

Tiedon luomiseen perustuvalla oppimisella rakennusalan tulevaisuuden osaajia?

Alpo Salmisto

Assistentti, DI
Tampereen teknillinen yliopisto,
Rakennustekniikka
alpo.salmisto@tut.fi

Artikkeli on läpikäynyt referee -menettelyn

Tiivistelmä

Artikkelissa tarkastellaan rakennustekniikan yliopistokoulutuksen kehitystarpeita ja rakennusalan tulevaisuuden osaamistarpeita tutkivan oppimisen ja opetusmenetelmien kehittämisen näkökulmasta. Artikkelin on kirjallisuuskatsaus, jossa aineistona on rakennustekniikan yliopisto-opetuksesta ja alan osaamistarpeista julkaistuja referee-artikkeleita sekä yleisemmin elinkeinoelämän ja teknillisen korkeakoulutuksen kehittämistä ja osaamistarpeita määrittäviä julkaisuja. Aineistoa analysoidaan tutkivan oppimisen ja

yleisten oppimiskäsitysten pohjalta. Opetusmenetelmällinen lähestymistapa valittiin tutkimuksen näkökulmaksi, koska tekniikan korkeakoulutuksen keskeisimmät kehitystarpeet liittyvät opetusmenetelmien kehittämiseen ja opiskelijalähtöisyyteen, eivät niinkään oppisisältöihin. Rakennusalan keskeisimmät osaamistarpeet, joita nykyinen tekniikan korkeakoulutus ei riittävästi tue, ovat poikkitieteellisyys, yhteistoiminnallisuus- ja ryhmätyötaidot, oppimiseen ja metakognitiivisiin taitoihin liittyvä osaaminen sekä rakennusinsinöörin ammatillinen osaaminen. Tutkiva oppiminen tukee näitä osaamistar-

peita sekä edistää myös asiasisältöjen oppimista. Kirjallisuuskatsauksen tuloksia voidaan hyödyntää rakennusalan yliopisto-opetuksen kehittämisessä sekä tekniikan alan opetuksen kehittämiseen liittyvän tutkimuksen suuntaamisessa.

Avainsanat: *rakennusalan yliopistokoulutus, osaamistarpeet, koulutuksen kehittäminen, tiedon luominen, tutkiva oppiminen*

Abstract

The article examines the development needs of the construction higher education and the future skill needs of the construction sector. The approach of the article is based on the progressive inquiry learning and the development of teaching methods. The article is a literature review. The material consists of peer-reviewed articles from the construction higher education and the skill needs of the industry. In addition the material consists of the reports about the future skills of the engineers and development of engineering higher education in

general. The future competencies of the engineers are analysed based on the progressive inquiry learning and general learning approaches. The teaching method approach was selected, because the most essential development needs of the engineering higher education are in teaching methods and student-centred point of view, not in the contents of education. Key competencies in the field of construction, which current higher education doesn't support enough, are related to the interdisciplinary, collaboration and group work skills and meta-cognitive knowledge and learning skills. Progressive inquiry learning improves these competencies and develops also learning of the contents. The results of the literature review can be used in developing the construction higher education and in directing teaching related research in the field of technology.

Keywords: *construction higher education, competencies, education development, knowledge creation, inquiry learning*

Johdanto

Rakennusala on merkittävä toimiala ja kouluttaja Suomessa. Rakennettu ympäristö muodostaa 73 prosenttia Suomen kansallisvarallisuudesta. Rakennetulla ympäristöllä ja sitä kautta rakennusalan ammattilaisilla on merkittävä rooli yhteiskunnan kehityksessä, esimerkiksi kestävä yhteiskunnan rakentamisessa ja toimintaprosessien kehittämisessä. Yhteiskunnan muutos on asettanut kaikille aloille uusia osaamistarpeita. Rakennusallalla ja yleisesti tekniikan alalla on tun-

nistettu näitä osaamistarpeita, joita alan ammattilaisilta vaaditaan. Muuttuvat osaamistarpeet asettavat kehitystarpeita myös alan koulutukselle. Vaikka uusia osaamistarpeita on tunnistettu, ei koulutusta ole pystytty kehittämään riittävässä määrin vastaamaan muuttuneisiin tarpeisiin.

Tämä artikkeli on kirjallisuuskatsaus, jossa jäsennetään rakennustekniikan yliopisto-opetuksen kehittämistä opetusmenetelmällisestä näkökulmasta. Artikkelin alussa esitellään tutkimuksen tausta ja asetetaan tutkimuskysymykset ja tavoitteet. Tämän jälkeen kuvataan kir-

jallisuus katsauksen toteutus. Seuraavaksi tarkastellaan rakennustekniikan yliopisto-opetuksen kehitystarpeita sekä rakennustekniikan diplomi-insinöörin osaamistarpeita. Tämän jälkeen tarkastellaan koulutuksen kehitystarpeita ja tulevaisuuden osaamistarpeita tutkivaan oppimiseen ja tiedon luomiseen perustuvan opetusfilosofian näkökulmasta. Lopuksi tehdään synteesi ja analysoidaan tukevatko tutkivaan oppimiseen perustuvat opetusmenetelmät rakennusalan yliopisto-opiskelijoiden kehittymistä tulevaisuuden ammattilaisiksi.

Vuosina 2006-2008 Tekniikan Akateemisten Liitto TEK toteutti yhdessä sidosryhmiensä kanssa teknillisen korkeakoulutuksen kansallisen visio- ja strategiprojektin. Projektin tulosten mukaan osaamistarpeiden ennakoinnissa ja ennakointitiedon kytkemisessä koulutuksen kehittämiseen on parannettavaa tekniikan alan korkeakoulutuksessa (Altt & Korhonen-Yrjänheikki, 2008). Kaiken tekniikan yliopistokoulutuksen kehittämisen lähtökohtana tulisi olla opiskelijakeskeisyys ja keskeisimpiä kehitystarpeita ovat opetussuunnitelmien ja opetusmenetelmien kehittäminen opiskelijoiden ajattelun kehittymistä tukeviksi (Mielityinen, 2009; Takala, 2009). Teknisten alojen yliopistokoulutusta on usein kritisoitu luentopainotteisuudesta ja sisältökeskeisestä lähestymistavasta. Sisällöllisesti tekniikan yliopistokoulutusta pidetään pääosin onnistuneena. Korhonen-Yrjänheikin (2011) mukaan tarkasti määritellyillä oppisisällöillä ei ole niin suurta vaikutusta oppimiseen kuin oppimisympäristöllä. Oppimisympäristön tulisi tukea nykyistä paremmin tiedon välittämistä ja avoimuutta sekä kannustaa avoimeen keskusteluun ja riskottoon.

Nevgi ym. (2009) mukaan kovilla tieteen aloilla, joihin tekniikan ala ja rakennustekniikka voidaan lukea, opetus painottuu tietosisältöjen välittämiseen ja on opettajakeskeisempää kuin pehmeillä tieteenaloilla. Pehmeillä tieteenaloilla opetukseen suhtaudutaan opiskelijälähtöisemmin ja oppimisessa pyritään käsitteelliseen muutokseen. Muutkin tutkijat ovat saaneet samansuuntaisia tuloksia kovien ja pehmeiden tieteenalojen välisistä eroista opetuksellisissa lähestymistavoissa (ks. esim. Lueddeke, 2003). Käsitteellistä muutosta pidetään yleisesti merkityksellisenä oppimisessä (mm. Vosniadou, 1994; Tynjälä, 1999; Hakkarainen ym., 1999). Perinteinen kouluoppiminen kuitenkin harvoin tukee sitä (Hakkarainen ym., 1999). Käsitteellinen muutos on keskeinen tavoite opiskelijälähtöisessä opetuksessa, jossa opiskelijat itse määrittelevät oppimisprosesseja ja sisältöjä (Kember, 1997). Tekniikan opetuksen tulisi muuttua opiskelijakeskeisempään ja oppimislähtöisempään suuntaan. Tässä opetusmenetelmien kehittäminen on keskeisessä asemassa. Reyes & Calvezin (2011) mukaan rakennusalan koulutuksen muuttamisessa opiskelijakeskeisemmäksi on opettajilla merkittävä rooli. Opettajien tulee pystyä luomaan edellytykset opiskelijälähtöisempään oppimiseen. Pedagogiikka ei kuitenkaan kuulu insinöritieteiden vahvuuksiin (Korhonen-Yrjänheikki, 2011). Usein rakennustekniikan yliopisto-opetuksen tarjoajilla onkin puutteellinen käsitys siitä miten ihminen oppii (Bernold, 2005). Näiden seikkojen vuoksi opetusmenetelmällinen lähestymistapa tekniikan alan yliopisto-opetuksen kehittämiseen on merkityksellinen.

Tutkivasta oppimisesta on esitetty useita malleja ja käyty keskustelua mitä

tutkiva oppiminen on (ks. Anderson ym., 2011). Tässä artikkelissa keskitytään Suomessa tunnetuksi tulleeteseen tutkivan oppimisen malliin, jonka Hakkarainen kollegoineen on kehittänyt (Hakkarainen, 1998; Hakkarainen ym., 2004; Muukkonen ym., 1999). Se koostuu seuraavista osista; kontekstin luominen, jaettu asiantuntijuus, tutkimuskysymysten asettaminen, työskentelyteorioiden luominen, kriittinen arviointi,

Tutkivan oppimisen tarkoituksena on tukea asiantuntijalle tyypillistä tiedonhankintaa.

uuden tiedon etsiminen, uusien kysymysten asettaminen ja uusien työskentelyteorioiden luominen. Tutkiva oppiminen on pedagoginen malli, jossa oppimisprosessia tarkastellaan oppimisen ja tiedonrakentelun välisenä vuorovaikutuksena. Mallin perustana on tiedonrakentamisen teoria (ks. Scardamalia & Bereiter, 1994). Tutkivan oppimisen tarkoituksena on tukea asiantuntijalle tyypillistä tiedonhankintaa. Se korostaa oppijan aktiivisuuden ja yhteistyön vaikutusta tutkimuksen suuntaamiseen. Keskeistä on muun muassa tavoitteiden asettaminen, kyseleminen, asioiden selittäminen ja itsearviointi. Tutkivassa oppimisessa tiedon luomiselle on olennaista kysymysten asettelu ja seuraaminen.

Tutkiva oppiminen perustuu sosiokonstruktivistiseen oppimiskäsitykseen. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on aktiivista tiedon rakentamista, joka perustuu yksilön aikaisempaan tietoon ja kokemuksiin (Jääskelä & Böök, 2010). Sosiokonstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen ja tiedon rakentaminen tapahtuvat sosiaalisten ja yksilöllisten prosessien vuorovaikutuksessa (Pallinscar, 1998).

Tutkiva oppiminen valittiin tutkimuksen opetusmenetelmälliseksi lähtökohdaksi, koska menetelmän on todettu vastaavan nykyaikaisia oppimiskäsityksiä ja harjoittavan yleisesti tietoyhteiskunnassa vaadittavia taitoja, kuten oman ajattelun ja tiedon säätelytaitoja (ks. Hakkarainen ym., 1999). Teknillisen korkeakoulutuksen kansallisen visio- ja strategiaprojektin tulosten mukaan yleisesti tekniikan alan tulevaisuuden osaamistarpeita, joihin nykyinen koulutus ei riittävästi vastaa, ovat jaettu asiantuntijuus ja avointen ongelmien määrittäminen ja ratkaiseminen (Mielityinen, 2009), jotka ovat keskeisiä osia tutkivassa oppimisessa. Lisäksi tutkivaan lähestymistapaan perustuvia opetusmenetelmiä on käytetty vähän rakennusalan yliopistokoulutuksessa. Rakennusalan yliopistokoulutuksessa on käytetty aktivoivia menetelmiä, mutta ne ovat perustuneet pääosin perinteiseen projektioppimiseen tai case-pohjaiseen opetukseen. Hakkarainen ym. (2005) mukaan tutkiva oppiminen eroaa perinteisestä projektioppimisesta erityisesti kysymysten asettelussa. Perinteisessä projektioppimisessa tehtävä ja ongelma on valmiiksi annettu, eikä opiskelijoita erityisesti ohjata tunnistamaan tutkimusongelmia. Usein projektioppimisessa arvostetaan hienoja lopputuotteita

enemmän kuin syvällistä oppimista.

Tutkivassa oppimisessa on samoja piirteitä kuin yliopisto-opetuksessa, myös rakennustekniikan koulutuksessa (ks. esim. Aalborg University, 2010), laajemmalle levinneessä ongelmalähtöisessä opetuksessa. Molemmat ovat opiskelijälähtöisiä menetelmiä, jotka perustuvat opiskelijoiden aktiiviseen työskentelyyn. Oleellinen ero näiden menetelmien välillä on lähtötilanne. Ongelmalähtöisessä opetuksessa oppimisen käynnistäjänä on alan autenttiset käytännöstä nousevat ongelmat, joita opiskelijat ratkovat ryhmätyöskentelyn kautta (Poikela, 2003). Tutkivassa oppimisessä lähtökohtana on annettu aihepiiri, jonka pohjalta opiskelijat itse määrittelevät aihealueeseen liittyviä ongelmia (Hakkarainen, 2004). Itse ongelmanratkaisuprosessit ovat samankaltaisia. Molemmat menetelmät ovat syklisiä. Niissä lähdetään liikkeelle opiskelijoiden pohjatiedoista ja ennakkokäsityksistä. Oppiminen tapahtuu opiskelijoiden oman työskentelyn ja tiedonrakentamisen kautta, jolloin opiskelijat muodostavat uusia kehittyneitä käsityksiä opiskeltavista asioista.

Tutkivan oppimisen kokeiluja ja niihin liittyviä tutkimuksia on tehty Suomen yliopistoissa 1990-luvun lopulta saakka (ks. mm. Muukkonen ym., 1999; Lakkala ym., 2005; Lakkala ym., 2008; Muukkonen ym., 2010). Usein yliopisto-opetuksessa tehdyissä tutkivan oppimisen käytännön kokeiluissa on keskeisenä elementtinä ollut uuden tiedon yhteisöllisen tiedon rakentamisen prosessiin liittyvän virtuaalisen alustan tai ohjelmiston kehittäminen ja sen kokeilu (ks. mm. Pöldoja ym., 2006). Muukkonen ym. (2005) ovat verranneet tutkivan oppimisen prosesseja teknologiaa hyö-

dyntäen ja ilman teknologiaa toteutuilla kursseilla. Hakkaraisen (2004) mukaan tutkiva oppiminen on ennen kaikkea pedagoginen malli. Vaikka sen kehittämisen lähtökohtana on ollut kehittyneen tieto- ja viestintätekniiikan hyödyntäminen oppimisprosessissa, ei tekniikka ole keskeisin osa vaan ainoastaan väline toteuttaa yhteisöllistä oppimista (ks. Scardamalia & Bereiter, 1994) ja jaettua asiantuntijuutta.

Artikkelin päätavoitteina on kirjallisuuteen perustuen:

1. määrittää rakennusalan tulevaisuuden osaamistarpeita, joita nykyinen rakennusalan yliopistokoulutus ei tue riittävästi,
2. kuvata tekniikan alan, erityisesti rakennustekniikan, yliopistokoulutuksen keskeisimmät kehitystarpeet,
3. analysoida tukevatko tiedon luomiseen perustuvat opetusmenetelmät opiskelijoiden kehittymistä rakennusalan tulevaisuuden osaajiksi,
4. tehdä synteesi rakennustekniikan tulevaisuuden osaamistarpeiden ja tutkivan oppimisen välisestä yhteydestä.

Artikkelissa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitkä ovat ne osaamistarpeet, joita rakennusalan nykyinen yliopistokoulutus ei riittävästi tue?
2. Voidaanko tutkivalla oppimisella tukea näiden taitojen oppimista ja rakennustekniikan yliopisto-opiskelijoiden kasvua tulevaisuuden ammattilaisiksi?

Kirjallisuuskatsauksen toteutus

Tutkimuksessa tehtiin kirjallisuuskatsaus rakennusalan osaamistarpeita ja rakennusalan yliopistokoulutuksen opetusmenetelmien kehittämistä käsittelevistä tieteellisistä referree-artikkeleista. Tutkimus toteutettiin pääosin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen (ks. Salminen, 2011) mukaisesti soveltaen Finkin (2005) esittämää mallia kirjallisuuskatsauksen etenemisestä. Katsauksessa on piirteitä myös integroivasta kirjallisuuskatsauksesta (ks. Salminen, 2011), joka on menetelmällisesti lähellä systemaattista katsausta. Integroiva kirjallisuuskatsaus sallii aineistona myös erilaisin metodein tehdyt tutkimukset ja erilaiset aineistotyypit.

Tekniikan, erityisesti rakennusalan, yliopistokoulutusta käsitteleviä artikkeleita haettiin American Society of Civil Engineering -portaalista, joka sisältää 33 tekniikan alan tiedelehteä, European Journal of Engineering Education tiedelehdestä sekä Nelli-portaalista rakennustekniikan julkaisuista; Emerald Journals, Science Direct ja Sage Premier -tietokannoista. Hakusanoina käytettiin yhdistelmiä termeistä 'education', 'teaching method', 'construction', 'civil engineering', 'professional development' ja 'competency' (ks. taulukko 1). Hakusanoina käytettiin laajoja ja yleisiä termejä, koska haluttiin varmistua, että mahdollisimman moni viime vuosina julkaistuista rakennustekniikan yliopistokoulutusta käsittelevistä artikkeleista sisältyy hakuihin. Hakujen laajuuden vuoksi

Taulukko 1. Aineistohaut tekniikan alan tietokantoihin.

Haku tietokanta	Hakusanat	Hakukentät	Vuosirajaus	Tulosten lkm
ASCE, American Society of Civil Engineering, journals	education + construction	subject headings	2000-2012	155
	education + civil engineering	subject headings	2000-2012	41
	teaching method + construction	all text fields	2010-2012	12
	teaching method + civil engineering	all text fields	2010-2012	18
	professional development + construction	all text fields	2010-2012	74
	professional development + civil engineering	all text fields	2010-2012	53
	competency + construction	all text fields	2010-2012	8
competency + civil engineering	all text fields	2010-2012	6	
European Journal of Engineering Education	civil engineering	abstract	2000-2012	27
	construction	abstract	2000-2012	34
	competency	abstract	2000-2012	34
	professional development	abstract	2000-2012	64
Nelli-portaali, tietokannat Emerald Journals, Science Direct ja Sage Premier	education + construction	sana- ja aiiehaku	-	54
	education + civil engineering	sana- ja aiiehaku	-	8
	competency + construction	sana- ja aiiehaku	-	8
	competency + civil engineering	sana- ja aiiehaku	-	0
	professional development + construction	sana- ja aiiehaku	-	5
	professional development + civil engineering	sana- ja aiiehaku	-	0

suuri osa löydetystä aineistosta jätettiin tarkastelun ulkopuolelle artikkelin otsikon perusteella. Tämän jälkeen artikkelien tiivistelmien perusteella 52 artikkelia valittiin tarkemman analyysin kohteeksi. Artikkelien otsikoiden ja tiivistelmien perusteella tehty aineistovalinta perustuu tutkijan näkemykseen ja päätelyyn siitä, minkälaisella aineistolla voidaan vastata asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Valintakriteereinä olivat, että artikkelin tuli liittyä yliopistotasoiseen koulutukseen sekä insinöörien osaamistarpeisiin, rakennusalan koulutuksen kehitystarpeisiin tai aktivoivien opetusmenetelmien soveltamiseen rakennusalan koulutuksessa. Artikkelien valinnassa painotettiin vuoden 2006 jälkeisiä julkaisuja. Hakujen ulkopuolelta aineistoksi valittiin yksi tutkivaa oppimista rakennusalan koulutuksessa käsittelevä konferenssiartikkeli.

Katsauksessa on mukana myös Kati Korhonen-Yrjänheikin (2011) teknisen alan yliopistokoulutuksen kehitystarpeita Suomessa määrittelevä väitöskirja, Tekniikan Akateemisten Liiton (ks. Mielityinen, 2009; Takala, 2009; Altt & Korhonen-Yrjänheikki, 2008) ja American Society of Civil Engineering (2007) tekemät selvitykset insinöörin tulevaisuuden osaamistarpeista sekä rakennusalan osaamistarpeita Suomessa määrittävä Opetushallituksen (2011) raportti, Elinkeinoelämän keskusliiton (2011) tekemä selvitys ja Teknologiateollisuus ry:n (Meristö ym., 2008) tekemä selvitys.

Aineiston analysointi aloitettiin luokittelemalla artikkelit järjestykseen, jonka mukaisesti analyysi toteutettiin. Artikkelien sisällönanalyysi tehtiin taulukoimalla tutkimusten päätulokset ja tulosten pohjalta esitetyt johtopäätökset sekä muut artikkelissa esiintyneet

osaamistarpeisiin ja koulutuksen kehitystarpeisiin liittyvät näkökulmat. Näiden pohjalta ryhmittelemällä ja luokittelemalla muodostettiin neljä pääluokkaa osaamistarpeista, joiden kehittymistä nykyinen rakennusalan yliopistokoulutus ei tue riittävästi. Määriteltyjä osaamistarpeita tarkastellaan rakennustekniikan aktivoivien opetusmenetelmiin liittyvien tutkimusten sekä nykyisten oppimiskäsitysten, erityisesti tutkivan oppimisen ja tiedon luomiseen perustuvan opetusfilosofian näkökulmasta.

Kun noin 40 artikkelia oli analysoitu, todettiin samojen asioiden toistuvan artikkeleissa, eikä uusia näkökulmia enää tullut esille yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta. Koska viimeisten artikkelien analyysissä ei tullut uusia merkittäviä trendejä esille, ei laajemman aineiston analyysia nähty tarpeelliseksi. Näin ollen tutkimuksessa käytetty teknisten alojen koulutukseen liittyvä aineisto koostuu 42 artikkelista, seitsemästä osaamistarveraportista ja yhdestä väitöskirjasta. Tutkivaan oppimiseen ja yleisesti oppimiseen ja opetusmenetelmiin sekä ammatilliseen osaamiseen liittyvä kirjallisuus valittiin ensinnäkin tutkivaan oppimiseen liittyvien näkökulmien pohjalta sekä rakennusalan yliopistokoulutukseen liittyvässä kirjallisuuskatsauksessa esille nousseiden teemojen mukaan.

Rakennusalan osaamistarpeet, joita nykyinen yliopistokoulutus ei tue riittävästi

Artikkelien analyysissa määritettiin neljä osaamistarpeiden pääluokkaa, joita nykyinen rakennusalan yliopistokoulutus ei riittävästi tue:

1. Poikkitieteelliset ryhmätyötaidot
2. Oppimistaidot
3. Ammatilliset taidot
4. Kestävään rakentamiseen liittyvä osaaminen.

Merkittävin luokka on poikkitieteelliset ryhmätyötaidot. Useassa artikkelissa korostetaan yhteistyö-, ryhmätyö- ja kommunikointitaitoja (ks. Christodoulou, 2004; Hattum-Janssen & Lourenco, 2008; Haselbach & Maher, 2008; Ahern, 2010; Bhandari ym., 2011; Dederichs ym., 2011; Gavin, 2011; Male ym., 2011; Ramirez ym., 2011; Reyes & Galvez, 2011; Schexnayder & Anderson, 2011; Shen & Jensen, 2011; Grau ym., 2012; Korkmaz, 2012). Poikkitieteellisyys ja monialaisuus korostuvat myös monessa artikkelissa (ks. Chan ym., 2002; Bhandari ym., 2011; Dederichs ym., 2011; Male ym., 2011; Ramirez ym., 2011; Reyes & Galvez, 2011; Tatum, 2011; Goggins, 2012; Grau ym., 2012; Korkmaz, 2012). Poikkitieteellinen osaaminen vaatii taitoa työskennellä eri alojen ammattilaisten kanssa sekä näkemystä, miten eri alojen näkökulmat liittyvät toisiinsa. Rakennusinsinöörien työ vaikuttaa laajasti yhteiskuntaan ja alan ammattilaisten tulee huomioida mm. poliittiset (ks. Chinowsky ym., 2006; Wang ym., 2010), taloudelliset (ks. Chinowsky ym., 2006) ja kulttuuriset (ks. Christodoulou, 2004; Jaeger & Adair,

2010; Wang ym., 2010) ulottuvuudet. Myös kansainvälinen yhteistyö kuuluu rakennusinsinöörien osaamistarpeisiin (ks. Wang ym., 2010; Soibelman ym., 2011).

Toinen pääosaamistarve, johon nykyinen koulutus ei vastaa, ovat oppimiseen liittyvät taidot. Oppimistaitojen pääluokkaan kuuluu artikkeleissa korostetuista asioista elinikäisen oppimisen, jatkuvan kehittymisen ja ammattitaidon ylläpidon taidot (ks. Chan ym., 2002; Ribeiro & Mizukami, 2005; Wall & Ahmed, 2008; Hattum-Janssen & Lourenco, 2008; Ahern, 2010; Tatum, 2011), kriittisen ja analyttisen ajattelun taidot (ks. Clark, 2011; Shen & Jensen, 2011), monimutkaisten ongelmien ratkaisutaidot (ks. Shen & Jensen, 2011), opiskelijan oman ajankäytönhallintataidot (ks. Bernold, 2007; Shen & Jensen, 2011) sekä kognitiiviset taidot kuten itesesäätely- ja itsensä johtamistaidot (ks. Chan ym., 2002; Bernold, 2005; Ribeiro & Mizukami, 2005; Bernold, 2007; Male ym., 2011; Schexnayder & Anderson, 2011; Ahn ym., 2012).

Kolmas osaamistarpeiden pääluokka on rakennusinsinöörien tarvitsemat ammatilliset taidot, jotka jäävät usein tekniseen osaamiseen keskittyvien opetusohjelmien ulkopuolelle. Keskeisiä ammatillisia taitoja ovat projektinhallintaosaaminen (ks. mm. Tatum, 2011; Grau ym., 2012) ja rakennusprojektien kompleksisuuden ymmärtäminen (ks. Chan ym., 2002; Haselbach & Maher, 2008; Gavin, 2011; Schexnayder & Anderson, 2011). Projektinhallinnassa korostuvat myös ihmisten johtamistaidot ja sosiaalinen ulottuvuus (ks. Jaeger & Adair, 2010; Zhang ym., 2012), jotka jäävät usein teknisen projektinhallinnan varjoon. Muita esille tulleita ammatillisen

osaamisen osa-alueita ovat mm. teorioiden käytäntöön soveltamistaito (ks. Goggins, 2012; Soibelman ym., 2011; Tatum, 2011), it-osaaminen ja uuden teknologian käyttöönotto-aidot (ks. Chan ym., 2002; Christodoulou, 2004; Wall & Ahmed, 2008; Ramirez ym., 2011) sekä luovuus- ja innovaatio-osaaminen (ks. MacLeod, 2010; Clark, 2011). Myös yhteistyö- ja poikkitieteellinen osaaminen ovat osa insinöörien ammatillisia taitoja. Ne luokiteltiin kuitenkin omaksi pääluokaksi, koska ne korostuivat voimakkaasti omana kategorianaan.

Neljäs pääluokka on kestävään rakentamiseen liittyvä osaaminen (ks. Murray & Cotgrave, 2007; Bhandari ym., 2011; Reyes & Galvez, 2011; Schexnayder & Anderson, 2011; Tatum, 2011; Korkmaz, 2012). Kestävä rakentaminen on ainoa sisältölähtöinen näkökulma, joka nousi esille. Se on läheisesti yhteydessä muihin osaamistarpeiden pääluokkiin, koska kestävä rakentaminen lisää poikkitieteellisen osaamisen tarvetta, vaatii insinööreiltä uusien taitojen oppimista sekä tekee rakennusprojekteista kompleksisempia ja vaikeammin hallittavia kokonaisuuksia.

Rakennusalan yliopistokoulutuksen kehitystarpeet

Useissa viime vuosina julkaistuisa rakennusalan koulutusta koskevissa artikkeleissa on korostettu monitieteisen osaamisen ja yhteistyötaitojen merkitystä. Yhteistyö rakennusprojekteissa on haastavaa. Osapuolia on paljon ja jokainen rakennushanke on jossain määrin ainutlaatuinen, uniikki projekti. Osapuolten määrä on tulevaisuudessa pikemminkin

kasvamassa kuin vähenemässä. Esimerkiksi suunnittelijoiden määrä on projekteissa viime vuosina kasvanut, koska yhä useammin suunnitteluun osallistuu eri alojen ammattilaisia. Tämä vaatii työntekijöitä, joilla on kokemusta yhteistyöstä monialaisissa ryhmissä (Dede-

Kestävä rakentaminen lisää poikki- tieteellisen osaamisen tarvetta.

richs ym., 2011). Male ym. (2011) mukaan kommunikointitaidot sekä työskentely monialaisissa ryhmissä ovat insinööriksi valmistuvien tärkeimpiä geneerisiä taitoja. Yhteistyötaitot ovat tärkeä rakennusinsinöörin osaamisalue riippumatta missä roolissa työskentelee (ks. Shen & Jensen, 2011). Yhteistyötaitojen merkitys korostuu kestävässä rakentamisen projekteissa, jotka ovat kompleksisempia kuin tavalliset rakennushankkeet (Korkmaz, 2012). Kestävä rakentaminen vaatii uudenlaista osaamista ja lähestymistapaa, jossa korostuvat myös sosiaaliset, ekonomiset ja ympäristönäkökulmat perinteisten aikataulun, kustannusten ja laadun hallinnan lisäksi (Murray & Cotgrave, 2007).

Myös Suomessa tehdyissä tekniikan (Mielityinen, 2009; Takala, 2009; Korhonen-Yrjänheikki, 2011), rakennusalan (Opetushallitus, 2011) ja yleisesti elinkeinoelämän (Elinkeinoelämän keskus-

liitto, 2011) tulevaisuuden osaamis- ja koulutustarpeita määrittelevissä tutkimushankkeissa ja selvityksissä korostetaan poikkitieteellistä osaamista ja monialaisen ryhmätyöskentelyn merkitystä sekä oppimisessa että tulevaisuudessa vaadittavassa osaamisessa. Korhonen-Yrjänheikin (2011) mukaan tulevaisuudessa insinööri tarvitsee työelämässä yhä parempia valmiuksia yhteisölliseen oppimiseen ja jaettuun asiantuntijuuteen. Insinööriopiskelijoita on perinteisesti koulutettu tietyn spesifin alan ongelmanratkaisijoiksi, jolloin yhteistoiminnallinen oppiminen voi olla heille vaikeaa (Korkmaz, 2012).

Korhonen-Yrjänheikin (2011) mukaan insinöörikoulutuksessa tulisi keskittyä luovan kriittisen ajattelun aktivointiin kompleksisten ongelmien määrittelyssä ja analysoinnissa. Tämä vaatii monialaista lähestymistapaa, joka on erityisen tärkeää kestävän kehityksen näkökulmasta, koska se on luonteeltaan kompleksista ja monialaista. Kokonaisuudessaan tekniikan yliopisto-opetus on suurelta osin oppiainekohtaista, jolloin poikkitieteellistä ryhmätyöskentelyä on vaikea toteuttaa. MacLeodin (2010) mukaan opetussuunnitelman eri aihealueiden väliseen synergiaan ei kiinnitetä riittävästi huomiota. Opiskelussa ja työelämässä tarvittavat rakennusalan teorit voivat olla opiskelijoilla pääosin hallussa, mutta niiden soveltaminen ja käyttäminen yhteistyötä vaativissa projekteissa voi olla puutteellista (Soibelman ym., 2011). Teorian ja käytännön insinööritaitojen yhteensovittamisessa on kehitettävää. Teoriapainotteinen opetus ei tue riittävästi ymmärryksen kehittymistä (MacLeod, 2010). Erityislahjakkuuksia ei myöskään huomioida riittävästi tekniikan korkeakoulutuksessa (Korhonen-Yrjänheikki, 2011).

Ahn ym. (2012) ovat määritelleet 14 pääosaamisvaatimusta rakennustekniikan valmistuville ja luokitelleet ne neljään luokkaan; yleinen, affektiivinen, kognitiivinen ja tekninen osaaminen. USA:ssa rakennusliikkeille (n=100) tehdyn kyselyn perusteella affektiivinen osaaminen on tärkein osaamisalue, jota valmistuvalta vaaditaan. Affektiivinen

Affektiiviseen osaamiseen kuuluu sosiaalinen ja emotionaalinen kyvykkyys.

osaaminen sisälsi muun muassa ihmisten johtamis-, yhteistyö- ja ihmissuhdetaitoja. Yleisesti affektiiviseen osaamiseen kuuluu sosiaalinen ja emotionaalinen kyvykkyys, joka ihmisten johtamisessa näkyy johtamisen tunneälynä ja emotionaalisenä johtamisena (ks. Nokelainen & Ruohotie, 2006). Tunneäly ja sosiaaliset taidot ovat merkittäviä rakennusprojektin johtajan taitoja (Zhang ym., 2012). Myös persoonallisuuden piirteet ja motivationaaliset ominaisuudet kuuluvat affektiiviseen ulottuvuuteen (Ruohotie, 2005). Rakennusalan koulutuksessa keskitytään liian vähän sosiaaliseen osaamiseen (Bhandari ym., 2011; Zhang ym., 2012), vaikka se on esimerkiksi projektin johtajien keskeistä osaamisaluetta. Sosiaalinen osaaminen liittyy läheisesti myös yhteistyötaitoihin ja poikkitieteellisyteen.

Ahn ym. (2012) tutkimuksessa rakennusliikkeet pitivät kognitiivista osaamista lähes yhtä tärkeänä kuin affektiivista osaamista. Hakkarainen ym. (1999) korostavat metakognitiivisten tietojen ja taitojen, eli oman ajattelu- ja oppimisprosessin säätelytaitojen, merkitystä nykyisen tietoyhteiskunnan osaamistarpeina. Nopeasti muuttuva ja lisääntyvä tieto sekä toimintaympäristön jatkuva muutos vaativat yksilöltä oman ajattelun ja tiedon säätelytaitoja sekä taitoa ratkaista monimutkaisia ongelmia. Esimerkiksi teknologia-alan tulevaisuuden osaamistarpeita määrittävässä raportissa (Meristö ym., 2008) todetaan uuden tiedon nopean soveltamisen menestyksen lähtökohdaksi. Van Hattum-Jansen & Lourenco (2008) ovat tutkimuksessa saaneet positiivisia tuloksia opiskelijoiden oppimisprosessin ja itsearviointitaitojen kehittymisestä rakennustekniikan kurssilla, jossa vertaisarviointi ja itsearviointi olivat keskeisenä osana kurssin suoritusta. Näitä taitoja insinöörit tarvitsevat työelämässä arvioidessaan erilaisia tilanteita ja käyttäytymistä mm. päätöksiä tehdessään. Myös Male ym. (2011) korostavat itsesäätely- ja -hallintaitoja valmistuvien insinöörien osaamistarpeena. Ruohotien (2003) mukaan asiantuntijan osaamisprofiili muodostuu ammattispesifisestä tiedosta, taidosta soveltaa tietämystä käytännön ongelmien ratkaisemisessa sekä metakognitiivisista ja korkean asteen ajattelun taidoista.

Oman oppimisen ja toiminnan reflektointitaidot ovat oleellisia myös elinikäisessä oppimisessa. Insinööreillä tulee olla kyky päivittää osaamistaan ja heidän tulee jatkuvasti uudelleen oppia omaa ammattitaitoaan (Ribeiro & Mizukami, 2005). Elinikäisen oppimisen taitoja voidaan myös kehittää osana ra-

kennusalan yliopistokoulutusta (ks. esim. van Hattum-Jansen & Lourenco, 2008). Rakennusalalle kuten monelle muullekin alalle tulee jatkuvasti uusia sisältöllisiä osaamistarpeita. Viime vuosina rakennusalaan vaikuttaneita trendejä ovat mm. käyttäjälähtöisyys, elinkaari- ja energiatekniikka, kestävä rakentaminen, digitalisoituminen ja väestön ikääntyminen. Näiden lisäksi uusia sisältöllisiä vaatimuksia tulee alalle tulevaisuudessa vielä kiihtyvällä tahdilla. Kukaan ei pysty varmasti sanomaan minkälaisia tietoja ja taitoja opiskelijat tarvitsevat valmistuessaan. Kaikkia näitä sisältöjä on mahdoton sisällyttää yksittäisen opiskelijan opintosuunnitelmaan. Tämä on keskeinen syy miksi elinikäinen oppiminen ja oppimaan oppimisen taidot ovat tulevaisuudessa yhä tärkeämpiä asiantuntijan osaamistarpeita. Bernoldin (2005) mukaan rakennusalan insinöörikoulutuksessa opiskelutaitoihin ei kuitenkaan kiinnitetä huomiota, vaan yleisesti oletetaan, että opiskelijoilla on tarvittavat opiskelutaidot, vaikka näin ei aina ole. Chan (2002) esittää, että yliopistojen tulisi olla proaktiivisia edelläkävijöitä poikkitieteellisen, jatkuvan kehittymiseen ja elinikäiseen oppimiseen perustuvan opetuksen kehittämisessä.

Yksi suurimmista tarpeista rakennusalan koulutuksessa on kehittää insinööri-opiskelijoiden ammatillisia taitoja, jotka jäävät perinteisen teknisen opetusohjelman ulkopuolelle. Siller ym. (2009) mukaan USA:ssa näiden taitojen soveltaminen insinöörikoulutukseen on ollut haasteellista. Pelkät tekniset taidot eivät ole enää riittäviä insinööriopiskelijoille (Ribeiro & Mizukami, 2005). Myös Yepes ym. (2012) mukaan rakennustekniikan koulutusohjelmissa on keskitytty pääosin teknisiin asioihin,

kuten suunnitteluun ja laskemiseen, mutta vähän huomiota on kiinnitetty esimerkiksi projektin johtamiseen liittyviin toimintoihin. Toisaalta Goodman & Chinowsky (2000) toteavat, että rakennusalan johtamisessa keskitytään pääosin projektin johtamiseen ja vähemmän huomiota kiinnitetään organisaatioiden ja yritysten johtamiseen. Projektin johtamiseen liittyvä koulutus on merkityksellistä, koska pitkään työkokemus projektin hallinnasta ei välttämättä tuo riittävää osaamista (ks. Grau, 2012). Tosin projektin johtajien koulutuksessakin keskitytään projektin tekniiseen johtamiseen ja liian vähän sosiaaliseen osaamiseen, joka on projektin onnistumisen kannalta keskeinen projektin johtajan osaamisalue (Zhang ym., 2008; Jaeger & Adair, 2010). Rakennusalan koulutuksessa yleisestikin ihmisten johtamiseen tulisi kiinnittää enemmän huomiota (Toor & Ofor, 2008; Ellis & Petersen, 2011). Kiinteistö- ja rakentamisan osaamistarveraportissa (Opetushallitus, 2011) esitetään, että johtamiskoulutuksessa tulisi keskittyä liiketoimintaosaamiseen sekä suurien kokonaisuuksien ja projektien johtamiseen. Wang ym. (2010) toteavat, että rakennustuotannon opetussuunnitelmat eivät yleensä tarjoa edes perustaitoja kansainvälisestä projektin johtamisesta.

Luovuus ja innovaatio-osaaminen korostuvat tekniikan ja rakennusalan tulevaisuuden osaamistarpeita koskevissa selvityksissä (ks. esim. American Society of Civil Engineers, 2009). Elinkeinoelämän keskusliiton (2011) mukaan luovuus tulisi olla kaiken opetuksen kehittämisen lähtökohtana. Innovaatio-osaamistarpeet on osittain tunnustettu rakennusalan koulutuksessa. Innovaatioihin liittyviä tutkimuksia ja opetuskokeiluja rakennusalan yliopistokoulutuk-

seen liittyen on kuitenkin tehty suhteellisen vähän. Sahlbergin (2009) mukaan luovuus ja valmius työskennellä innovaatioiden parissa voi tehostaa myös elinikäistä oppimista. Rakennusalan koulutusta käsittelevissä artikkeleissa, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta (ks. MacLeod, 2010; Clark, 2011), luovuus ja innovaatiotaidot eivät korostuneet yhtä voimakkaasti kuin osaamistarveraportteissa. MacLeodin (2010) mukaan perinteinen insinöörikoulutus ei tue riittävästi innovaatiotaitojen kehittymistä. Yleisesti koulutuksen järjestäjien on vaikea löytää keinoja sovittaa innovaatiotarpeet ja luovuus nykyisiin opetus- ja oppimisprosesseihin (Sahlberg, 2009).

Kansainvälistyvä rakennusala ja liiketoimintaympäristö asettavat uusia osaamistarpeita rakennusalan insinööreille (ks. Wang ym., 2010; Soibelman ym., 2011). 2000-luvun rakennusalan ammattilaisten tulee pystyä työskentelemään tehokkaasti kansainvälisessä toimintaympäristössä ja osata kansainvälisissä projekteissa tarvittavia taitoja, joihin kuuluvat esimerkiksi ympäristö-, kulttuuri- ja poliittiset näkökulmat (Wang ym., 2010). Myös suurien ja kompleksisten projektien hallintaan liittyvään osaamiseen tulisi keskittyä nykyistä enemmän. Rakennusinsinöörien tulee ymmärtää kompleksisten projektien yksittäisten asioiden välisiä yhteyksiä (Schexnayder & Anderson, 2011).

Aktivoivat opetusmenetelmät rakennusalan yliopistokoulutuksessa

Opetuskokeiluja, joissa on käytetty erilaisia aktivoivia menetelmiä, kuten yhteistoiminnallista oppimista (Reyes & Galvez, 2011;

Opiskelijoiden kiinnostuksen herättämisen tulisi olla opetuksen yksi keskeinen tavoite.

Korkmaz, 2012), projektilähtöistä oppimista (Chinowsky ym., 2006), case-pohjaista oppimista (Sankar ym., 2008; Korkmaz, 2012) ongelmalähtöistä oppimista (Ribeiro & Mizukami, 2005; Ahern, 2010; Gavin, 2011; Rodrigues Da Silva ym., 2012), kokemuksellista oppimista (Lee ym., 2008), poikkitieteellistä projektioppimista (Bhandari ym., 2011; Dederichs ym., 2011), skenaariokeskeistä oppimista (Bell ym., 2010), sulautuvaa oppimista (Wall & Ahmed, 2008) ja tutkivaa oppimista (Salmisto, 2012), on viime vuosina tehty eri maissa suhteellisen paljon rakennusalan yliopisto-opetuksessa. Osallistujamäärät kursseilla ovat olleet melko pieniä, tyypillisesti alle 50 opiskelijaa. Kokemukset kursseista ovat olleet pääsääntöisesti positiivisia ja niissä on havaittu opiskelijoiden kehittymistä tulevaisuudessa tarvittavassa osaamisessa kuten ryhmäytätaidoissa (ks. esim. Williams & Pender, 2002; Dederichs ym., 2011; Soibelman ym., 2011; Goggins, 2012; Korkmaz, 2012) ja kognitiivisessa osaamisessa (ks. esim. Reyes & Calvez, 2011; Rodrigues Da Silva ym., 2012). Myös sisältöjen op-

piminen ja ymmärrys on parantunut (ks. esim. Chinowsky ym., 2006).

Opiskelumotivaatio ja kiinnostuksen herääminen ovat keskeisiä tekijöitä oppimisessa. Mm. Bell ym. (2010) ja Reyes & Calvez (2011) ovat havainneet opiskelijoiden motivaation parantuneen käytettäessä aktivoivia opetusmenetelmiä. Rodrigues Da Silva ym. (2012) PBL-kurssilla opiskelijoiden kiinnostus aiheeseen kasvoi enemmän kuin perinteisellä tavalla toteutetulla kurssilla. Opiskelijoiden kiinnostuttua opiskeltavista asioista ovat he valmiimpia työskentelemään oppimisensa eteen ja oppimistulokset paranevat (ks. Lonka & Ketonen, 2012). Opiskelijoiden kiinnostuksen herättämisen tulisi olla opetuksen yksi keskeinen tavoite.

Lee ym. (2008) on havainnut kokemuksellisen oppimisen kokeilussa, että kaikki opiskelijat eivät ole välttämättä valmiita tai omaksu uusia opetusmenetelmiä, vaan pysyttelevät omissa vanhoissa oppimistyylyissään. Kokemuksellisen oppimistyylin omaksuneet opiskelijat saavuttivat kuitenkin parempia oppimistuloksia. Ribeiro & Mizukami (2005) havaitsivat ongelmalähtöisen oppimisen kokeilussa, että osa opiskelijoista koki menetelmän aluksi vieraaksi. Vasta ajan myötä opiskelijat havaitsivat menetelmän hyödyt. Bernold (2007) havaitsi, että opiskelijat kokivat perinteiset luennot miellyttävämmiksi kuin tutkivan lähestymistavan oppimistapahtumat, koska opiskelijat ovat tottuneet luentoihin. Salmiston (2012) tutkivan oppimisen kokeilussa opiskelijat taas pitivät tutkivaan oppimiseen perustuvia tapahtumia mielenkiintoisempina kuin perinteisiä luentoja. Yleisesti opiskelijat voivat kokea negatiivisina sellaiset oppimistilanteet, joihin he eivät ole tottu-

neet tai heidän opiskelutaitonsa eivät ole riittävän korkealla tasolla. Hakkarainen ym. (2004) mukaan opetustilanteeseen voi syntyä tuhoisa jännitys, jos opiskelijoiden itsesäätelytaidot eivät ole riittäviä itseohjautuvaan oppimiseen, jota aktivoivat menetelmät usein vaativat. Toisaalta taas opiskelijat, joiden itsesäätelytaidot ovat korkeatasoiset, turhautuvat opettajan tiukasti säatelemissä opetustilanteissa. Opiskelijoiden itsesäätelytaidot ovat oleellinen osa metakognitiivisia taitoja. Tämän vuoksi niitä tulisi harjoittaa myös yliopisto-opiskelun aikana. Ruohotien (2003) mukaan korkeat itsesäätelytaidot ovat välttämättömiä ammatillisen huippuosaamisen saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi. Osa opiskelijoista voi kokea uudet menetelmät myös työläinä ja stressaavina (ks. Bell ym., 2010). Ribeiro & Mizukamin (2005) PBL-kurssin opiskelijat toivoivat, että ongelmalähtöistä oppimista olisi ollut jo aikaisemmin kuin viidentenä opiskeluvuonna, jotta he olisivat voineet hyödyntää siinä opittuja taitoja myös muussa opiskelussa.

Johtopäätökset

Artikkelin tutkimuskysymyksinä olivat: 1) Mitkä ovat ne osaamistarpeet, joita rakennusalan nykyinen yliopistokoulutus ei riittävästi tue?; 2) Voidaanko tutkivalla oppimisella tukea näiden taitojen oppimista ja rakennustekniikan yliopisto-opiskelijoiden kasvua tulevaisuuden ammattilaisiksi?

Mielityinen (2009) on jakanut insinöörin osaamisalueet neljään kategoriaan: 1) Tekniikan ydinosaaminen; 2) Poikkitieteellinen osaaminen; 3) Vuorovaikutus-, kansainvälisyys- ja organisaatio-osaaminen; 4) Arvot ja asenteet. Tek-

niikan ydinosaaminen on edelleen insinöörikoulutuksen ydin. Viime vuosina tehdyissä tutkimuksissa kuitenkin korostuvat muut osaamisalueet kuin tekninen ydinosaaminen. Tämä johtunee siitä, että tekniikan alan sisältökeskeinen lähestymistapa koulutukseen jo itsessään korostaa teknistä osaamista.

Nykyinen käsitys oppimisesta ja rakennusalan diplomi-insinöörien tulevaisuudessa tarvitsema osaaminen, johon nykyinen koulutus ei riittävästi vastaa, ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa. Nykyiset oppimiskäsitykset korostavat esimerkiksi sosiaalista ulottuvuutta ja yhteistyön merkitystä oppimisessa. Yksi merkittävimmistä rakennusalan osaamistarpeista on yhteistyötaitot monialaisissa ryhmissä. Suuri osa sellaisista insinöörin osaamistarpeista, joita nykyinen koulutus ei tue riittävästi, liittyvät yleisiin työelämävalmiuksiin sekä metakognitiivisiin taitoihin. Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että keskeisimmät osaamistarpeet, joihin rakennusalan yliopistokoulutuksessa tulisi panostaa enemmän, ovat poikkitieteellisyys, yhteistyö- ja ryhmätyötaitot sekä oppimiseen ja metakognitiivisiin taitoihin liittyvä osaaminen. Tutkiva oppiminen kehittää näitä taitoja. Se ohjaa oppilaita ottamaan osaa yhteiseen tutkimushankkeeseen ja korostaa yhteisöllisyyden merkitystä oppimisessa. Olennaista on yhteinen työskentely ongelmien ratkaisemiseksi ja yhteisön käsittelemien ajatusten ja ideoiden kehittämiseksi (Hakkarainen ym., 2005). Sosiaalinen vuorovaikutus ja ryhmissä työskentely nähdään yleisestikin tärkeänä oppimisessa (mm. Vygotsky, 1978; Palinscar, 1998; Dillenbourg, 1999; Hasanién, 2007; Mäkitalo & Siegl, 2008; White & Pea, 2011).

Tutkiva oppiminen toteutuu parhaiten poikkitieteellisissä ryhmissä, jolloin oppimistilanne vastaa monialaisen yhteistyön osalta työelämän tilanteita. Muukkonen ym. (2010) ovat tutkineet kolmen yliopiston yhteistä poikkitieteellistä tutkivan oppimisen kurssia. Tulosten mukaan opiskelijoiden työelämävalmiudet, mm. kommunikointi- sekä työn

Tutkiva oppiminen toteutuu parhaiten poikkitieteellisissä ryhmissä.

suunnittelu- ja organisointitaidot, kehittyvät kurssin aikana. Poikkitieteelliset ryhmätyökurssit vastaavatkin poikkitieteellisen osaamisen ja yhteistyötaitojen tarpeeseen. Kun tämän tyyppisiä kursseja toteutetaan tutkivan oppimisen periaatteella, kehittävät ne myös metakognitiivisia ja oppimaan oppimisen taitoja, kuten opiskelijoiden itsesäätelytaitoja, ongelmien tunnistamista ja avointen ongelmien ratkaisutaitoja. Slotte & Tynjälän (2003) mukaan yliopistoissa oppiminen perustuu pääosin valmiiksi määriteltyihin, rajattuihin ongelmiin, joihin odotetaan oikeaa vastausta. Myös insinöörikoulutuksessa tämä on tyyppistä (MacLeod, 2010). Todellisuudessa vastauksia on useita. Tekniikan korkeakoulutuksen yksi kehittämistarve onkin

opiskelijoiden kyky muotoilla ratkaisujen kannalta avainkysymykset (Korhonen-Yrjänheikki, 2011). Tutkivassa oppimisessa tietoa puretaan ja rakennetaan ratkaisemalla ymmärtämiseen liittyviä ongelmia ja sen tavoitteena on järjestää opetus siten, että oppilaiden kysymyksille ja tutkivalle lähestymistavalle tulee tilaa ja mahdollisuuksia (Hakkarainen ym., 2005). Tutkivan oppimisen käyttöönottamisessa tulee kuitenkin huomioida, että opiskelijat eivät välttämättä ole valmiita tutkivaan lähestymistapaan. Avoinmet tehtävänannot ja opiskelijoiden itse määrittelevät ongelmanratkaisuprosessit voivat aiheuttaa opiskelijoissa aluksi hämmennystä, jos he eivät ole tottuneet avointen ongelmien ratkaisuun (ks. esim. Muukkonen ym., 2010).

Sen lisäksi, että tutkiva ja tiedon luomiseen perustuva oppiminen kehittävät yleisiä työelämävalmiuksia ja opiskelijoiden metakognitiivisia taitoja, edistävät ne myös asiasisältöjen oppimista. Opiskelijälähtöisessä oppimisessä käsitteellinen muutos on yksi keskeinen tavoite. Opiskelijan käsitteellinen muutos on edellytys syväsuuntautuneeseen oppimiseen. Kuten aikaisemmin todettiin, perinteinen kouluoppiminen harvoin tukee käsitteellistä muutosta (ks. Hakkarainen ym., 1999). Nykyinen tekniikan yliopistokoulutus usein ohjaa opiskelijoita strategiseen suorittamiseen ja pintasuuntautuneeseen oppimiseen (Erkkilä, 2009). Kember (1997) on luokitellut oppimiskäsitykset viiteen ulottuvuuteen: tiedon välittämiseen, jäsennellyn tiedon jakamiseen, opettajan ja opiskelijan väliseen vuorovaikutukseen, ymmärtämisen tukemiseen sekä käsitteelliseen muutokseen. Tiedon välittäminen ja jäsennellyn tiedon jakaminen ovat opettajakeskeisiä ja sisältölähtöisiä

ulottuvuuksia. Ymmärtämisen tukeminen ja käsitteellinen muutos ovat opiskelijakeskeisiä ja oppimislähtöisiä ulottuvuuksia. Tekniikan yliopisto-opetus perustuu edelleen suurelta osin tiedon välittämiseen ja jäsennellyn tiedon jakamiseen. Luentopainotteisessa opetuksessa harvoin päästään opettajan ja opiskelijan väliseen vuorovaikutukseen. Luentojen lisäksi laskuharjoitukset ja harjoitustyöt ovat tyypillisiä opetusmuotoja. Nämä voidaan nähdä jossain määrin ymmärtämisen tukemisena, vaikka niissäkään opiskelijat eivät yleensä osallistu sisällön ja tavoitteiden määrittämiseen. Opinnäytetyöt ovat usein opiskelijoiden ainoita tehtäviä opiskelun aikana, joissa tietoisesti pyritään käsitteelliseen muutokseen ja joissa opiskelijat ainakin osittain itse määrittelevät tutkimusongelmia, tavoitteita ja sisältöjä. Näistäkin toisinaan puuttuu sosiaalinen ulottuvuus, jossa yhdessä rakennetaan tietoa.

Kirjallisuuskatsauksessa nousi esille myös luovuus- ja innovaatio-osaaminen sekä elinikäisen oppimisen taidot. Viime aikoina nämä ovat olleet paljon esillä myös yleisessä keskustelussa. Tutkiva oppiminen harjoittaa luovassa työskentelyssä vaadittavia taitoja. Tutkivan oppimisen taustalla olevan tiedon rakentamisen yksi keskeinen periaate ja hyöty Scardamalia & Bereiterin (2006) mukaan on innovatiivisten ideoiden luominen. Luovat työskentelytavat taas voivat edistää elinikäistä oppimista (Sahlberg, 2009). Tutkivalla oppimisella voidaan siis vastata sekä innovatiivisuus että elinikäisen oppimisen tarpeeseen. Rakennusalan perinteisesti pidetty konservatiivisena alana, jossa kehitystyöhön ei panosteta riittävästi ja toimintatapojen muuttaminen on hidasta. Tämänkin vuoksi uuden tiedon luomiseen

perustuvat menetelmät ovat tarpeellisia. Alan opiskelijat vievät opiskelun aikana opittuja käytäntöjä työelämään ja yliopistosta valmistuvilla rakennusalan ammattilaisilla on merkittävä rooli alan kehittämisenä. Myös Bernoldin (2007) mukaan rakennusalan yliopistokoulutusta tulisi kehittää opiskelijoiden aktiiviseen tiedon rakentamiseen perustuvaksi.

*Luovat
työskentelytavat
voivat edistää
elinikäistä
oppimista.*

Tutkiva oppiminen jättää myös avoimia kysymyksiä ilmaan. Rakentaminen on lähtökohtaisesti projektiliiketoimintaa ja analysoiduissa artikkeleissa korostuikin projektin hallintaan ja johtamiseen liittyvä osaaminen. Projektilähtöistä oppimista on käytetty melko paljon rakennusalan koulutuksessa ja saatu siihen liittyvissä tutkimuksissa hyviä tuloksia opiskelijoiden oppimisesta. Tutkiva oppiminen kehittää yleisiä projektityöhön liittyviä osaamistarpeita kuten yhteistyötaitoja, mutta voidaanko tutkivalla oppimisella vastata kaikkiin rakennusprojektien vaatimiin ammattispesifeihin taitoihin. Rakennusprojekteilla on usein tietyt reunaehdot, eivätkä ne ole täysin avoimia tehtävänantoja ja ongelmia, varsinkaan niiden osapuolien osalta, jotka eivät ole projektin alusta

asti määrittelemässä projektin lähtötilannetta ja tavoitteita. Tutkiva oppiminen taas perustuu avoimiin tehtävänäntoihin ja ongelmien määrittämiseen. Päästäänkö osittain opiskelijoiden itse määrittelemillä oppimisprosesseilla oikeiden autenttisten ja työelämälähtöisten ongelmien ratkaisemiseen, joita tarvitaan onnistuneen rakennusprojektin läpiviennissä?

Viime vuosina tutkivaa oppimista on kehitetty dialogisen oppimisen suuntaan, jossa tiedon rakentamisen ja yhteisöllisen oppimisen lisäksi korostetaan kohteellista oppimista (ks. Paavola & Hakkarainen, 2005). Dialogisessa oppimisessa korostuvat tiedon luomisen näkökulma oppimiseen ja aitojen työelämälähtöisten ongelmien ratkaiseminen aitoja työskentelykäytäntöjä hyödyntämällä (Paavola ym., 2011). Rakennustekniikan koulutuksessa on perinteisesti käytetty työelämälähtöisiä tehtäviä, mutta tehtävänäntot ovat tyypillisesti rajattuja valmiiksi määriteltyjä ongelmia. Tehtävistä puuttuu tiedon luomisen ja ongelmien määrittämisen näkökulmat sekä usein myös yhteisöllinen oppiminen. Goggins (2012) on havainnut tutkimuksessaan positiivisia oppimistuloksia ja motivaation paranemista työelämälähtöisessä rakennustekniikan kurssissa, jossa osa opiskelusta tapahtui yrityksissä aidoissa työskentelyympäristöissä.

Pohdinta

Tämän artikkelin tavoitteena oli jäsentää rakennusalan yliopistokoulutuksen kehitystarpeita opetusmenetelmällisestä näkökulmasta. Kehitystarpeet määriteltiin suhteessa rakennusalan osaamistarpeisiin, joita nykyinen rakennusalan korkeakoulutus ei

tue riittävästi. Lopuksi tarkasteltiin tutkivan oppimisen menetelmää suhteessa rakennusalan korkeakoulutuksen kehitystarpeisiin ja alan tulevaisuuden osaamistarpeisiin. Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että tutkivan oppimisen menetelmässä on paljon elementtejä, jotka tukevat opiskelijoiden kehittymistä rakennusalan tulevaisuuden osaajiksi. Menetelmän soveltamisella voidaan rakennusalan yliopisto-opetuksesta tehdä opiskelijakeskeisempää ja oppimislähtöisempää sekä tukea opiskelijoiden syväsuuntautunutta oppimista.

Tutkivan oppimisen käyttöönotolla voidaan tukea rakennusalan yliopistopetuksen kehitystarpeita. Tutkivalla oppimisella voidaan kehittää opiskelijoiden poikkitieteellisiä ryhmätyötaitoja ja opiskelutaitoja, jotka ovat keskeisimpiä osaamistarpeita, joita nykyinen koulutus ei tue riittävästi. Tutkiva oppiminen harjoittaa mm. opiskelijoiden kykyä määrittää tutkimusongelmia, yhteisöllistä oppimista, luovuus- ja innovaatio-osaamista, elinikäisen oppimisen tavoitteita ja metakognitiivisia taitoja. Tässä artikkelissa tehty analyysi rakennustekniikan yliopistokoulutusta käsittelevistä refereer-artikkeleista vahvistaa käsityksiä, joita on tuotu esille yleisemmissä tekniikan ja elinkeinoelämän osaamistarpeita määrittelevissä tutkimuksissa. Yleisten osaamistarpeiden lisäksi erityisesti rakennusalaa koskevista osaamistarpeista korostuivat kestävään rakentamiseen ja projektien johtamiseen liittyvä osaaminen.

Tiedon luomiseen tai tutkivaan oppimiseen perustuvia tutkimuksia rakennusalan yliopistokoulutuksesta on tehty vähän. Tutkivan oppimisen kokeiluja rakennusalan koulutuksessa tarvitaan lisää. Myös dialogisen oppimisen näkö-

kulma tulisi ottaa mukaan kokeiluihin ja tutkimuksiin. Trialogisessa oppimisessa korostetaan kohteellista työskentelyä aitoja työskentelykäytäntöjä hyödyntäen (ks. Paavola ym., 2011), jolloin se voi soveltua rakennusalan korkeakoulutukseen, varsinkin rakennusalan ammattispesifien taitojen, kuten projektin hallinnan taitojen kehittämiseen, tutkivaa oppimista paremmin.

Yksi keskeinen yliopisto-opetuksen kehittämistä hidastava tekijä on resurssien vähyteen vetoaminen. Rakennusalan opetuskokeiluista julkaistut artikkelit eivät juuri ota kantaa opetusmenetelmien vaatimaan resurssitarpeeseen. Uusien opetusmenetelmien käyttöönottamattomuus voidaan edelleen helposti perustella sillä, että ne vaativat lisää resursseja varsinkin massakursseilla, joilla kokeiluja ei ole tehty juuri lainkaan. Yksi keskeinen tutkimustarve tulevaisuudessa onkin aktivoivien opetusmenetelmien soveltaminen massakursseilla rakennustekniikan yliopisto-opetuksessa. Voiko tutkivaa oppimista käyttää oppimista edistävästi massakursseilla? Tämä vaatii opetuskokeiluja sekä kokeiluihin liittyvää tieteellistä tutkimusta.

Massakursseihin liittyvä tutkimus on merkityksellistä myös siitä näkökulmasta, että usein teknillisen korkeakoulutuksen kandidaattivaiheen perusopinnoissa opiskelijamäärät kurseilla ovat suuria. Opiskelijoiden omaan alaan liittyvien metakognitiivisten ja oppimaan oppimisen taitojen harjoittelu tulisi kuitenkin aloittaa jo yliopistokoulutuksen alussa, jotta taidot kehittyisivät koko opiskelun ajan ja myöhemmin työelämässä, jolloin niiden vaikuttavuus on kaikkein suurin. Kun opiskelijat oppivat näitä taitoja opiskelun alussa, voivat he

hyödyntää niitä koko opiskelun ajan ja sitä kautta myös sisältöjen oppiminen paranee. Oppimaan oppimisen ja itse-säätelytaitojen kehittyessä opiskelijat ovat valmiimpia itseohjautuvaan oppimiseen. Näillä taidoilla voidaankin nähdä olevan kumuloituva vaikutus oppimiseen. Tutkivan oppimisen vaikuttavuus oppimistuloksiin ja oppimiskokeuksiin tekniikan alan yliopistokoulutuksessa on tutkimusaihe, joka vaatii jatkotutkimuksia.

Lähteet

- Ahern, A. A. (2010). A case study: Problem-based learning for civil engineering students in transportation courses. *European Journal of Engineering Education*, 35(1), 109-116.
- Aalborg University (2010). Curriculum for the master's program in structural and civil engineering. The Faculties of Engineering, Science and Medicine. Retrieved October 24, 2012, from http://www.ses.aau.dk/digitalAssets/14/14964_msc_k_250610.pdf.
- Ahn, Y., Annie, R., & Kwon, H. (2012). Key competencies for U.S. construction graduates: Industry perspective. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(2), 123-130.
- Altt, S., & Korhonen-Yrjänheikki, K. (Eds.) (2008). *Teknillisen korkeakoulutuksen kansallinen strategia: Yhteistyössä tekniikasta hyvinvointia*. Teknillisen korkeakoulutuksen kansallinen yhteistyöryhmä. Tekniikan Akateemisten Liitto TEK. Mikkor, Helsinki.
- American Society of Civil Engineers (2009). *Achieving the vision for civil engineering in 2025 - a roadmap for the profession*. Retrieved October 24, 2012, from <http://www.asce.org/Vision-2025/The-Vision-for-Civil-Engineering-in-2025/>.
- Anderson, K. L., Kennedy-Clark, S., Sutherland, L., & Galstaun, V. (2011). iScience: a computer-supported collaborative inquiry learning project for science students in secondary and tertiary science education. *Proceedings of the Australian Conference on Science and Mathematics Education*, (pp. 49-53). University of Melbourne.
- Bell, S., Galilea, P., & Tolouei, R. (2010). Student experience of a scenario-centred cur-

- riculum. *European Journal of Engineering Education*, 35(3), 235-245.
- Bernold, L. (2005). Paradigm shift in construction education is vital for the future of our profession. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(5), 533-539.
- Bernold, L. (2007). Preparedness of engineering freshman to inquiry-based learning. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 133(2), 99-106.
- Bhandari, A., Ong, S., & Steward, B. (2011). Student learning in a multidisciplinary sustainable engineering course. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(2), 86-93.
- Chan, E., Chan, M., Scott, D., & Chan, A. (2002). Educating the 21st century construction professionals. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 128(1), 44-51.
- Chinowsky, P., Brown, H., Szajman, A., & Realph, A. (2006). Developing knowledge landscapes through project-based learning. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 132(2), 118-124.
- Christodoulou, S. (2004). Educating civil engineering professionals of tomorrow. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 130(2), 90-94.
- Clark, R. (2011). Today's pupils, tomorrow's engineers! Pedagogy and policy: a UK perspective. *Journal of Engineering, Design and Technology* 9(2), 227-241.
- Dederichs, A., Karlshøj, J., & Hertz, K. (2011). Multidisciplinary teaching: Engineering course in advanced building design. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(1), 12-19.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning?. In P. Dillenbourg (Eds.) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp.1-19). Oxford: Elsevier.
- Elinkeinoelämän keskusliitto (2011). Oivallushankkeen loppuraportti. Retrieved October 11, 2012, from http://www.ek.fi/ek/fi/tutkimukset_julkaisut/2011/5_touko/Oivallus-web-v4_final.pdf.
- Ellis, L., & Petersen, A. (2011). A way forward: Assessing the demonstrated leadership of graduate civil engineering and construction management students. *Leadership and Management in Engineering*, 11(2), 88-96.
- Erkkilä, M. (2009). *Strategisesti suorittaen? – Teknillistieteellisen alan opiskelijoiden kandidaattivaiheen opintojen eteneminen, opiskeluorientaatiot ja opiskelukokemukset uudesta kaksiportaisesta tutkintorakenteesta*. Pro Gradu, University of Helsinki.
- Fink, A. (2005). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to the Paper*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Gavin, K. (2011). Case study of a project-based learning course in civil engineering design. *European Journal of Engineering Education*, 36(6), 547-558.
- Goggins, J. (2012). Engineering in communities: learning by doing. *Campus-Wide Information Systems*, 29(4), 238-250.
- Goodman, R., & Chinowsky, P. (2000). Taxonomy of knowledge requirements for construction executives. *Journal of Management in Engineering*, 16(1), 80-89.
- Grau, D., Back, W., Mejia-Aguilar, G., & Morris, R. (2012). Impact of a construction management educational intervention on the expertise and work practice of nonconstruction engineers. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(1), 73-85.
- Hakkarainen, K. (2005). *Tutkiva oppiminen käytännössä: Matkaopas opettajille*. Helsinki: WSOY.
- Hakkarainen, K. (1998). *Epistemology of scientific inquiry and computer-supported collaborative learning*. PhD. Thesis, University of Toronto.
- Hakkarainen, K., Lonka, K., & Lipponen, L. (1999). *Tutkiva oppiminen: Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen* (1- 4 p. 2001- 5 p. 2002 ed.). Porvoo; Helsinki; Juva: WSOY.
- Hakkarainen, K., Lonka, K., & Lipponen, L. (2004). *Tutkiva oppiminen: Järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä* (6. uud. p. ed.). Porvoo; Helsinki: WSOY.
- Haselbach, L., & Maher, M. (2008). Civil engineering education and complex systems. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(2), 186-192.
- Hassanien, A. (2007). A qualitative student evaluation of group learning in higher education. *Higher Education in Europe*, 32(2-3), 135-150.
- Jaeger, M., & Adair, D. (2010). Human factors simulation in construction management education. *European Journal of Engineering Education*, 35(3), 299-309.
- Jääskelä, P., & Böök, M. L. (2010). Blended learning – a student-centred view of teaching research methods: teaching and counselling practices in the Open University of Jyväskylä. In T. Joutsenvirta & L. Myrsky (Eds.), *Blended Learning in Finland* (pp. 47-64). Helsinki. Retrieved No-

- vember 20, 2012, from http://www.helsinki.fi/valtiotieteellinen/julkaisut/blended_learning_Finland.pdf#page=47.
- Kember, D. (1997). A reconceptualisation of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, 7(3), 255-275.
- Korhonen-Yrjänheikki, K. (2011). *Future of the Finnish engineering education – a collaborative stakeholder approach*. PhD Thesis. Aalto University, Helsinki.
- Korkmaz, S. (2012). Case-based and collaborative-learning techniques to teach delivery of sustainable buildings. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(2), 139-144.
- Lakkala, M., Muukkonen, H., & Hakkarainen, K. (2005). Patterns of scaffolding in computer mediated collaborative inquiry. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 13(2), 281-300.
- Lakkala, M., Muukkonen, H., Paavola, S., & Hakkarainen, K. (2008). Designing pedagogical infrastructure in university courses for technology-enhanced collaborative inquiry. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 3(1), 33-64.
- Lee, J., McCullouch, B., & Chang, L. (2008). Macrolevel and microlevel frameworks of experiential learning theory in construction engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(2), 158-164.
- Lonka, K., & Ketonen, E. (2012). How to make a lecture course an engaging learning experience? *Studies for the Learning Society*, 2(2-3), 63-74.
- Lueddeke, G. R. (2003). Professionalising teaching practice in higher education: A study of disciplinary variation and 'teaching-scholarship'. *Studies in Higher Education*, 28(2), 213-228.
- Mäkitalo Siegl, K. (2008). From multiple perspectives to shared understanding: A small group in an online learning environment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 52(1), 77-95.
- MacLeod, I. A. (2010). The education of innovative engineers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 17(1), 21-34.
- Male, S. A., Bush, M. B., & Chapman, E. S. (2011). An Australian study of generic competencies required by engineers. *European Journal of Engineering Education*, 36(2), 151-163.
- Meristö, T., Leppimäki, S., Laitinen, J., & Tuohimaa, H. (2008). *Tulevaisuuden osaamistarpeet teknologiateollisuudessa – Yhteenvetoraportti toimialakohtaisista yritysryhymistä*. Teknologiateollisuus ry.
- Mielityinen, A. (Eds.) (2009). *Suomi tarvitsee maailman parasta insinööriosaaamista. Tekniikan yhteistyöryhmän raportti tekniikan alan korkeakouluopetuksen ja oppimisen kehittämiseksi*. Tekniikan akateemisten liitto TEK. Forssan kirjapaino Oy.
- Murray, P. E., & Cotgrave, A. J. (2007). Sustainability literacy: the future paradigm for construction education? *Structural Survey*, 25(1), 7-23.
- Muukkonen, H., Hakkarainen, K., & Lakkala, M. (1999). Collaborative technology for facilitating progressive inquiry: future learning environment tools. *Proceeding of The Third International Conference on Computer Support for Collaborative Learning on title: Designing New Media for A New Millenium: Collaborative Technology for Learning, Education, and Training* (pp. 406-415). Palo Alto, California.
- Muukkonen, H., Lakkala, M., & Hakkarainen, K. (2005). Technology-mediation and tutoring: How do they shape progressive inquiry discourse? *Journal of the Learning Sciences*, 14(4), 527-565.
- Muukkonen, H., & Lakkala, M. (2009). Exploring metaskills of knowledge-creating inquiry in higher education. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(2), 187-211.
- Muukkonen, H., Lakkala, M., Kaistinen, J., & Nyman, G. (2010). Knowledge creating inquiry in a distributed project-management course. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 05(02), 73-96.
- Nevgi, A., Lindblom-Ylänne, S., & Levander, L. M. (2009). Tieteenalakohtaiset erot opetussellisissa lähestymistavoissa. *Peda-Forum, Yliopistopedagoginen aikakausjulkaisu*. 16(2), 6-15.
- Nokelainen, P., & Ruohotie, P. (2006). Johdattamisen tunneily työntekijöiden kokemana. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 8(1), 62-72.
- Opetushallitus (2011). *Kiinteistö- ja rakentamisan osaamistarveraportti*. Retrieved October 19, 2012 from http://www.ril.fi/media/files/vaikuttaminen/a5_2011_oph_kiinteisto-ja-rakentamisan-osaamistarveraportti.pdf.
- Paavola, S., & Hakkarainen, K. (2005). The knowledge creation metaphor – an emergent epistemological approach to learning. *Science & Education*, 14(6), 535-557.

- Paavola, S., Lakkala, M., Muukkonen, H., Kosonen, K., & Kalgren, K. (2011). The roles and uses of design principles in a project on triological learning. *Research in Learning Technology*, 19(3), 233-246.
- Palincsar, A. S. (1998). Social constructivist perspectives on teaching and learning. *Annual Review of Psychology*, 49(1), 345-375.
- Pöldoja, H., Leinonen, T., Väljataga, T., Elloinen, A., & Priha, M. (2006). Progressive inquiry learning object templates (PILOT). *International Journal on E-Learning*, 5(1), 103-111.
- Poikela, S. (2003). *Ongelmaperustainen pedagogiikka ja tutorin osaaminen*. Ph.D. Thesis, University of Tampere.
- Ramírez, F., Seco, A., & Cobo, E. (2011). New values for twenty-first century engineering. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(4), 211-214.
- Reyes, E., & Gálvez, J. (2011). Introduction of innovations into the traditional teaching of construction and building materials. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(1), 28-37.
- Ribeiro, L., & Mizukami, M. (2005). Student assessment of a problem-based learning experiment in civil engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 131(1), 13-18.
- Rodrigues Da Silva, A., Kuri, N., & Casale, A. (2012). PBL and B-learning for civil engineering students in a transportation course. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(4), 305-313.
- Ruohotie, P. (2003). Mitä on ammatillinen kompetenssi? *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 5(1), 4-11.
- Ruohotie, P. (2005). Ammatillinen kompetenssi ja sen kehittäminen. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 7(3), 4-18.
- Sahlberg, P. (2009). Creativity and innovation through lifelong learning. *Lifelong Learning in Europe*. 14(1), 53-60.
- Salminen, A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? – Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasa: Vaasan yliopiston julkaisuja, opetusjulkaisuja 64, julkisjohtaminen 4.
- Salmisto, A. (2012). Case study: the progressive inquiry learning method in course real estate business and management. *Proceedings of International Conference on Engineering Education 2012* (pp. 211-217). Turku: Turku University of Applied Science.
- Sankar, C., Varma, V., & Raju, P. (2008). Use of case studies in engineering education: Assessment of changes in cognitive skills. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(3), 287-296.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265-283.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge Building. In J. W. Guthrie (Eds.) *Encyclopedia of Education*. (2nd ed., pp. 1370-1373). New York: Macmillan Reference, USA. Retrieved November 12, 2012, from http://ikit.org/fulltext/2003_knowledge_building.pdf.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 97-118). New York: Cambridge University Press. Retrieved November 13, 2012, from http://ikit.org/fulltext/2006_KBTheory.pdf.
- Schexnayder, C., & Anderson, S. (2011). Construction engineering education: History and challenge. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(10), 730-739.
- Shen, Z., & Jensen, W. (2011). Civil engineers as master builders and the professionalization of construction. *Leadership and Management in Engineering*, 11(2), 169-181.
- Siller, T., Rosales, A., Haines, J., & Benally, A. (2009). Development of undergraduate students' professional skills. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 135(3), 102-108.
- Slotte, V., & Tynjälä, P. (2003). Industry–University collaboration for continuing professional development. *Journal of Education and Work*, 16(4), 445-464.
- Soibelman, L., Sacks, R., Akinci, B., Dikmen, I., Birgonul, M., & Eyboosh, M. (2011). Preparing civil engineers for international collaboration in construction management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(3), 141-150.
- Takala, A. (2009). *Tekniikan korkeakouluutus, ihmisten ja ympäristön hyväksi*. Tekniikan yhteistyöryhmän raportti tekniikan alan korkeakouluopetuksen ja oppimisen kehittämiseksi. Tekniikan akateemisten liitto TEK. Forssan kirjapaino Oy.
- Tatum, C.B. (2011). Core elements of construction engineering knowledge for project

and career success. *Journal of construction engineering and management*, 137(10), 745-750.

Toor, S., & Ofori, G. (2008). Developing construction professionals of the 21st century: Renewed vision for leadership. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(3), 279-286.

van Hattum-Janssen, N., & Lourenço, J. (2008). Peer and self-assessment for first-year students as a tool to improve learning. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(4), 346-352.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Wall, J., & Ahmed, V. (2008). Lessons learned from a case study in deploying blended learning continuing professional development. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 15(2), 185-202.

Wang, G., Lu, H., & Ren, Z. (2010). Globalisation in construction management education. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 2(2), 52-62.

White, T., & Pea, R. (2011). Distributed by design: On the promises and pitfalls of collaborative learning with multiple representations. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3), 489-547.

Williams, K., & Pender, G. (2002). Problem-based learning approach to construction management teaching. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 128(1), 19-24.

Yepes, V., Pellicer, E., & Ortega, A. (2012). Designing a benchmark indicator for managerial competences in construction at the graduate level. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(1), 48-54.

Zhang, F., Zuo, J., & Zillante, G. (2012). Identification and evaluation of key social competencies for Chinese construction project managers. *International Journal of Project Management*. In Press.

