvystä käyttää ja soveltaa tietoa luonnonilmiöiden selittämiseen [Harju, 2014, ss. 37 -39]. Matematiikan opettajien on oltava tietoisia mihin yhteiskunnassa tapahtuu ja mihin tietotekniikkaa käytetään, jotta matematiikan opinnoille voitaisiin löytää yhteyksiä arkipäivään. [Haapasalo, 2007, s.8] Digitaalisiin taitoihin liittyvät puolestaan tieto- ja viestintätekniikan käyttötaidot. Matemaattisiksi taidoiksi mainitaan mm. matemaattinen päättely sekä kommunikointi matemaattisia termejä käyttäen. Teknologian käyttötaidot sisältävät esimerkiksi taidot käyttää tietokonetta tiedon etsintään, järjestämiseen ja muokkaamiseen sekä yhteydenpitoon toisten kanssa. [Harju, 2014, ss. 37 -39]

3.6.3 Esimerkkejä matematiikan arkielämään liittyvistä yläasteen tehtävistä

Tässä luvussa esitellään matematiikan opetukseen liittyviä tehtäväesimerkkejä, joilla pyritään herättämään kiinnostusta matematiikan oppimista kohtaan yläasteella. Esimerkit liittyvät oppijoiden arkeen ja antavat siten merkitystä matematiikan opiskelulle. Alla esitetyissä esimerkeissä on pyritty esittämään tehtävän sisältö epätavallisessa muodossa. Tehtävästä on tehty myös monitasoinen, jotta tehtävä sopisi mahdollisimman monelle oppijalle. Eritasoisissa tehtävissä on yllättäviä ratkaisuja, eikä kaikkien pidä olla helppoja. Siten oppilaat voivat kehittää myös omaa ajattelukykyään. Tehtävän muodossa voi olla useampikin vaihtoehto riippuen oppijoiden konkreettisesta kiinnostuksesta. [Shmakov ja Zimakov 2008, s. 2]

- **KESKINOPEUS:** Pekka matkusti puolet matkasta Tampereelta Helsinkiin nopeudella 40 km/h. Millä nopeudella hänen pitää matkustaa toinen puoli matkasta, jotta hänen koko matkan keskinopeutensa on a) 70 km/h, b) 80 km/h, c) 90 km/h?
- **MAITOA KAHVIIN JA KAHVIA MAITON:** Meillä on kaksi samanlaista lasia. Toisessa on maitoa, toisessa on kahvia. Otetaan lusikallinen maitoa ensimmäisestä lasista ja kaadetaan se toiseen lasiin. 1. Sekoitetaan maito kahviin toisessa lasissa. Sen jälkeen otetaan lusikallinen nestettä tästä lasista ja kaadetaan se ensimmäiseen lasiin. Kumpaa on enemmän: maitoa kahvissa vai kahvia maidossa? 2. Emme sekoita maitoa kahviin toisessa lasissa. Otetaan lusikallinen nestettä tästä lasista ja kaadetaan se ensimmäiseen lasiin. Kumpaa on enemmän tässä tapauksessa: maitoa kahvissa vai kahvia maidossa?
- **TIETÄJISTÄ JA HIRMUISTA:** Joka neljäs matemaatikko on hirviö. Joka viides hirviö on matemaatikko. 1. Kumpia on enemmän – matemaatikoita vai hirviöitä? (Yhteinen kysymys) 2. Kumpia on enemmän – matemaatikoita vai hirviöitä, jos matemaatikoiden asumispaikka on Maa, mutta hirviöitä asuu toisella planeetalla, hyvin kaukana? (Konkreettinen kysymys) 3. Kumpia on enemmän – matemaatikoita vai hirviöitä? (Outo kysymys) Johtopäätökset

Myös prosenttilaskuista saa helposti arkielämään liittyviä tarpeellisia laskuja. Ohessa esimerkki Pirkkalan yläasteen matematiikan sivulta (kuva 10) [Pirkkala 2007]. Sivustolla tutustutaan mummon matematiikkaan ja harjoitellaan prosenttilaskuja esimerkiksi humorististen ruokareseptien, puutarhatöiden ja eläinten avulla.



Matematiikkaa, jota mummot osaavat.

Osaatko sinä?

[Murto- ja desimaaliluvut sekä prosenttimerkinnot](#)

[Kuinka monta prosenttia?](#)

[Paljonko on p prosenttia?](#)

[Palkkoja, veroja, lainoja ja talletuksia](#)

[Alennusmyynissä](#)

[Vertaillaan eläimiä](#)

[Perusarvoja puutarhassa](#)

Kuva 10. Esimerkki prosenttilaskuista yläasteelle [Pirkkala 2007]

Prosenttilaskuja voidaan käyttää hyväksi myös esimerkiksi kestävän kehityksen merkityksen ymmärtämisessä. Oheinen tehtävä löytyy HSY:n (Helsingin seudun ympäristöpalvelut) internet-sivuilta. [HSY 2015]

- Kotitalouksien kestokulutustavaroiden omistus on esitetty aineistossa Kotitalouksien kulutustavaroiden omistus 1966–2006. Tuotannon kasvu näkyy laitteen elinkaaren lopussa kasvavina jätemäärinä.
 - Kuinka moninkertaiseksi videonauhureiden määrä kotitalouksissa kasvoi vuodesta 1990 vuoteen 2006?
 - Minä vuosina lankapuhelinten määrä laski nopeimmin?
 - Minä vuonna kestokulutushyödykkeiden omistus vakiintui nykyiselle tasolle ja viihde-elektroniikan kulutus lähti kasvuun?
 - Minkä kaikkien tavaroiden omistus on tavoittanut jossain vaiheessa 90 % suomalaisista kotitalouksista?
 - Pohdi, mitä tapahtuu vanhoille kestokulutustavaroille? Miten syntyvää sähkö- ja elektroniikkaromun määrää voisi vähentää? Mikä on vanhin tiedossasi oleva sähkölaite, joka on yhä käytössä?

Vastaavanlaisesti kestävään kehitykseen liittyviä tehtäväesimerkkejä löytyy samalta sivulta myös esimerkiksi tilastotieteestä. [HSY 2015]

- Kotitalouksien kulutustavaroiden omistus on esitetty aineistossa Kotitalouksien kulutustavaroiden omistus 1966–2006 (https://www.hsy.fi/fi/opettajalle/sahkoisetoppimaterialit/Documents/Lukiassa/Aineistot/FO_aineisto14_hsy.pdf). Piirrä histogrammi matkapuhelinten ja autojen omistuksesta. Pohdi, millaisia muutoksia nuorten matkapuhelinten omistuksessa on tapahtunut viime vuosikymmenten

aikana ja mistä tällainen muutos johtuu? Kuinka usein itse vaihdat matkapuhelimesi uuteen?

Matematiikka soveltuu yleensäkin erittäin hyvin taloudellisten ja yhteiskunnallisten aiheiden opettamiseen. Globalis (Globalis.fi) on opetuskäyttöön tarkoitettu yleinen tietokanta, josta löytyy ajankohtaisia prosenttijakaumia ja tilastotietoja, joita voi myös tarkastella erilaisina graafisina esityksinä.

3.6.4. Esimerkkejä matematiikan soveltavista lukiotason tehtävistä

Sovelletulla matematiikalla pyritään ratkaisemaan tosielämän ongelmia. Sovellettu matematiikka ei ole mikään yhtenäinen matematiikan alue, vaan tarpeen mukaan voidaan joutua käyttämään minkä tahansa matematiikan osa-alueen työkaluja. Soveltavia matematiikan tehtäviä voi olla hyvin monentasoisia oppijoille mielenkiinnon mukaan eri aihealueilta kuten esimerkiksi salakirjoituksista, paikannusjärjestelmästä, hakukoneista, kuvanpakkauksesta tai arkkitehtuurista.

Seuraavassa esimerkkejä lukiotason soveltavista matematiikan tehtävistä [OPH 2015]:

- Auto pysähtyy 50 km/h nopeudesta 40 metrin matkalla. Nopeuden kasvaessa jarrutusmatka kasvaa neliösuhteessa eli nopeuden kaksinkertaistuessa jarrutusmatka on nelinkertainen. Väinö ajaa 60 km/h rajoitusalueella 20 % ylinopeutta. Saaako hän auton pysähtymään ajoissa havaitessaan tavarajunan lähestyvän vartioimatonta tasoristeystä, kun raiteelle on matkaa 80 metriä?
- Kaksi poikaa teki erään työn kahdeksassa tunnissa. Kuinka pitkä aika saman työn tekemiseen menisi kuudelta pojalta, mikäli heidän työtehonsa olisi sama?

Yhtälöpareja voi harjoitella esimerkiksi seuraavien laskujen avulla [Wuolijoki ja Norlamo 2000, s. 90]:

- Elokuvateatterissa on 400 paikkaa, osa 2,50 euron ja osa 4 euron paikkoja. Loppuunmyydyin näytöksen lipputulot ovat 1390 euroa. Kuinka monta 4 euron paikkaa teatterissa on?
- Luokalla kerätään rahaa luokkaretkeä varten. Jos jokainen maksaa 7,10 euroa, kertyy 30 euroa liikaa. Jos jokainen maksaa 5,75 euroa, kertyy 10,50 euroa liian vähän. Mikä on kerättävä rahasumma? Kuinka paljon jokaiselta oppilaalta pitää kerätä?

Lisää funktio-oppia voi harjoitella esimerkiksi seuraavasti:

- Lenkkeilijöiden A ja B reitit risteävät kohtisuorasti. A:n ollessa 2,5 km päässä risteyksestä on B vielä 3,8 km päässä risteyksestä. A juoksee vauhdilla 10 km/h ja B vauhdilla 12 km/h. Milloin lenkkeilijät ovat lähimpänä toisiaan ja kuinka lähellä he silloin ovat?

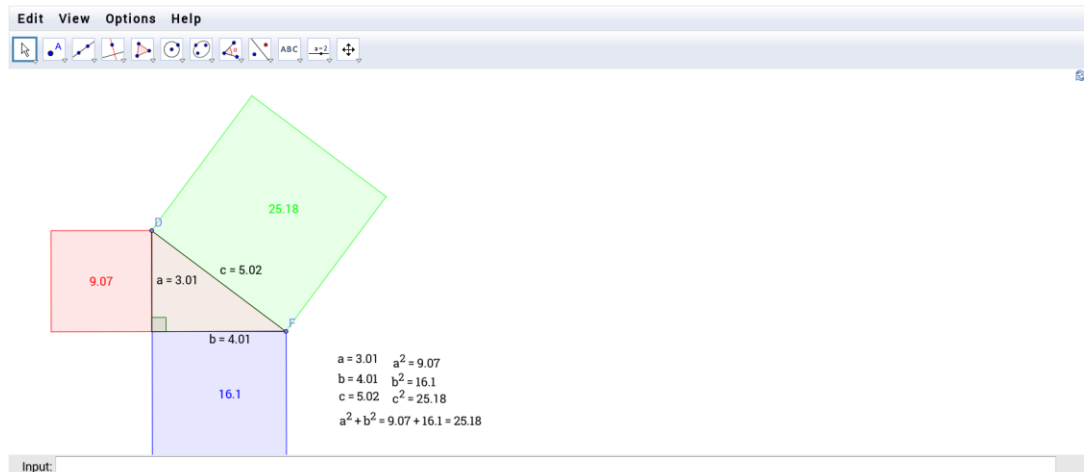
Myös lukion talousmatematiikka soveltaa matematiikkaa hyödyllisesti. Ohessa tehtäväsimerkkejä talousmatematiikasta, joiden osaamisesta on varmasti hyötyä [Avoin oppikirja 2015]:

- Tuotteen hintaa a nostetaan ensin 1,1% ja sen jälkeen hinta nousee joka kuukausi 1% kolmen kuukauden ajan. Kunka monta prosenttia hintaa on nostettava viidentenä kuukautena, jotta keskimääräinen muutosprosentti olisi 2%?
- Tomi ottaa 3 vuoden lainan tasalyhennyksellä. Lainaa hän ottaa 9 000 euroa, jota hän lyhentää vuoden välein. Korko on 2,5% p.a. Mitkä ovat lainan hoitomaksut ensimmäisestä viimeiseen? Kuinka paljon maksettiin kaiken kaikkiaan?

3.6.5. Esimerkkejä matematiikassa hyödynnettävistä sivustoista ja ohjelmista

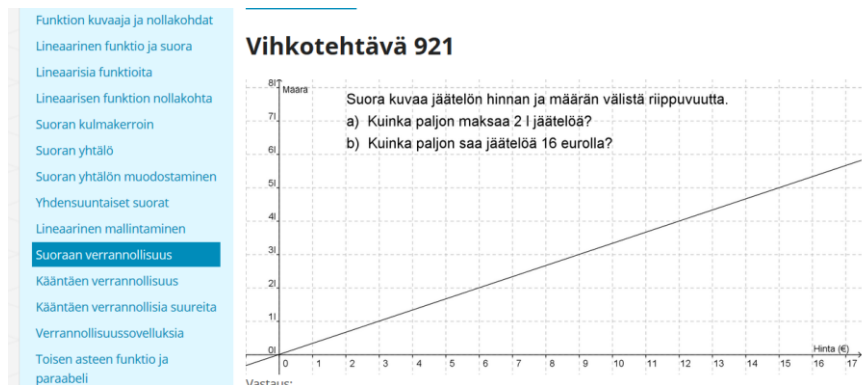
Matematiikan opetuksessa hyödynnettäviä ohjelmia ja sivustoja on jo runsaasti saatavilla. Ohessa vain muutamia esimerkkejä opetukseen soveltuvista ilmaisista matematiikkaohjelmistoista, joita tällä hetkellä on internetissä saatavilla.

- Geogebra (<http://www.geogebra.org>) sopii geometrian, algebran, taulukkolaskennan, differentiaali- ja integraalilaskennan sekä tilastotieteen tehtäviin. Geogebra tukee konstruktivista oppimisenäkemyksiä. Kuvassa 12. on esitetty Pythagoraan lause Geogebrian avulla havainnollistettuna.



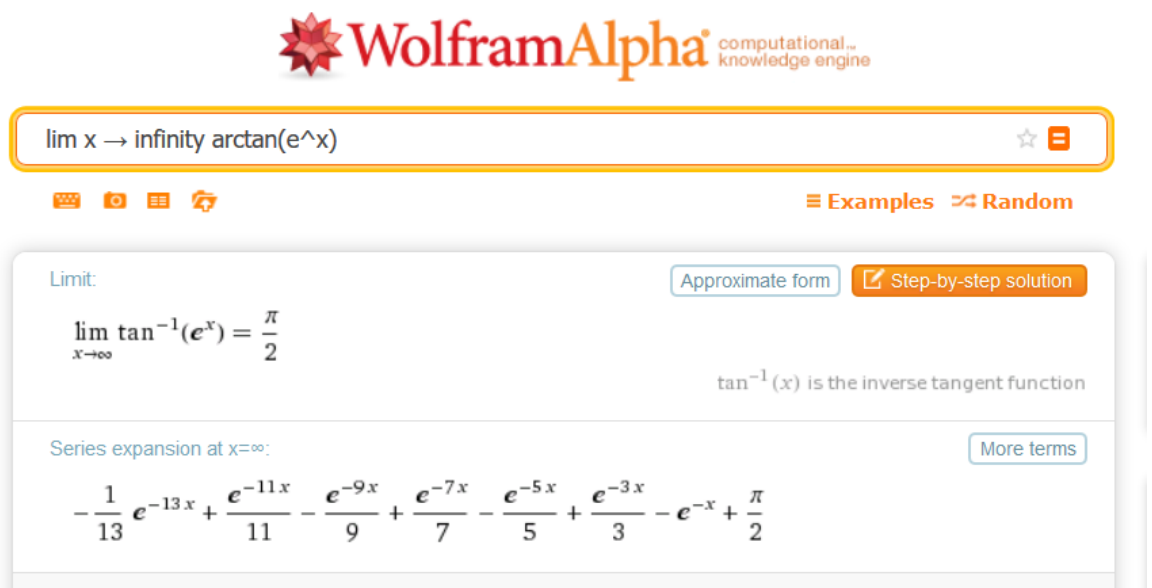
Kuva 12. Pythagoraan lause Geogebrian avulla havainnollistettuna.

- Math.fi (<http://www.math.fi/>). Suomalainen sivusto jossa voi harjoitella yläluokan matematiikkaa (kuva 13).



Kuva 13. 9:n luokan funktioitehtävä.

- WolframAlpha (<http://www.wolframalpha.com/>). Ratkaisee monimutkaisiakin matematiikkatehtäviä (kuva 14).



Kuva 14. Esimerkkilasku WolframAlphalla laskettuna.

- Sage (<http://www.sagemath.org/>). Sage soveltuu opetus- että tutkimuskäyttöön. Kuvan 15 esimerkissä näkyy myös, että Sagella, kuten useilla muillakin matemaatiikkaohjelmilla, voi laskemisen lisäksi myös ohjelmoida.

```
#Ensimmäinen versio
def ReaalisetOminaisarvot(RR,n):
    var('q i')
    q = 0
    A = random_matrix(RR,n)
    B = A.eigenvalues()
    for i in range(1,len(B)):
        if (conjugate(B[i])==B[i]):
            q+=q
    return (q)

ReaalisetOminaisarvot(RR,4)

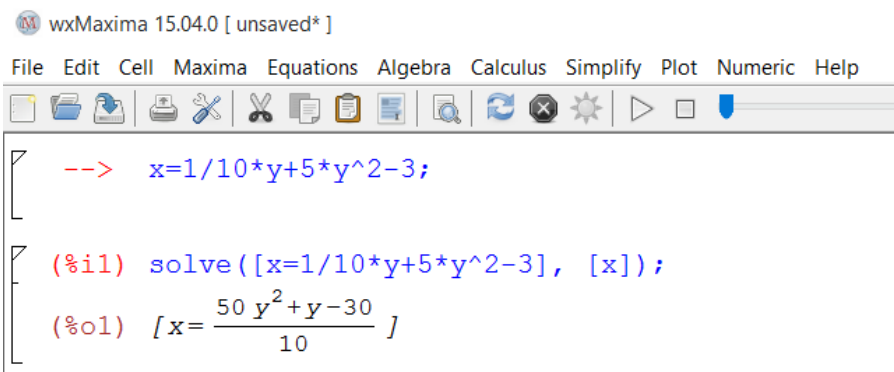
0

#Ominaisarvot
A = random_matrix(RR,5)
A.eigenvalues()
[-0.753939868043830, 0.391035199149162 - 0.729577007527758*I,
 0.391035199149162 + 0.729577007527758*I, -0.968104087955922 -
 1.15610139781017*I, -0.968104087955922 + 1.15610139781017*I]

#kompleksiluku Sagessa
z = (2 + 3*I)
x = sqrt(3)
```

Kuva 15. Esimerkki Sagella suoritettavista laskuista.

- Maxima (<http://andrejv.github.io/wxmaxima/index.html>) ratkaisee myös moni-
mutkaksiakin matematiikkatehtäviä (kuva 16).



```
wxMaxima 15.04.0 [unsaved* ]
File Edit Cell Maxima Equations Algebra Calculus Simplify Plot Numeric Help
--> x=1/10*y+5*y^2-3;
(%i1) solve([x=1/10*y+5*y^2-3], [x]);
(%o1) [x = 50 y^2 + y - 30 / 10 ]
```

Kuva 16. Esimerkki Maximalla lasketusta tehtävästä.

3.6.6 Matemaattinen kirjoittaminen

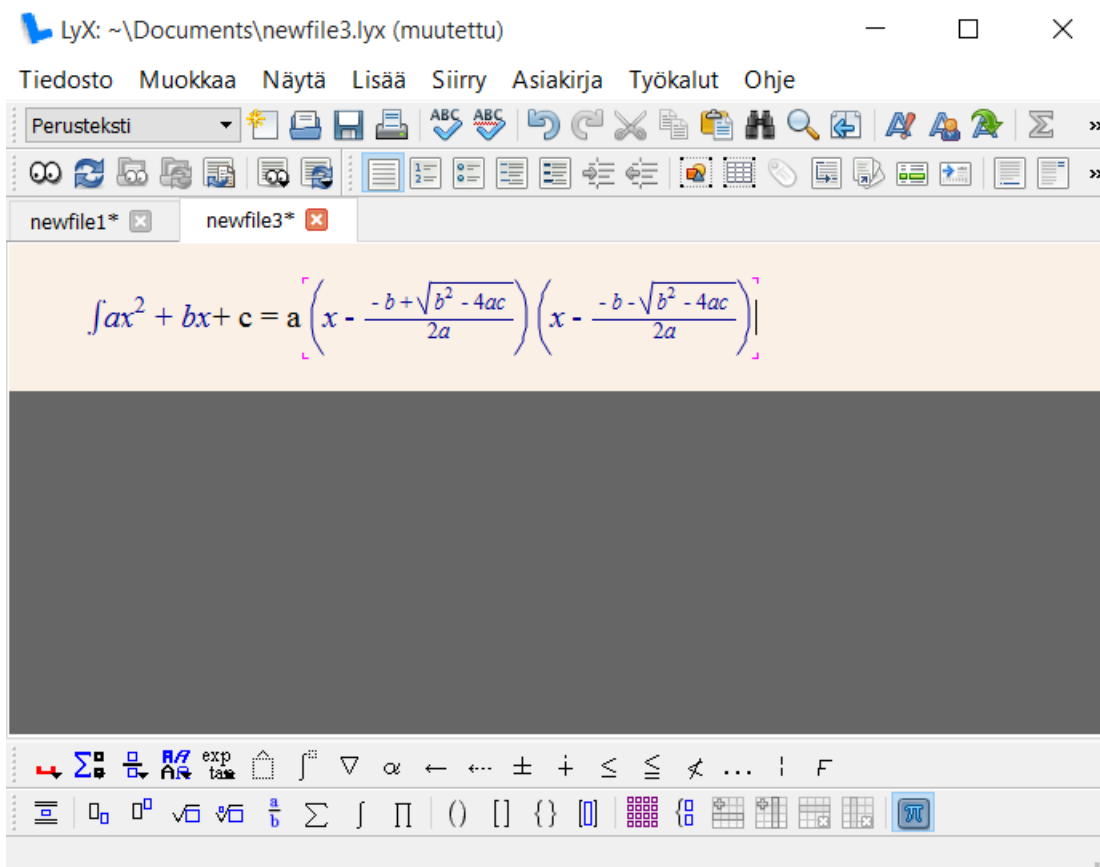
Mahdollisuuksista huolimatta tietotekniikan käytössä matematiikan opetuksessa on yhä yksi suuri haaste; teknologian käyttö matemaattisessa kirjoittamisessa. Matemaattinen kirjoitus sisältää tekstin lisäksi symbolien, kuvien ja matemaattisten rakenteiden käyttöä. Niiden kirjoittaminen näppäimistöllä on työlästä. Tämä on eräs syy siihen, miksi tietokoneita käytetään toistaiseksi vain vähän matemaattisten ratkaisujen kirjoittamiseen opetuksessa. [Sallasmaa *et al.*, 2011, s. 127]

Jotta tietotekniikkaa voitaisiin käyttää vaivattomasti matematiikan opetuksessa, oppijoiden pitää voida kirjoittaa matematiikkaa sujuvasti tietokoneella. Yleisin tapa tuottaa laadukasta matemaattista tekstiä sähköisesti on käyttää LaTeX taitto-ohjelmaa. Siinä teksti kirjoitetaan normaalitekstin tapaan ja erikoissymbolit ja kaavat lisätään LaTeX-

komentojen avulla. LaTeX-syntaksin oppiminen vie kuitenkin aikaa, eikä sen opettelua voi vaatia kaikilta matematiikan oppijoilta. [Sallasmaa *et al.*,2011, s. 128]

Monille luonnollisempi tapa kirjoittaa matematiikkaa on käyttää tuttuja tekstinkäsittelyohjelmia, joista useimmista löytyy valmiina editori kaavojen kirjoittamiseen. Kaavaeditori tekstinkäsittelyohjelmassa voi olla helppo käyttää. Kaavaeditori täytyy kuitenkin avata joka kerta kun matemaattinen lauseke tarvitaan. Ihanteellinen työkalu matemaattiseen kirjoittamiseen mahdollistaisi tekstin ja matemaattisen tekstin suoraviivaisen kirjoittamisen sujuvasti. [Sallasmaa *et al.*,2011, s. 129]

On kuitenkin olemassa myös tekstieditoreita, jotka tukevat hyvin matemaattista kirjoittamista kuten esimerkiksi LyX-editori. Se käyttää asiakirjan muotoiluun ja aseteluun LaTeX-järjestelmää, mutta ei vaadi käyttäjältä sen osaamista. LyX-editorissa matemaattisten kaavojen kirjoittaminen tapahtuu asiakirjan sisällä ilman erillistä kaavaeditoria. Siten matemaattiset kaavat ovat samassa asemassa kuin muukin sisältö. Oppilaiden on todettu pystyvän tuottamaan matemaattista tekstiä LyX-editorilla melko nopeasti. [Sallasmaa *et al.*,2011, ss. 131–132, 138]. Kuvassa 17 on esimerkki LyX-editorilla kirjoitetusta kaavasta.



Kuva 17. Esimerkki LyX-editorilla kirjoitetusta kaavasta.

4. Johtopäätökset

4.1. Opetuksen digitalisaatioon vaikuttavat tekijät

Tietotekniikan alikäyttöön oppilaitosten opetuksessa on löydetty useita syitä. Tietotekniikan mahdollisuuksia ei tunneta kunnolla, sillä esimerkiksi oivaltaviin käyttötapoihin vaaditaan asiaan syventymistä. Oppilaitoksilla voi myös valmiiksi olla jo omia ongelmia jotka vievät aikaa ja energiaa uusiin asioihin perehtymiseltä. Tietotekniikan käyttö tarvitsisi myös monialaista yhteistyötä, johon ei ole totuttu sekä mahdollisesti myös ulkopuolista ohjausta. [Meisalo *et al.*, 2000, s. 18–19]

Tutkimuksissa on löydetty kuusi tekijää, jotka edistävät teknologian soveltamista koulun arkeen. Ne ovat seuraavat: teknologiasta tulee osa koulun strategista suunnittelua ja toimintakulttuuria, kaikkien oppilaiden oppiminen on yhteinen tavoite, opetussuunnitelma on joustava ja antaa tilaa erilaisille käytännöille, viestintää ja vuorovaikutusta edistetään, johtajuuden merkitys tuen antamisessa ja innostamisessa on keskeistä sekä opettajien osaaminen ja sitoutuminen koulun tavoitteisiin. [Niemi *et al.*, 2014, s. 72 -73]

Teknologian käyttö ei koske vain jotain osaa oppilaitosta, vaan se muuttaa koko yhteisön toimintakulttuuria. Teknologia ei ole itsetarkoitus, vaan sitä käytetään saavuttamaan useita koulun kasvatus- ja opetustavoitteita: [Niemi *et al.*, 2014, s. 81]

- Muutos koskee koko oppilaitoksen oppimis- ja opetuskulttuuria.
- Työkulttuuri on avointa, asioita jaetaan, kehitetään ja luodaan yhdessä.
- Erilaisuus nähdään rikkautena sekä kaikkia oppijoita kannustetaan omien rajojen rikkomiseen ja uusien asioiden löytämiseen.
- Erityisesti tuetaan ja innostetaan oppijoita, jotka ovat syrjäytymisvaarassa.
- Johto näkee teknologian voimavarana, mikä näkyy toiminnan suunnittelussa sekä strategisten painopisteiden ja tavoitteiden asetannassa.
- Johtaja tukee opettajien kehittymistä sekä teknologian pedagogisesti mielekkään opetuskäytön kehittämisestä.

Yhteisöllisten, oppimisen itsesäätelyä tukevien teknologiaperustaisten oppimisympäristöjen käyttö oppilaitoksissa voi olla merkittävä tulevaisuuden oppimisen taitojen kehittämisessä. Tulevaisuuden menestyjiä eivät ehkä olekaan he jotka tietävät eniten, vaan ne joilla on vahvat oppimisen itsesäätelyn taidot ja jotka pystyvät mukautumaan muuttuviin oppimisen tilanteisiin. Keskeistä on myös oppijan kyky ja halu toimia osana ryhmää. Ryhmässä ja verkostoissa rakentuva oppiminen ja osaamisen kehittäminen on tänä päivänä osa yhä useampaa opiskelu- ja työyhteisöä, ja yhä useammat teknologiset ja tieteelliset innovaatiot syntyvät ryhmän yhteisen ja päämäärätietoisen ponnistelun tuloksena. [Järvenoja ja Järvelä, 2006, s. 99]

Tulevaisuuden taitojen sisällyttäminen oppimistavoitteisiin edellyttää muutoksia opetuksen järjestämisessä sekä oppimisen ja opetuksen arvioinnissa. Oppilaitosten työskentelytapoihin vaikuttavat koulutuksen kansallinen, kunnallinen ja oppilaitoskohtainen hallinto, oppilaitoksen toimintakulttuuri, opettaja sekä oppijat. Kaikki toimijat täytyy huomioida haluttaessa muuttaa olemassa olevia opetuskäytäntöjä. Vaikka opetukseen vaikuttavia tahoja on useita, katsotaan kuitenkin opettajan olevan keskeisessä asemassa uusien taitojen edistämiseksi koulussa. Opettajan oma pedagoginen ajattelu vaikuttaa millaisia työskentelytapoja ja -välineitä hän opetukseensa valitsee. [Harju, 2014, s. 43]

Teknologian opetuskäytön tehostaminen ja lisääminen edellyttää, että lähtökohtana on rakenteellinen ja pedagoginen kehittäminen, digitaalisen oppimateriaalin saatavuus ja opettajien teknis-pedagoginen koulutus. Koulutuksessa täytyy keskittyä teknologiaa hyödyntäviin pedagogisiin innovaatioihin teknisen koulutuksen sijaan. Tosin teknisen osaamisen tasokin on varmistettava. Tulevaisuuden opettaja osaa käyttää teknologiaa tehokkaasti erilaisten oppijoiden kanssa erilaisissa oppimistilanteissa. Teknisten taitojen lisäksi tarvitaan pedagogista osaamista juuri teknologian mielekkääseen käyttöön. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 98]

Teknologian tehokas käyttö edellyttää siten myös opetuksen pedagogiikan kehittämistä. Huomiota tulisi erityisesti kiinnittää projektimuotoisten työtapojen lisäämiseen, opettajien työskentelyn muuttamiseen tiimityöksi ja oppilaiden aitojen vuorovaikutustilanteiden lisäämiseen. Oppilaitoksen kehityshankkeissa tulee huomioida koko toimintakulttuurin muutos. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 98]

Teknologia itsessään ei tuo mitään lisää oppimiseen. Tärkeitä ovat ne älylliset ja sosiaaliset toiminnot, joita oppijat teknologian avulla tekevät. Oppimisen kannalta on merkityksellistä koko oppimisympäristö eikä siis mikään yksittäinen tekijä. Lähtökohtana tulisikin olla ajatus siitä, mitä oppiminen ja laadukas ajattelu vaativat ja kuinka teknologia voi sitä tukea. [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011, s. 100]

4.2. Opetukseen vaikuttavat tulevaisuuden trendit

EU raportissaan opetukseen liittyvistä tulevaisuuden trendeistä tunnistaa kaksi suurta trendiä lähitulevaisuudessa: teknologian aikaansaama opettajan muuttuva rooli sekä sosiaalisen median vaikutukset. Muutaman vuoden sisällä tunnistetaan myös avoimien oppimateriaalien voimakas vaikutus opetukseen maailmanlaajuisesti. Eurooppalaisten koulujen haasteena nähdään oppijoiden digitaalisen osaamisen kasvattaminen. Tosin vaikeampana haasteena nähdään se, miten myös oppijat saataisiin mukaan opiskelun aktiiviseen suunnitteluun. [Euroopan komissio, 2014, s. 1]

EU on myös nimennyt teknologioita, jotka todennäköisesti vaikuttavat opetukseen lähitulevaisuudessa. Pilvipalveluiden sekä tablettitietokoneiden odotetaan tulevan oppilaitoksissa käyttöön enenevässä määrin hyvinkin pian. Niissä käytettyjä sovelluksia olisivat Googlen erilaiset opetussovellukset, Dropbox ja Skype. Seuraavana teknologiana opetuksessa olisivat erilaiset opetuspelit, joiden oletetaan yleistyvän muutaman lähivuoden kuluessa. Sen sijaan personoidun oppimisen sekä virtuaalilaboratorioiden odotetaan yleistyvän vasta noin neljän vuoden kuluessa. [Euroopan komissio, 2014, s. 1]

EU on määritellyt myös tulevaisuudessa tarvittavia taitoja. Vaikka oppimisen ei enää nähdä rajoittuvan oppilaitoksen seinien sisäpuolella tapahtuvaksi, on oppilaitoksella kuitenkin keskeinen rooli tulevaisuuden taitojen omaksumisessa. Tulevaisuuden taitoja kutsutaan avaintaidoiksi, ja niitä ovat

- viestintä äidinkielellä ja vierailta kielillä
- matemaattinen osaaminen ja perusosaaminen luonnontieteiden ja tekniikan aloilla
- digitaaliset taidot
- oppimistaidot
- sosiaalisuuteen ja kansalaisuuteen liittyvät taidot
- aloitekyky ja yrittäjäjyys
- tietoisuus kulttuurista ja kulttuurin ilmaisumuodot. [Harju, 2014, s. 37]

Tulevaisuuden taitoja voidaan opetuksessa edistää eri tavoin. Taulukossa 6 on esitelty miten tulevaisuuden taitoja voidaan edistää opetuksessa.

Taulukko 6. Tulevaisuuden taitojen edistäminen opetuksessa. [Harju, 2014, s. 45]

Tulevaisuuden taitojen edistäminen opetuksessa	
Oppilaslähtöinen pedagogiikka	<ul style="list-style-type: none"> • Projektioppiminen • Tiedonrakentelun tukeminen • Oppilaan itsesääätelyn tukeminen • Yksilöllisen oppimisen tuki • Viestintätaitojen edistäminen • Yhteistoiminnallisuuden tukeminen
Oppimisympäristöjen laajentaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Ongelmanratkaisun mahdollistaminen myös koulun ulkopuolella • Koulun ulkopuoliset asiantuntijat ja yhteistyö opetuksessa • Monikulttuurisuus
Tietotekniikan käyttö opetuksessa ja oppimisessa	<ul style="list-style-type: none"> • Pöytäkoneet ja kannettavat tietokoneet • Matkapuhelimat ja tablet-laitteet • Interaktiivinen esitystaulu • Digitaaliset tallennuslaitteet • Verkkopohjaiset oppimisalustat ja sosiaalisen median palvelut

4.4. Lopuksi

Selvityksessä löytyi useita tekijöitä jotka vaikuttavat laadukkaaseen opetuksen ja oppimisen digitalisaatioon. Vaikuttavia tekijöitä olivat oppilaitoksen johto, strateginen suunnittelu, toimintakulttuuri, opettajan ja oppijan tahto kehittyä. Oppimisprosessissa korostuvat tulevaisuudessa enemmän yksilöllinen tapa oppia sekä henkilökohtaiset oppimissuunnitelmat.

Matematiikan opetuksen täytyisi löytää jatkossa entistä enemmän yhteyksiä arkielämään, jotta matematiikan opiskelun mielekkyys säilyisi oppijan kannalta. Siten myös matematiikan opettajan täytyisi olla tietoinen yhteiskunnan tapahtumista ja tietotekniikan käytöstä. Erilaisia kokeiluja, oppijoiden aktivointia sekä osallistumisen mahdollisuutta matematiikan luomiseen toteuttava opettaja johdattaa oppijat kohti avoimempaa näkemystä matematiikan luonteesta. Teknologiaa voidaan hyödyntää matematiikan käsitteiden oppimisprosessissa erityisesti kun korostetaan aktiivista toimintaa.

Myös tietokonepeleillä voidaan tehostaa matematiikan oppimista. Jos tietokonepelin mekaniikka on integroitu opiskeltavaan matematiikkaan, oletettavasti voidaan kehittää matemaattista ajattelua matemaattisten taitojen lisäksi entistä paremmin. Pelien opetus-käytön haasteena on vielä matemaattista ajattelua kehittävien pelien työläs kehitys sekä niiden tarkoituksenmukainen integrointi opetustyöhön.

Selvityksessä kävi myös hyvin ilmi, että vaikka teknologia mahdollistaa uusia toimintatapoja opetuksessa, teknologian tehtävä on kuitenkin vain tukea oppimisprosessia. Todellinen muutos koskeekin tapaa oppia ja opettaa.

5. Viiteluettelo

[Arjen tietoyhteiskunta, 2010] Arjen tietoyhteiskunta. 2010. Kansallinen tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön suunnitelma. 2010. Arjen tietoyhteiskunnan ohjausryhmän väliraportti 29.1.2010. Luettu 15.6.2015. https://wiki.helsinki.fi/download/attachments/35241728/TVT_opetusk%C3%A4yt%C%B6n_suunnitelma.pdf

[Avoin oppikirja, 2015] Avoin oppikirja. Lukion matematiikka. Soveltavat kurssit. Talousmatematiikka. <http://avoinoppikirja.fi/mat-lukio>

[Barrow *et al.*, 2008] Barrow, L., Markman, L., Rouse, E. 2008. Technology's edge: The educational benefits of computer-aided instruction. National bureau of economic research. Cambridge. Luettu 11.6.2015. <http://www.nber.org/papers/w14240>

- [Devlin, 2011] Devlin, K. 2011. Mathematics Education for a New Era: Video Games as a Medium for Learning. CRC Press. Taylor & Francis Group. New York.
- [Downes, 2011] Downes, S. 2011 Elements of connectivism. Luettu 30.6.2015. <http://www.slideshare.net/Downes/elements-of-connectivism?related=1>
- [Erilaisen oppijoiden liitto 2015] Eri-laisten oppijoiden liitto 2015. Luettu 19.8.2015. <http://www.erilaistenoppijoidenliitto.fi>
- [European Commission, 2013] European Commission. 2013. Survey of Schools: ICT in Education. Benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools. Luettu 3.6.2015 <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/pillar-6-enhancing-digital-literacy-skills-and-inclusion>.
- [European Commission, 2014] European Commission. 2014. The NMC Horizon Report Europe: 2014 Schools Edition.
- [Franciosi, 2012] Franciosi, S. J. 2012. Transformational leadership for education in a digital culture. *Digital Culture & Education* 4(2), 234 – 247.
- [Haapasalo, 2007] Haapasalo, L. 2007. Adapting Mathematics Education to the Needs of ICT. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 1 (1). Luettu 19.08.2015 <https://php.radford.edu/~ejmt/ContentIndex.php#v1n1>
- [Harju, 2014] Harju, V., 2014. Tulevaisuuden taidot oppimisen lähtökohtana. Teoksessa Niemi, H. ja Multisilta J. (toim.) *Rajaton luokkahuone*. Juva: PS-kustannus, 36 - 49.
- [Helsingin kaupungin opetusvirasto ja Accenture, 2014] Helsingin kaupungin opetusvirasto ja Accenture. 2014. Digitalisaation kynnyksellä. Kohti tulevaisuuden lukiota – selvitys. Luettu 15.6.2015. <https://www.yumpu.com/fi/document/view/32360884/digitalisaation-kynnyksella-kohti-tulevaisuuden-lukiota-selvitys-23-10-2014>
- [Hirsjärvi *et al.*, 2008] Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2008. Tutki ja Kirjoita. Keuruu: Otava.
- [HSY, 2015] Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut. Matematiikka, fysiikka ja kemia. Luettu 20.08.2015. <https://www.hsy.fi/fi/opettajalle/sahkoisetoppimateriaalit/ylakoulut-jalukiot/Sivut/matematiikka-fysiikka-kemia.aspx>
- [Hurme *et al.*, 2013] Hurme, T-R., Nummenmaa, M., Lehtinen, E. 2013. Lukiolainen tieto- ja viestintätekniikan käyttäjänä. Opetushallitus, Raportit ja selvitykset 2013:11. Luettu 3.6.2015 http://www.oph.fi/download/152369_lukiolainen_tieto_ja_viestintatekniikan_kayttajana.pdf
- [Iiskala, T., Hurme T-R., 2006] Iiskala, T., Hurme T-R. 2006. Metakognitio teknologissa oppimisympäristöissä. Teoksessa Lehtinen E. (toim.) *Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö*. WSOY Oppimateriaalit Oy.
- [Ilomaki ja Lakkala 2006] Ilomaki, L., Lakkala, M. 2006. Tietokone opetuksessa: opettajan apu vai ongelma? Teoksessa Lehtinen E. (toim.) *Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö*. WSOY Oppimateriaalit Oy.

- [Jalava *et al.*, 2014] Jalava, T., Selkee, J., Torsell, K. 2014. Peruskoulujen ja lukioiden tietotekniikkakartoitus 2013. Kysely kunnille ja kuntayhtymille. Kuntaliitto.
- [JAMK, 2015] Jyväskylän Ammattikorkeakoulu: Oppimiskäsitteet. Luettu. 20.06.2015. <http://oppimateriaalit.jamk.fi/oppimiskasitykset/>
- [Järvenoja ja Järvelä, 2006] Järvenoja, H., Järvelä, S. 2006. Motivaation ja emootioiden säätely oppimisprosessin aikana. Teoksessa Lehtinen, E. (toim.) 2006. Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. WSOY Oppimateriaalit Oy.
- [Järvelä *et al.*, 2006] Järvelä, S., Häkkinen, P., Lehtinen, E. (toim.) 2006. Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. WSOY Oppimateriaalit Oy.
- [Kankaanranta, 2011] Kankaanranta, M. (toim.) 2011. Opetusteknologia koulun arjessa. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos.
- [Kauppila, 2003] Kauppila, R. 2003. Opi ja opeta tehokkaasti. Psykkinen valmennus oppimisen tukena. Juva: WSOY Oy.
- [Keltinkangas-Järvinen, 2015] Keltinkangas-Järvinen, L. 2015. Oppimisen legendat. Lääkärilehti. Luettu 12.9.2015. http://www.laakarilehti.fi/kommentti/index.html?opcode=show/news_id=16061/type=7
- [Kronqvist ja Kumpulainen, 2011] Kronqvist, E-L. ja Kumpulainen, K. 2011. Lapsuuden oppimisympäristöt. Eheä polku varhaiskasvatuksesta kouluun. Porvoo: WSOYPro
- [Kumpulainen ja Lipponen, 2010] Kumpulainen, K. ja Lipponen L. 2010. Koulu 3.0 - Kuinka teemme visiosta totta? Teoksessa Vähähyppä, K. (toim.) Koulu 3.0. Opetushallitus.
- [Kupari, 1997] Kupari, P. 1997. Mitä matematiikasta opitaan koulussa? Valtakunnallisten arviointitutkimusten tuloksia. Teoksessa Räsänen, P., Kupari, P., Ahonen, T., Malinen, P. (toim.) Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Yliopistopaino, ss. 216 - 235.
- [Kuuskorpi, 2012] Kuuskorpi, M. 2012. Tulevaisuuden fyysinen oppimisympäristö. Käyttäjälähtöinen muunneltava ja joustava opetustila. Turun yliopisto. Turku: PAINOSALAMA Oy
- [Lavonen *et al.*, 2014] Lavonen, J., Korhonen, T., Kukkonen, M., Sormunen, K. 2014. Innovatiivinen koulu. Teoksessa Niemi, H. ja Multisilta J. (toim.) Rajaton luokkahuone. Juva: PS-kustannus, ss. 86 - 113.
- [Lehtinen *et al.*, 2014] Lehtinen, E., Lehtinen, H., Brezovszky, B. 2014. Matematiikka pelissä. Teoksessa Krokfors, L., Kangas, M., Kopisto, K. (toim.) Oppiminen pelissä. Tampere: Vastapaino, ss. 38 - 55.
- [Leino, 1997] Leino, J. 1997. Konstruktivismi matematiikan opetuksessa. Teoksessa Räsänen, P., Kupari, P., Ahonen, T., Malinen, P. (toim.) Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Yliopistopaino, ss. 39 -51.
- [Leino, 2015] Leino, K. 2015. Teknologian käyttö koulussa ja kotona. PISA millä eväillä uuteen nousuun? PISA 2012 tutkimustuloksia.

- [Lindgren, 1997] Lindgren, S. 1997. Voidaanko matematiikan opiskelu asenteita muuttaa? Teoksessa Räsänen, P., Kupari, P., Ahonen, T., Malinen, P. (toim.) Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Yliopistopaino, ss. 301 - 315.
- [Mansikka ja Valtavaara, 2015] Mansikka, O. ja Valtavaara, M. 2015. Opettajilla on kelvottomat taidot tietotekniikassa. Helsingin Sanomat. Luettu 11.6.2015. <http://www.hs.fi/kotimaa/a1426483165129>
- [Meisalo *et al.*, 2000] Meisalo, V., Sutinen, E., Tarhio, E. 2000. Modernit oppimisympäristöt. Tietotekniikan käyttö opetuksen ja oppimisen tukena. Juva: WS-Bookwell Oy.
- [Mustonen, 2007] Mustonen, K. 2007. Määräysten ja ohjeiden välittäjästä koulun kehittäjäksi. Teoksessa Pennanen, A. (toim.) Koulun johtamisen avaimia. Juva: PS-kustannus, 53-72.
- [National Research Council, 2004] National Research Council, 2004. Miten opimme. Aivot, mieli, kokemus ja koulu. Juva: WS-Bookwell Oy.
- [Niemi ja Multisilta, 2014] Niemi, H. ja Multisilta, J. 2014. Koulu rajattomuuden keskellä ja Kansainvälinen jakamisen pedagogiikka. Teoksessa Niemi, H. ja Multisilta J. (toim.) Rajaton luokkahuone. Juva: PS-kustannus, 12-35 ja 50 - 64.
- [Niemi *et al.*, 2014] Niemi, H., Vahtivuori-Hänninen, S., Aarnio, A., Kynäslähti, H. 2014. Mikä muuttuu, kun teknologia tulee kouluun? Teoksessa Niemi, H. ja Multisilta J. (toim.) Rajaton luokkahuone. Juva: PS-kustannus, 65 - 83.
- [OKM, 2010] Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2010. Koulutuksen tietoyhteiskuntakehittäminen 2020. Parempaa laatua, tehokkaampaa yhteistyötä ja avoimempaa vuorovaikutusta (Utbildningens utvecklande i takt med och med hjälp av det omgivande informationssamhället 2020. Bättre kvalitet, effektivare samarbete och öppnare växelverkan) Luettu 15.6.2015. http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2010/Koulutuksen_tietoyhteiskuntakehittäminen_2020.html
- [OPH 2015] Opetushallitus, 2015. Etälukio. Pitkä matematiikka. Luettu 30.08.2015. http://www02.oph.fi/etalukio/pitka_matematiikka/kurssi8/maa8_teorial2.html
- [Pennanen, 2007] Pennanen, A. 2007. Koulun johtamisen muuttuva toimintaympäristö. Teoksessa Pennanen, A. (toim.) Koulun johtamisen avaimia. Juva: PS-kustannus, 73-96.
- [Pesonen, 2009] Pesonen, J. 2009. Peruskoulun johtaminen - aikansa ilmiö. Joensuun yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja 132. Savonlinnan opettajankoulutuslaitos. Joensuu: Joensuun yliopisto.
- [Piesanen *et al.*, 2008] Piesanen, E., Kiviniemi, U., Valkonen, S. 2008. Opettajankoulutuksen kehittämisohjelman seuranta ja arviointi. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto.
- [Piispanen, 2008] Piispanen, M. 2008. Hyvä oppimisympäristö. Oppilaiden, vanhempien ja opettajien hyvyyskäsitteiden kohtaaminen peruskoulussa. Jyväskylä yliopisto: Kokolan yliopistokeskus Chydenius.
- [Pirkkala 2007] PROSENTTILASKENTA. Matematiikkaa, jota mummot osaavat. Osaatko sinä? Luettu 29.08.2015. <http://ylaaste.pirkkala.fi/Intonen/hotpot/prosenti/>

- [Repo, 1997] Repo, S. 1997. Matemaattisen käsitteen konstruoiminen symbolilaskennan ohjelman avulla. Teoksessa Räsänen, P., Kupari, P., Ahonen, T., Malinen, P. (toim.) *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Jyväskylä: Yliopistopaino, ss. 316 - 335.
- [Sallasmaa *et al.*, 2011] Sallasmaa, P., Mannila, L., Peltomäki, M., Salakoski, T., Salme-la, P., Back, R.-J. Haasteet ja mahdollisuudet tietokonetuettussa matematiikan opetuksessa. Kankaanranta, M. (toim.) 2011. *Opetusteknologia koulun arjessa*. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos, ss. 127 - 138.
- [Shmakov ja Zimakov, 2008] Shmakov, P., Zimakov, N. Miten nostaa yläasteen oppilaitten kiinnostusta matematiikan sanallisia tehtäviä kohtaan? Esimerkkejä, neuvoja, analyysi. *Solmu* 1/2008. Luettu 29.08.2015. <http://matematiikkalehtisolmu.fi/2008/1/shmakov.pdf>
- [Tilastokeskus, 2014] Tilastokeskus. 2014. Puolet suomalaisista mukana yhteisöpalveluissa. Luettu 3.6.2015. http://www.stat.fi/til/sutivi/2014/sutivi_2014_2014-11-06_tie_001_fi.html
- [Tuomi ja Sarajärvi, 2009] Tuomi, J., Sarajärvi, A. 2009. *Laadullinen tutkimus ja sisälön analyysi*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- [Turun Yliopisto, 2013] Turun Yliopisto. 2013. Kouluissa huomioidaan heikosti nuorten vapaa-ajalla kartuttama IT-osaaminen. Luettu 11.6.2015. <http://www.utu.fi/fi/Ajankohtaista/Uutiset/Sivut/kouluissa-huomioidaan-heikosti-nuorten-vapaa-ajalla-kartuttama-it-osaaminen.aspx>
- [Veermans ja Tapola 2006, s. 71] Veermans, M., Tapola, A., 2006. Motivaatio ja kiinnostuneisuus. Teoksessa Lehtinen E. (toim.) *Oppimisen teoria ja teknologian opetus-käyttö*. WSOY Oppimateriaalit Oy.
- [Verkko-tutor, 2005] Verkko-tutor 2005. Oppaaksi ja tueksi oppimisen ja ohjaamisen poluilla ajasta ja paikasta riippumatta. TYT (Tampereen yliopiston täydennyskoulutus). Luettu 30.6.2015. <http://www15.uta.fi/arkisto/verkkotutor/>
- [Wikipedia, 2015] Desarguesin lause. Luettu 29.08.2015. https://fi.wikipedia.org/wiki/Desarguesin_lause
- [Wuolijoki ja Norlamo 2000, s. 90] Wuolijoki, H., Norlamo, P. 2000. *Tutkivaa matematiikkaa 2. Matemaattinen ongelmanratkaisu*. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- [Wuolijoki ja Norlamo 1996, s. 65] Wuolijoki, H., Norlamo, P. 1996. *Tutkivaa matematiikkaa 9. Lyhyen matematiikan kertaus*. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- [Ylilehto, 2013] Ylilehto, H. 2013. Tietotekniikan opetusikäyttö nostettava taantumasta kasvuun. Luettu 11.6.2015. http://www.opetushallitus.fi/ajankohtaista/spektri-lehti/102/0/tietotekniikan_opetuskaaytto_nostettava_taantumasta_kasvuun