

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri, energia- ja ympäristötekniikka

2017

Marketta Virta

KIERTOTALOUDEN OPETTAMINEN

– Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristö

Marketta Virta

KIERTOTALOUDEN OPETTAMINEN

- Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristö

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten kiertotaloutta opitaan ja opetetaan parhaiten ja miten projektioppimisympäristö tukee ajattelutavan muutosta. Käytännön osuudessa tarkastellaan Turun ammattikorkeakoulun Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristöä nyky muodossaan ja esitellään kehitysehdotuksia projektioppimisympäristön toimintaan.

Opinnäytetyö tehdään Turun ammattikorkeakoulun Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmälle, joka järjestää muun muassa kiertotalousopetusta Turun ammattikorkeakoulussa. Kiertotalous eroaa normaalista lineaarisesta talousmallista, sillä jätettä ei synny, kun se minimoidaan jo tuotteiden suunnittelussa. Kiertotaloudessa raaka-aineet kiertävät suljetussa kierrossa ja jäte on arvokasta materiaalia uusien tuotteiden valmistuksessa.

Opinnäytetyön teoriaosa käsittelee kiertotalouden käsitettä ja lyhyesti ongelmalähtöisen oppimisen teoriaa. Empiriaosuudessa analysoidaan kirjallisuuskatsauksen avulla kiertotalouden opettamista ja esitellään Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmän vetäjän haastattelun perusteella Kiertotalous 2.0.

Kiertotalouteen liittyy monialaisuus, jaettu asiantuntijuus ja systeemiajattelu, jotka on otettava huomioon myös opetuksessa. Kiertotalouden ajatusmalli on helppo opettaa metaforien ja tarinoiden kautta. Ongelmalähtöinen oppiminen on merkittävässä asemassa, kun halutaan valmistaa opiskelijoita työelämän ja globaalin maailman jatkuviin muutoksiin.

Opinnäytetyössä annetaan kehitysehdotuksia Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristön toiminnalle. Esimerkiksi oppimisympäristön brändääminen opiskelijoiden työpaikaksi ja voimakas viestiminen houkuttelevat toimintaan mukaan eri alojen opiskelijoita, mikä tukee monialaisuutta ja jaettua asiantuntijuutta.

ASIASANAT:

kiertotalous, resurssitehokkuus, projektioppimisympäristö, ongelmalähtöinen oppiminen

Marketta Virta

EDUCATING FOR A CIRCULAR ECONOMY

- Case Kiertotalous 2.0 project learning environment

The purpose of the thesis was to determine how the circular economy should be educated, how students learn it best and how a project learning environment supports the change of mindset. The thesis also presents how the Kiertotalous 2.0 project learning environment at Turku University of Applied Sciences (TUAS) functions in its present form and how its function could be optimized.

The client of the thesis was the resource-efficient business research group of TUAS. The research group organizes circular economy education at TUAS, among other things. The circular economy differs from the linear economy since the waste does not arise when it is minimized as early as in the design of products. In circular economy, raw materials cycle in closed loops and waste is valuable material when manufacturing new products.

The theoretical part of the thesis covers the basics of circular economy and briefly the theory of problem-based learning. In the empirical part, the educating for a circular economy is analyzed by a literature review. In addition, the empirical part introduces the Kiertotalous 2.0 project learning environment.

Multidisciplinary, shared expertise and system thinking are related to circular economy and these matters should be considered also in education. The idea of circular economy is easy to teach through metaphors and stories. Problem-based learning plays an important role in preparing students for continuing changes in the global world and working life.

The thesis provides development propositions for the Kiertotalous 2.0 project learning environment. For example, investing in branding and advertising would attract students from different study fields, supporting multidisciplinary and shared expertise.

KEYWORDS:

circular economy, resource efficiency, project learning environment, problem-based learning

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	6
2 KIERTOTALOUS	8
2.1 Lineaarinen talousmalli	8
2.2 Kiertotalouden peruseriaatteet	10
2.3 Tuotteet palveluna	11
3 OPPIMINEN	13
3.1 Ongelmalähtöinen oppiminen ja innovaatiopedagogiikka	13
3.2 Turun ammattikorkeakoulun projektioppimisympäristöt	14
4 KIERTOTALOUDEN OPETTAMINEN	17
4.1 Opetussuunnitelmien haasteet	17
4.2 Vaadittavat taidot	18
4.3 Opettamisen ja oppimisen menetelmät	19
4.4 Täyden oppimisen yhteisö	21
4.5 Yhteenveto	22
5 KIERTOTALOUS 2.0	25
5.1 Projektioppimisympäristö nykymuodossaan	25
5.2 Projektioppimisympäristön kehittäminen	28
6 LOPUKSI	32
6.1 Tutkimuksen tarkoitus	32
6.2 Keskeiset tulokset	32
6.3 Tutkimuksen arviointi	33
LÄHTEET	35

KUVAT

Kuva 1. Jätehuollon etusijajärjestys (ELY-keskus).	9
Kuva 2. Jätehierarkia (Webster & Johnson 2008).	10
Kuva 4. Koulut ja korkeakoulut siirtymisessä täyden oppimisen yhteisöön (Webster & Johnson 2008).	22
Kuva 5. Kiertotalouden oppimisympäristössä työskentelevien roolit (Malve-Ahlroth ym. 2016).	26

TAULUKOT

Taulukko 1. Esimerkkejä Turun ammattikorkeakoulun projektioppimisympäristöistä vuonna 2016 (Lehto, Anttoni 2016).	15
Taulukko 2. Kiertotalouden opettaminen.	24

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Downcycling	Tuote menettää arvoaan kierrätyksessä
Lineaarinen talousmalli	Nykyinen talousmalli, jossa tuote hävitetään elinkaarensa loppupäässä
Projektioppimisympäristö	Opiskelijoista rakentuva monialainen tiimi, joka ratkoo ongelmia projektimaisessa ympäristössä
Resurssitehokkuus	Maapallon resurssien käyttö kestäväällä tavalla
Systemiajattelu	Ajattelumalli, jossa yksittäiset osat vaikuttavat kokonaisuuteen ja päinvastoin
Upcycling	Tuotteen arvo kasvaa kierrätyksessä

1 JOHDANTO

Rajalliset luonnonvarat ja alati kiihtyvä kulutus muodostavat yhtälön, joka on ratkaistavissa ainoastaan tuotteiden suunnittelua ja kulutustapoja muuttamalla. Raaka-aineita ei ole loputtomasti hukattavaksi jätteeksi. Vuoden 2016 alusta Suomessa astui voimaan kielto orgaanisen aineen kaatopaikalle läjittämisestä, minkä seurauksena sekajäte päätyy poltettavaksi polttolaitoksiin. Polttamisesta saadaan talteen energiaa, mutta samalla hukataan jatkuvasti materiaalia, jota voisi käyttää kokonaan tai osittain neitseellisen raaka-aineen korvaamiseksi.

Nykyään vallalla oleva lineaarinen talousmalli (ks. tarkemmin luku 2.1) ei anna sijaa tuotteen ja materiaalien kierrättämiselle. Tuotteet suunnitellaan ensisijaisesti yhtä käyttöä varten, ja tuotteen tullessa elinkaarensa päähän se hävitetään. Materiaaleja tai tuotteiden osia ei ole suunniteltu korjaamista tai vaihtamista varten: esimerkiksi monista matkapuhelimista ei saa akkua vaihdettua, ainakaan helposti.

Kiertotalouden avulla kertakäyttökulttuurista voidaan siirtyä talouteen, jossa resurssien käyttö on kestävä, materiaalit ja tuotteet kiertävät eivätkä päädy hävitettäväksi ensimmäisen käyttökertansa jälkeen (Sitra 2014, 4). Kiertotalous on vielä suhteellisen uusi ilmiö, mutta esimerkiksi Sitra ajaa vahvasti Suomea kiertotalouden suunnannäyttäjäksi. Sitran arvioiden mukaan kiertotalousajattelu tuo 1,5–2,5 miljardin euron edestä liiketoimintamahdollisuuksia (Sitra 2014, 63). Sitra julkaisi vuonna 2016 ensimmäisen kiertotalouden tiekartan, joka esittää konkreettisia toimia kiertotalouden edistämiseksi (Sitra 2016). Kiertotalous on vahvasti mukana myös Euroopan unionin toiminnassa. EU:n komissio julkaisi vuonna 2015 kiertotalouspaketin, jolla pyritään luomaan uusia työpaikkoja, kasvattamaan kilpailukykyä ja synnyttämään kestävä kasvua. (Euroopan komissio 2015.)

Kiertotalouden ajatusmaailma on hyvin erilainen lineaariseen talousmalliin verrattuna, ja sen toteutuminen vaatii sekä yksittäisten kuluttajien että yhteiskunnan ja yritysten muutosta. Koska kiertotalous vaatii radikaalin ja perustavanlaatuisen muutoksen ajattelutavassa, sen opetus ja oppiminen ovat ensiarvoisen tärkeitä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kiertotalouden opettamiseen korkeakouluissa ja tarkastellaan, 1) miten parhaiten opetetaan ja opitaan kiertotaloutta ja 2) miten projektioppimisympäristö tukee kiertotalouden opetusta ja ajattelutavan muutosta. Opinnäytetyössä esitellään, miten Turun

ammattikorkeakoulun Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmän nykyinen Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristö toimii ja miten sitä pitäisi kehittää. Kiertotalous 2.0 -oppimisympäristön nykyisen toiminnan kuvausta varten on haastateltu Turun ammattikorkeakoulun Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmän vetäjää Piia Nurmea.

Opinnäytetyö toteutetaan Turun ammattikorkeakoulun Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmälle. Tutkimusryhmä järjestää Turun ammattikorkeakoulussa kiertotalousopetusta monimuoto-opetuksena innovaatiopedagogiikkaa hyödyntäen. Monimuoto-opetukseen kuuluu tiivis yhteistyö Turun seudun yritysten kanssa muun muassa projektien muodossa. Valmistuvalla opinnäytetyöllä tutkimusryhmä pystyy jatkokehittämään kiertotalouden opetusta projektioppimisympäristössä.

Opinnäytetyön tutkimusstrategiana on tapaustutkimus ja tutkimusmenetelmänä kirjallisuuskatsaus. Tapaustutkimuksella saadaan yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa tietyistä tapauksesta, ja tavoitteena on tyypillisimmin ilmiöiden kuvailu (Hirsjärvi ym. 2009,134–135). Kuvailevaan kirjallisuuskatsaukseen ei liity tarkkoja sääntöjä. Tutkittava ilmiö kuvataan laaja-alaisesti ja tarvittaessa voidaan luokitella tutkittavan ilmiön ominaisuuksia.

Luvussa 2 esitellään kiertotalous ja tutustutaan lyhyesti oppimisen teoriaan ongelmalähtöisen oppimisen näkökulmasta. Luvussa 2 esitellään myös lyhyesti Turun ammattikorkeakoulun projektioppimisympäristöt. Luvussa 3 käydään läpi kiertotalouden opettamiseen liittyviä tutkimuksia ja artikkeleita, ja luvussa 4 esitellään nykyisen Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristön toiminta nyky muodossaan ja kehitysehdotukset. Viimeinen luku sisältää yhteenvedon opinnäytetyön tuloksista, analyysin tutkimuksen luotettavuudesta ja mahdollisista jatkotutkimusmahdollisuuksista.

2 KIERTOTALOUS

2.1 Lineaarinen talousmalli

Nykyisessä lineaarisessa talousmallissa tuote käy elinkaarensa aikana kolme vaihetta: se valmistetaan, sitä käytetään tietyn ajan ja elinkaarensa lopussa se hävitetään. Talousmalli perustuu kulutukseen eivätkä toimet resurssitehokkuuden lisäämiseksi lopulta ehkäise merkittäviä menetyksiä arvoketjussa. (EMF 2013, 14.) Lineaarinen talousmalli on seurausta halvoista ja runsaista luonnonvaroista, joita yritykset ovat voineet hyödyntää tuottaessaan kuluttajille loputtomasti uusia tuotteita. Lineaarinen talousmalli ei anna sijaa ympäristövaikutuksille tai tuotteen elinkaaren loppupäälle. (Lacy & Rutqvist 2015, 4.) Talousmalli altistaa yritykset riskeille, kun raaka-ainekustannukset nousevat. Raaka-ainekustannukset nousevat entisestään raaka-aineiden kysynnän lisääntyessä väestönkasvun, kehitysmaiden elintason paranemisen ja kaupungistumisen seurauksena. (Sitra 2014, 6; EMF 2013, 14.)

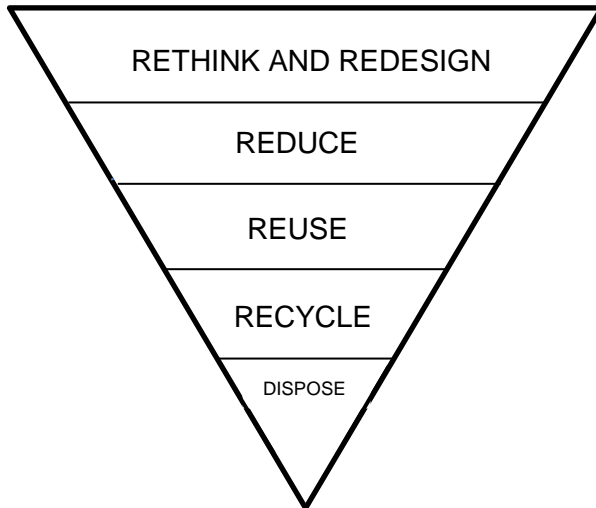
Lineaarisen talousmallin mukaisessa tuotannossa materiaalia joutuu hukkaan monessa eri vaiheessa. Jo tuotantoketjussa käytetään joka vuosi 21 miljardia tonnia materiaalia, joka ei päädy varsinaiseen lopputuotteeseen. (EMF 2013, 15.) Oma lukunsa on jäte, joka syntyy tuotteen elinkaaren lopussa. Euroopan unionin alueella tuotettiin vuonna 2014 jätettä 2,6 miljardia tonnia. Tästä tuotannon osuus oli 9,8 prosenttia, rakentamisen osuus 33,5 prosenttia ja kaivostoiminnan osuus 29,8 prosenttia. Kotitalouksista jätettä syntyi 8,1 prosentin edestä. (Eurostat 2016.) Suomessa yhdyskuntajätettä eli kotitalouksissa syntynyttä tai kotitalousjätteisiin verrattavaa ja kunnan jätehuollon piirissä olevaa jätettä syntyi vuoden 2015 aikana 2,7 miljoonaa tonnia. Tästä noin 9 prosenttia sijoitettiin kaatopaikalle ja yli 90 prosenttia hyödynnettiin joko materiaalina tai energiana. Tilastokeskuksen julkaisussa todetaan, että kiertotalous on yhdyskuntajätteiden osalta lopuillaan, koska kaatopaikalle päätyy niin vähän jätteestä. (SVT-1; SVT-2.) Kuitenkin yli puolet jätteistä poltetaan eikä energiahyötykäyttö ole varsinaista kiertotaloutta.

Polttamalla jätteet saadaan talteen osa tuotteen sisältämästä energiasta, joka kaatopaikalle läjitettynä useimmissa tapauksissa hukattaisiin kokonaan (EMF 2013, 16). Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98/EC) mukaan EU:n jäsenvaltioiden tulee soveltaa etusijajärjestystä jätelainsäädännössään (kuva 1). Ensisijaisesti tulee välttää jätteen syntyä, toissijaisesti valmistella jäte uudelleenkäyttöön. Materiaalikierrätys on hierarkiassa kolmantena ja vasta neljäntenä, jos mikään edellä mainituista ei onnistu, on jätteen muu hyödyntäminen, mukaan lukien energiahyötykäyttö. (Jätelaki 646/2011.)



Kuva 1. Jätehuollon etusijajärjestys (ELY-keskus).

Pelkkä materiaalihyötykäyttökään ei edistä varsinaista kiertotaloutta, mikäli jäte kierrätetään liian matala-arvoisen kierron kautta. Arvoa hukkaantuu, kun kierrättäminen nähdään pelkästään raaka-aineen kierrättämisenä. (Sitra 2014, 4.) Ensisijaisesti tulisikin keskittyä tuotteen uusiokäyttöön tai uudelleen valmistamiseen. Kasvava kierrätys helpottaa painetta lineaarisessa talousmallissa tiettyyn pisteeseen asti. Kierrätys ei kuitenkaan ehkäise jätteen syntyä eikä auta yrityksiä hyödyntämään tuotteen sisältämää arvoa. (Lacy & Rutqvist 2015, 9.) Kierrätys vaatii energiaa ja prosessointia ja kierrätyksen seurauksena materiaalista tulee vähemmän arvokasta. Kierrätys onkin usein downcyclingiä eli tuotteen arvo alenee. Silti kierrätystä pidetään tavoiteltavana, ja se on symbolinen termi, vaikka jätehierarkian mukaan esimerkiksi uudelleenkäyttöön valmistelun tulee tapahtua ennen kierrätystä. (Kuva 2; Webster & Johnson 2008, 25, 39.)



Kuva 2. Jätehierarkia (Webster & Johnson 2008).

Jätteiden mukana hukataan joka vuosi noin 835 miljardia euroa, koska kierrätysmäärät ovat vielä maailmanlaajuisesti suhteellisen alhaisia. Määrä vaihtelee alueittain. Esimerkiksi Kiinan arvioitu vuosittainen hukka on noin 125 miljardia euroa, kun Saksassa vastaava on noin 17 miljardia euroa. (Lacy & Rutqvist 2015, 8–9.)

2.2 Kiertotalouden peruseriaatteet

Suurin osa maapallon luonnollisista ekosysteemeistä saa alkunsa auringosta. Luonnossa jäte on ruokaa. Luonnon systeemit ovat itseään ylläpitäviä ja runsaita. Kaikki ovat sidoksissa toisiinsa, ja suljettu kierto takaa dynaamisen tasapainon ja jatkuvuuden systeemeissä. Myös taloudessa on mahdollista ottaa mallia luonnollisista ekosysteemeistä: Teolliset tuotteet ja systeemit suunnitellaan ja kehitetään jäljittelemään luonnon ekosysteemien suljettuja kiertoja. Jätettä ei synny, kun aikaisemmin jätteenä pidetyt materiaalit päätyvät takaisin teollisuuteen suljetussa kierrossa, arvokkaina ja helposti saatavina ”ravinteina”. (Webster & Johnson 2008, 15.) Tällainen ajattelumalli on kiertotaloutta.

Kiertotalous perustuu muutamaan peruseriaatteeseen: 1) Jo tuotteen suunnittelussa tulee ottaa huomioon jätteen minimoiminen. Jätettä ei synny, jos tuotteen komponentit on suunniteltu sopimaan materiaalikiertoon, purkamiseen tai entisöintiin. Materiaalit pyritään kierrättämään niin, että niiden arvo säilyy mahdollisimman korkeana. 2) Tuotteen elinkaari pitenee muunneltavuudella. Tuotteet suunnitellaan niin, että niitä on mahdollista

päivittää ja uudistaa ilman, että koko tuotetta pitää vaihtaa. 3) Uusiutuva energia on kiertotalouden peruspilari, sillä se on jo itsessään luonteeltaan kiertävää. 4) Jotta osien vaikutusta toisiinsa kokonaisuutena voidaan ymmärtää, tarvitaan systeemiajattelua. 5) Koko kiertotalouden idea kiteytyy kykyyn palauttaa tuotteiden ja palveluiden jäte turvallisesti osaksi ravinneketjua. Upcyclingin avulla parannukset tuotteiden laatuun ovat mahdollisia. (EMF 2013, 22–23; Sitra 2014, 4.) Kiertotaloutta ei tule nähdä pelkästään materiaalien kierrättämisenä, sillä päätavoitteena on vähentää ja poistaa jätevirtoja. Kiertotalouden koko potentiaalia ei voida hyödyntää, mikäli jämähdetään vain materiaalien kierrättämiseen. Muutoksen on tapahduttava jo tuotteiden suunnittelussa.

Sitra on selvittänyt raportissaan (2014) kiertotalouden tuomia mahdollisuuksia Suomessa eri toimialoilla. Sitran mukaan muun muassa konepajateollisuuden kilpailukyky paranee, paperiteollisuus saa sivuvirroista merkittävää arvopotentiaalia ja rakennusteollisuudessa kannattaa keskittyä olemassa olevan rakennuskannan maksimointiin. Vuonna 2016 Sitra julkaisi tiekartan kiertotalouteen: tiekartan avulla Sitra pyrkii nostamaan Suomen kiertotalouden kärkimaaksi vuoteen 2025 mennessä. Kiertotaloutta edistetään aluksi viidellä painopistealueella: 1) kestäväällä ruokajärjestelmällä, 2) metsäperäisillä ja 3) teknisillä kierroilla, 4) liikkumisella ja logistiikalla ja 5) yhteisillä toimenpiteillä, kuten lainsäätäjien, yritysten, yliopistojen ja kansalaisten avulla. Systeminen muutos edellyttää koko yhteiskunnan osallistumista muutokseen sektori- ja toimialarajojen yli. (Sitra 2016, 12–13.)

2.3 Tuotteet palveluna

Kiertotaloudessa ei omistaminen ole samaa kuin lineaarisessa taloudessa. Maahan tuojat ja tuotteen valmistajat säilyttävät omistajuuden tuotteeseen ja joissain tapauksissa ovat pikemminkin palveluntarjoajia, jotka myyvät oikeuden käyttää tuotetta, kuin tuotteen valmistajia (EMF 2013, 22). Esimerkiksi kuluttajan ei ole pakko ostaa pesukonetta omaksi, vaan koneen voisi liisata maksamalla siitä kuukausittainen maksu. Maksu perustuu siihen, miten paljon pesukonetta käyttää. Pesukoneessa olisi laskin, jonka mukaan käytöstä laskutetaan. Valmistajalla säilyisi omistusoikeus pesukoneeseen, joten valmistaja myös korjaisi sen ilman, että kuluttajan pitää siitä maksaa. (Webster & Johnson 2008, 82.) Kun yritykset alkavat kaupata tuotteitaan palveluna, niiden täytyy kiinnit-

tää huomiota tuotteiden ominaisuuksiin, laadukkuuteen ja kestävyYTEEN. Asiakas maksaa käytöstä eikä tuotteesta, eikä ole tarkoituksenmukaista, että tuotetta pitää korjata tasaisin väliajoin.

On jo olemassa yrityksiä, jotka ovat muuttaneet ajattelutapaansa tuotteistaan. Esimerkiksi Philips on alkanut markkinoida valaistusta palveluna (*light as a service*) konseptissa, jossa yhtiö tarjoaa asiakkaalle valaistusta varsinaisten valonlähteiden sijaan. Asiakas maksaa käyttämästään valosta, mutta Philips omistaa kaikki tuotteet. Philips on vastuussa systeemin toimivuudesta ja sen uudelleenkäytöstä ja kierrättämisestä. Valosysteemi on käytössä esimerkiksi Amsterdamin Schipholin lentokentällä, jossa systeemi on liisattu Philipsiltä tietyn ajan. Sopimuksen päättyessä kaikki valaistussysteemin osat käytetään uudelleen muualla, kun ne on ensin päivitetty. (Philips 2015.)

3 OPPIMINEN

3.1 Ongelmalähtöinen oppiminen ja innovaatiopedagogiikka

Ongelmalähtöinen oppiminen (*problem based learning*, PBL) perustuu työelämän tilanteisiin, jossa ongelmat eivät noudata oppiaineiden tai tieteenalojen rajoja. Koulutuksessa on opittava ratkaisemaan ongelmia sellaisessa muodossa kuin ne tulevaisuudessa tulevat vastaan, usein moniammatillisissa työyhteisöissä. Koulutuksen ja työn välistä rakoja voidaan pienentää ongelmalähtöisen oppimisen avulla. (Poikela & Nummenmaa 2002, 37–38.)

Alati muuttuvassa maailmassa koulutuksella hankittu tieto vanhenee nopeasti eikä työn vaatimia taitoja voi enää tuottaa vain formaalisen koulutuksen avulla. Työelämässä vaaditaan uudenlaisia taitoja, kuten itsenäistä tiedonhankintaa ja soveltamista, ongelmanratkaisua, yhteistoimintaa, moniammatillista osaamista ja kykyä oppia jatkuvasti. Perinteisesti oppimista käsittelevä tutkimus on ollut kiinnostunut yksilön oppimisesta, mutta myös ryhmän, yhteisön, organisaation ja asiantuntijaverkoston vuorovaikutuksessa tieto ja osaaminen kasvavat. (Poikela & Nummenmaa 2002, 35.)

Ongelmalähtöisen oppimisen lähtökohtana on, että oppimista tapahtuu aktiivisten ja itsenäisten oppijoiden ratkaistessa yhdessä ongelmia ja tutkiessa oman ajattelunsa taustalla olevia uskomuksia ja oletuksia. Ongelma voi olla oppimisen tarkoituksesta ja tavoitteesta riippuen skenaario, lähtökohta tai strukturoitu ongelma. (Poikela & Nummenmaa 2002, 38.)

Perinteisen oppimisajattelun mukaiset kurssit on helppo järjestää, sillä ne ovat rutiinia. Sisältö määräytyy opetussuunnitelmien mukaan, ja opetus on sekoitus luentoja, oppitunteja ja ohjattua itseopiskelua. Ongelmalähtöisten kurssien opetus on innovatiivista, ongelmanratkaisua korostavaa, ja se pyrkii kehittämään uusia opetus- ja arviointitapoja. Kurssia ei voi suunnitella tai toteuttaa rutiininomaisesti. (Little & Sauer 1999, 104–105.)

Ongelmaperusteisessa oppimisympäristössä toiminnan keskiössä on ongelmanratkaisun ympärille rakennettu oppimisprojekti. Poikelan ja Nummenmaan (2002, 39) mukaan ongelmaperusteisessa oppimisympäristössä tutoropettajalla on tärkeä rooli opiskelijoiden oppimisprosessissa. Tutoropettajan tärkein tehtävä on opiskelijan omaehtoisen oppimisen edistäminen.

Turun ammattikorkeakoulussa sovelletaan oppimis- ja opetusmenetelmiä, jotka perustuvat innovaatiopedagogiikkaan. Koulutuksen on pystyttävä vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin, kuten globalisaatioon, teknologian kehittymiseen ja ikääntymiseen. Tiedon omaksuminen ei riitä vaan on osattava soveltaa ja mukautua sekä ymmärrettävä, minikälaiselle uudelle tiedolle on tarve. Innovaatiopedagogiikka määrittelee uudella tavalla tiedon omaksumisen, tuottamisen ja käyttämisen, jotta saadaan aikaan innovaatioita. Innovaatiopedagogiikka kytkeytyy sekä perinteiseen luokkaopetukseen että verkko-opintoihin. Se muuttaa oppimista, mutta myös opettamista esimerkiksi yhteisopettajuuden kautta. (Komulainen ym. 2016; Konst ym. 2016.)

Innovaatiopedagogiikka nivoo oppimisen, uuden tiedon tuottamisen ja soveltamisen, ja uutta tietoa aletaan soveltaa saman tien. Innovaatiopedagogiikka lähestyy oppimista ja opetusta työelämälähtöisestä ja tutkimus- ja kehittämisosaamista painottavasta näkökulmasta. Opiskelija ottaa itse vastuun oppimisestaan, ja kun opiskelija on valmistunut, hänen ammattitaitonsa on innovatiivista ja kehittämisorientoitunutta. (Penttilä ym. 2009, 19.)

3.2 Turun ammattikorkeakoulun projektioppimisympäristöt

Projektioppimisympäristöllä (jäljempänä POY) tarkoitetaan opiskelijoista koostuvia monialaisia tiimejä, jotka ratkovat todellisia ongelmia pedagogisessa ympäristössä (Lehto 2016). Turun ammattikorkeakoulussa on useita projektioppimisympäristöjä (POY), jotka esitellään taulukossa 1 lyhyesti (esimerkkejä vuoden 2016 tilanteesta). POY:n avulla opiskelijat voivat luoda itselleen persoonallisen opintopolun, mikä kasvattaa merkityksellisuuden tunnetta opintojen aikana. (Lehto 2016, saatu sähköpostilla 24.5.2017.)

Taulukko 1. Esimerkkejä Turun ammattikorkeakoulun projektioppimisympäristöistä vuonna 2016 (Lehto, Anttoni 2016).

POY:n nimi	Miten ympäristö toimii?	Fyysinen paikka
Kiertotalous 2.0	Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmän ympärille muodostunut joustava, aktiivinen ja toimelias ryhmä, jossa opetukseen sidottua opiskelija-yritysyhteistyötä. Leirejä, pajoja, harjoitteluja jne.	Sepänkatu 1, Turku
Future Product Processes in Action (TTI Design Studio)	Tulevaisuuden tuoteprosessit -tutkimusryhmän ohjaama POY, autenttinen teollisuusympäristö, joka hyödyntää moderneja teknologioita.	Koneteknologiakeskus/Lemminkäisenkatu 28, Turku
The Firma	ICT-palveluyrityksen kaltainen oppimisympäristö, jonka pelisäännöt, organisoituminen ja toiminnan luonne simuloi työelämän aitoja rooleja ja vastuita.	ICT-city/Joukahaisenkatu 3 C, Turku
Turku Game Lab	Toiminnassa keskitytään opetuksen tukitoimintojen lisäksi TKI-toimintaan, jonka avulla pyritään tukemaan erityisesti alueen elinkeinoelämän kehittymistä tuottamalla palveluja erilaisten projektien muodossa.	ICT-talo, Turku
LeanInno	Turun AMK:n innovaatio-osaamisen kehittämissympäristö, jonka tavoitteena on kouluttaa uusia kehittämis- ja innovaatio-osaajia eri korkeakoulujen ja innovaatiotoimijoiden yhteistyönä.	Ei omaa tilaa
BisnesAkademiat	Opiskelija suorittaa kaikki ammatti- ja syventävät opintonsa BisnesAkatemiassa toisesta opiskeluvuodesta lähtien.	Ylhäistentie 2, Salo ja Lemminkäisenkatu 30, Turku
Guru / Meedio (yhdistyvät vuonna 2016)	Taideakatemian viestinnän oppimisympäristö Meedio hoitaa kaiken Taideakatemian ulkoisen viestinnän. Mainonnan suunnittelijoiden mainostoimisto Guru tekee mainonnan sisältöjä ulkopuolisille asiakkaille ja AMK:lle. Yhdistyessään yhdeksi mediatoimistoksi oppimisympäristöt tuottavat viestintä- ja mediapalveluja Taideakatemian lisäksi koko AMK:lle ja ulkopuolisille asiakkaille.	Lemminkäisenkatu 30, Turku

POY:ssä opiskelijat työskentelevät aitojen toimeksiantojen parissa. Toimeksiannot tulevat alueellisilta yhteistyökumppaneilta tai Turun ammattikorkeakoulun TKI-hankkeilta

(tutkimus, kehitys ja innovaatiot). Oppimisympäristöt vievät innovaatiopedagogiikan periaatteita eteenpäin. Toimiva POY vaatii kuitenkin suunnittelua ja alituista mukautumista. Oppimisympäristöjen avulla voidaan lisätä opiskelijoiden persoonallisia opintopolkuvaihtoehtoja, ja opettajien ja opiskelijoiden liikkuvuus projektioppimisympäristöjen välillä lisää monialaisuutta. (InnopedaOPS, saatu sähköpostilla Piia Nurmelta 24.5.2017.)

4 KIERTOTALOUDEN OPETTAMINEN

4.1 Opetussuunnitelmien haasteet

Opetussuunnitelmat ovat keskeisiä, kun mietitään, mitä kouluissa ja korkeakouluissa opetetaan. Heinrich (2016) kysyy, ovatko nykyiset oppimismenetelmät lineaarisia ja soveltumattomia tulevaisuuden talouteen. Webster ja Johnson (2008, 98) toteavat, että nykyinen koulutus vaikuttaa lineaariselta tuotantolaitokselta: Opiskelija saapuu tuotantolaitoksen linjaston alkupäähän ja kulkee linjastoa pitkin samalla, kun hänelle syötetään yksipuolisesti tietoa. Linjaston loppupäässä opiskelija on valmis tuote.

Cleveland ym. (1997) on kehittänyt epälineaarisen organisatorisen oppimisen mallin. Epälineaarissa oppimisessa ei syötteen ja ulostulon (input, output) välillä ole suhdetta: pienelläkin syötteellä voi saavuttaa valtavia tuloksia ja toisin päin. Tällaisessa epälineaarissa oppimismallissa oppijoille tarjotaan monipuolisesti erilaisia syötteitä, erilaiset oppijat seuraavat erilaisia opintopolkuja, oppimisen tulokset eivät ole ennustettavissa, oppiminen on itseohjautuvaa ja riippuu oppijan aktiivisuudesta, roolit ovat joustavia ja oppijat kehittyvät yhdessä oppimisyhteisössä. (Webster & Johnson 2008, 99.) Kiertotalouden oppimista voi kuvata kehänä, jossa opettaja ja opiskelija ovat dialogissa toistensa ja kontekstin kanssa. Opiskelija on osallistuja, ei objekti eikä koneen osa. (Webster & Johnson 2008, 99.)

Kiertotalous voi olla vaikea sisällyttää arviointiperusteisiin opetussuunnitelmiin, sillä kiertotalouden oppimista ei voida mitata samalla tavalla kuin matematiikan tai kemian oppimista. Kiertotalous ei myöskään sovi täysin mihinkään oppiaineeseen, ja siksi sen opettaminen vaatii opettajilta yhteistyötä ja viestintäkykyä. Oppiainerajojen rikkominen on tärkein keino tuoda kiertotalous opetussuunnitelmiin. (Nicolson 2016.)

Nicolsonin (2016) mukaan laadukkaassa opetussuunnitelmassa perehdytään paikallisiin ja maailmanlaajuisiin haasteisiin ja kehitetään monitieteistä ymmärrystä. Monitieteinen ymmärrys on ensiarvoisen tärkeää, kun tarkastellaan monimutkaisia ongelmia, kuten köyhyyttä ja ilmastonmuutosta. Opetuksessa ei tulisi keskittyä arvioimaan, onko jokin vaihtoehto hyvä vai huono. Sen sijaan tulisi syventyä testaamaan ajatuksia erilaisissa viitekehyksissä ja miettiä, onko esimerkiksi kierrätys järkevää eikä vain todeta, että se on järkevää. (Webster & Johnson 2008, 40.)

Nicolsonin (2016) mukaan eri alojen opettajien voi olla vaikeaa löytää aikaa ja tietotaitoa opettaa syvempää ymmärrystä kiertotaloudesta, ja siksi voikin olla hyvä järjestää lyhyitä tai pitkiä erikoistumiskursseja. Joustavuus on elintärkeää, jotta opiskelijoille voidaan tarjota kursseja, jotka vastaavat heidän tarpeitaan. Haasteena on tällöin laatia tarkoituksenmukaiset ja oppimista tukevat arviointiperusteet.

4.2 Vaadittavat taidot

Ympäristöosaajat2025-projektissa selvitettiin ympäristö-, luonto- ja energia-alojen vaatimia osaamistarpeita tulevaisuudessa. Projektin aikana tehdyissä haastatteluissa tuli esille monialaisuus ja jaettu asiantuntijuus. Tulevaisuuden ympäristöongelmia eivät ratkaise pelkästään luonnontieteilijät ja insinöörit vaan myös yhteiskuntatieteellistä osaamista, käyttäytymistieteellistä osaamista, talousosaamista, muotoiluosaamista ja tietoteknistä osaamista tarvitaan monitahoisten ongelmien ratkaisuun. Koulutuksen tulisi tarjota mahdollisuuksia ongelmalähtöiseen oppimiseen ja kehittää kykyjä tuoda omaa osaamista esille niin, että se on yhteisesti käytettävissä. (Lundgren 2012, 40–41.)

Pohdittaessa kiertotalouden opettamista herää kysymys opetuksen sisällöstä. Kiertotalouden oppimiseen liittyy keskeisesti systeemijattelu: miten yksittäiset osaset vaikuttavat toisiinsa kokonaisuutena ja miten kokonaisuus vaikuttaa yksittäisiin osasiin. Opiskelijoiden on tärkeää kehittää taitoja, joita vaaditaan monitieteisten linkkien muodostamiseen. (Nicolson 2016.) Kontekstin ja sisällön linkittäminen on tärkeää (Heinrich 2016).

Sosiaaliset verkostot, erilaisuuden ymmärtäminen ja vuorovaikutustaidot synnyttävät uutta luovia ideoita ja oivalluksia. Myös kyky ymmärtää kulttuurisia ja rakenteellisia muutoksia on oleellista modernissa yhteiskunnassa. Yksilöt ovat osa laajempaa järjestelmää, joka vaikuttaa yksilöiden toimintamahdollisuuksiin. Kokonaisuuden ja niiden osien välisten suhteiden ymmärtäminen systeemeissä, joissa yksilö on osallisena, on tärkeä taito, jotta yksilö kykenee tarkoituksenmukaiseen toimintaan ja ongelmanratkaisuun. (Mononen ym. 2016, 298.)

Gloaalissa maailmassa ei riitä, että omaksuu tulevaan ammattiin liittyvää teoreettista tietoa vaan pitää olla valmis mukautumaan taloudellisiin, poliittisiin, tieteellisiin ja teknologisiin muutoksiin ja lisäksi osallistuttava muutoksen edistämiseen, kohtuullistamiseen

tai hidastamiseen. Sopeutuminen ja osallistuminen muutokseen ja itseohjattuun oppimiseen liittyvät toisiinsa. Kumpikin vaatii viestintätaitojen, kriittisen ajattelun, loogisen ja analyyttisen ongelmien lähestymistavan, perustellun päätöksenteon ja itsearviointin kehittämistä. (Engel 1999, 33–34.)

4.3 Opettamisen ja oppimisen menetelmät

Websterin ja Johnsonin (2008, 30) mukaan kiertotalouden kaltaista täysin uutta ajattelumallia kannattaa opettaa kontekstiajattelun kautta. Kun uuden asian liittämistä tuttuun kontekstiin, asian omaksuminen on helpompaa. Kertomukset ja analogiat jäävät ihmisten mieliin helpommin, ja siksi kiertotalouden opettamisessa on hyvä hyödyntää tarinoita ja metaforia. Uudet viitekehykset ja konseptit tulevat järkeviksi, kun ne linkittää tuttuihin konsepteihin: esimerkiksi maatuvat lehdet ja kukat eivät ole jätettä vaan ruokaa, teolliset tuotteet ovat ravinteita ja talous elävä systeemi, ei kone.

Viitekehykset määrittävät sen, mitä pidetään tärkeänä ja merkityksellisenä. Modernissa maailmassa hallitsevana viitekehysenä on 'luonto loppumattomana resurssina' (*Nature as Unlimited Resource*). Ajatusmalli on lineaarinen ja mekaaninen, ja sen mukaan tuotteiden elinkaari kulkee niin sanotusti kehdestä hautaan. Kiertotaloutta tulee opettaa eri viitekehuksesta. Esimerkiksi 'luonto esimerkkinä' -viitekehys (*Nature as Teacher*) antaa mahdollisuuden testata ja synnyttää ideoita. Se rajaa olemassa olevat ongelmat eri tavalla: olemassa olevat mallit esimerkiksi jäteongelmaa kohtaan keskittyvät yksilön tapojen muuttamiseen kestävämmäksi tai jätteiden lajitteluun ja keräykseen eli lineaariseen malliin, jossa keskitytään jätteiden vähentämiseen. Jäte on ruokaa -mallista voi kuitenkin nousta erilaisia kysymyksiä ongelman käsittelyyn: Miksi pakkaukset eivät ole kompostoitavia? Miten arvokkaiden, kalliiden ja usein öljypohjaisten resurssien hävittäminen polttamalla tai kaatopaikalle läjittämällä voi olla kannattavaa liiketoimintaa? Onko kierättäminen aina järkevää energian ja resurssien kannalta? (Webster & Johnson 2008, 14, 30, 139.) Uudet viitekehykset tarjoavat oppijoille haasteita ja uusien näkökulmien etsimistä vanhojen tuttuun sijaan.

Uusien asioiden oppiminen, omaksuminen ja käytöksen muuttaminen pelkän ulkoa oppimisen sijaan vaatii muutakin kuin yksipuolista syötettä. Sipos ym. (2008, 69) esittelee artikkelissaan transformatiivisen kestävyuden oppimisen (*transformative sustainability*

learning, TSL). TSL on sarja oppimistavoitteita, jotka vastaavat kognitiivista (*head*), psykomotorista (*hands*) ja tunteellista (*heart*) oppimisaluetta. Ne johtavat henkilökohtaisiin kokemuksiin ja syvällisiin muutoksiin tiedoissa, taidoissa ja asenteissa, jotka liittyvät ekologiseen, sosiaaliseen ja ekonomiseen oikeudenmukaisuuteen. Sipoksen ym. (2008, 70) mukaan monet nykyajan sosiaaliset ja ekologiset ongelmat, kuten ilmastonmuutos, tuoterot ja aliravitsemus, ovat korkeakoulutettujen ihmisten toimien aiheuttamia. Koulutusta tulee kehittää niin, että se tukee kestävyttä kestäättömyyden sijaan. Kun koulutus onnistuu vaikuttamaan sekä kognitiivisiin, psykomotorisiin että tunteellisiin oppimisalueisiin, voidaan muuttaa asenteita ja sitä kautta tulevaisuuden ongelmia ratkovien asiantuntijoiden toimia. Tähän vaaditaan myös systeemiajattelun opetusta. Yksilöiden valinnoilla on merkitystä kokonaisuuden kannalta.

Varen ja Scottin (2008) mukaan kestävä kehitys voi opettaa ja oppia kahdella tavalla: oppimalla kestävä kehitys *varten* (*learning for*, ESD 1) ja oppimalla *kestävään kehitykseen* (*learning as*, ESD 2). ESD 1 käsittää tutut tavat lisätä tietoisuutta ja määritellä tuotteita ja palveluita, jotka pienentävät ekologista jalanjälkeä (esimerkiksi kierrätys). ESD 1 pyrkii vaikuttamaan edistämällä positiivista käytöstä, ja käytöksellä on usein positiivisia vaikutuksia niin organisaatioille, yksilöille kuin ympäristöllekin. (Vare & Scott 2008, 3.)

ESD 1 sopii vain tilanteisiin, joissa tarve on selkeä ja yhteisesti hyväksytty. Esimerkiksi Afrikan rokotusohjelmia vastaan on vain muutamia hyviä argumentteja. Kaikki ongelmat eivät kuitenkaan ole suoraviivaisia, ja siksi tarvitaan myös oppimista kestäväan kehitykseen. Vare ja Scott antavat tästä esimerkkinä Reilun kaupan, joka on suosittu teema kouluissa ja organisaatioissa. Reilun kaupan tuotteiden ostamista pidetään automaattisesti positiivisena asiana, ESD 1:n mukaisesti, kun oppijoita ei kehoiteta ajattelemaan itse ja punnitsemaan vaihtoehtoja. Kuitenkin myös Reilulla kaupalla on kääntöpuolensa. (Vare & Scott 2008, 5–6.)

ESD 2 pyrkii edistämään kykyä arvioida kriittisesti asiantuntijoiden lausuntoja ja sitä kautta motivoitua tekemään vastuullisempia valintoja elämän eri osa-alueilla. ESD 1:ä ja ESD 2:a ei kuitenkaan pidä nähdä erillisinä vaan pikemminkin saman asian kääntöpuolina. ESD 1 avaa silmät faktoille, argumenteille ja asioiden välisille yhteyksille, kun ESD 2 auttaa ymmärtämään ja lukemaan tekstiä ja kasvattaa taitoja, itseluottamusta ja motivaatiota olla tehokkaita oppijoita koko eliniän ajan. Jos opetetaan vain ESD 1:n mukaan, törmätään kahteen ongelmaan: Ihmiset harvoin muuttavat käytöstään sen takia, että

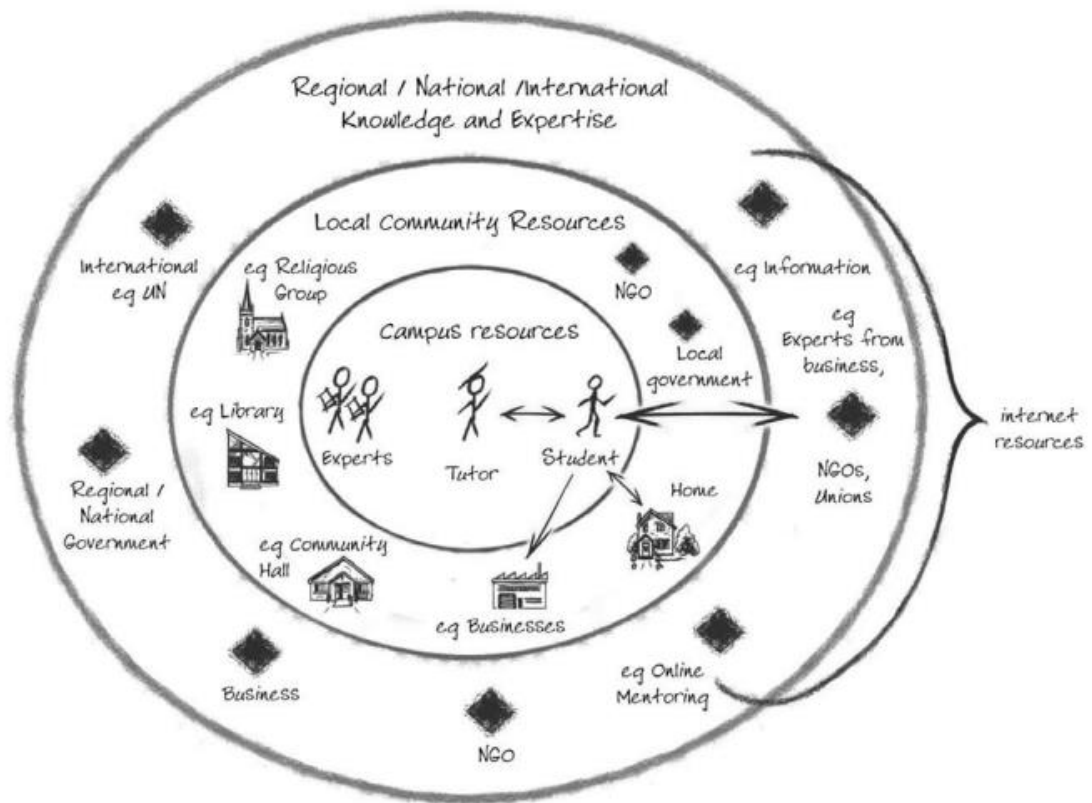
heiltä pyydetään tekemään niin. Lisäksi opetustapa usein vähentää kriittistä ajattelukykyä eikä käytöksen muuttaminen onnistu. (Vare & Scott 2008, 3–4, 9.)

4.4 Täyden oppimisen yhteisö

Webster ja Johnson (2008, 119–122) esittelevät neljä vaihetta kestävän kehityksen opettamiseen. Vaiheeseen 1 kuuluvat kaikki ne toimet, joita on yleensä jo totuttu tekemään, kuten kierrättäminen. Vaihe 1 keskittyy yksilön käytöksen muuttamiseen. Vaiheessa 2 tehdään energiaa säästäviä hankintoja: mietitään energiaa säästäviä valaistusratkaisuja, pyritään vähentämään hiilijalanjälkeä ja pohditaan keinoja paperin vähentämiseen. Opetussuunnitelmassa vaihe 2 näkyy siten, että tutkitaan ekonomisia ja sosiaalisia vaikutuksia. Vaiheessa 2 pohditaan kriittisesti vaiheen 1 menetelmiä, kuten kierrätystä ja sitä, mitä merkitystä erilaisilla toimilla on (vrt. luvussa 4.3 esitellyt ESD 1 ja ESD 2).

Vaiheessa 3 kouluissa tarkastellaan erilaisten projektien avulla, miten voidaan tehdä merkittäviä leikkauksia hiilipäästöihin. Koulurakennus itsessään tukee opetusta: se ilmentää ja antaa esimerkin koulun operaatioihin. Suljettu kierto -mallin rooli ja käytännöllisyys demonstroidaan ympäri koulua, ja se myös tulee osaksi opetussuunnitelmaa keskusteluna designista ja teknologiasta, bisneksestä, tieteestä, humanismista ja taloudesta. Kaiken kaikkiaan vaiheessa 3 valmistaudutaan muutokseen keskustelemalla muutoksesta vähähiiliseen tulevaisuuteen ja valinnoista, joita pitää tehdä. Vaiheessa 4 koulun ja yhteiskunnan raja hämärtyy, kun paikalliset, käytännölliset ja ammatilliset taidot sekoittuvat osa-aikaiseen opettamiseen. Systemiajattelu on suosittu ajattelumalli, kun suunnitellaan opetussuunnitelmaa. Koulurakennukset tuottavat enemmän energiaa kuin käyttävät ja tehostavat biodiversiteettiä ja sosiaalista pääomaa. Opetussuunnitelma keskittyy muutoksen opetteluun ja on personoitu. Rakennukset ja opetustilat ovat joustavia ja muunneltavia. (Webster & Johnson 2008, 119–122.)

Kuvassa 4 havainnollistetaan koulua, joka toimii vaiheiden 3 ja 4 mukaisesti. Yhteisön keskellä on koulun resurssit asiantuntijoineen ja tutoreineen, mutta opiskelija mahdollisuus saada opetusta ja tukea muualtakin kuin koulun sisältä ja olla vuorovaikutuksessa yhteiskunnan kanssa. Koulun henkilökunta jakaa opetusroolin muiden sidosryhmien kanssa. (Webster & Johnson 2008, 124.)



Kuva 3. Koulut ja korkeakoulut siirtymisessä täyden oppimisen yhteisöön (Webster & Johnson 2008).

Webster ja Johnson (2008, 119) toteavat, että siirtyminen kestävään koulutukseen on pitkä ja vaikea prosessi. Koulutuksen pitäisi tietoisesti sallia muutos vähähiiliseen yhteiskuntaan kehittämällä kriittistä ajattelukykyä ja käytännön menetelmiä kouluissa ja yhteiskunnassa.

4.5 Yhteenveto

Taulukkoon 2 on koottu edellä esitellyt opetussuunnitelmiin, vaadittaviin taitoihin, opettamisen ja oppimisen menetelmiin ja täyden oppimisen yhteisöön liittyvät keskeisimmät huomiot.

Nykyiset opetussuunnitelmat voivat joissain tapauksissa olla lineaarisia, mutta kiertotalouden opettaminen vaatii oppiainerajojen rikkomista ja opettajien aktiivista yhteistyötä ja viestintää. Kehäoppimisessa opiskelija on dialogissa opettajan ja kontekstin kanssa,

oppiminen on itseohjautuvaa ja itselleen on mahdollista rakentaa persoonallinen opintopolku.

Kiertotalous vaatii kykyä työskennellä monialaisessa yhteisössä, taitoa tuoda omaa osaamistaan yhteisön käyttöön ja ymmärrystä systeemiajattelusta eli siitä, miten yksilö vaikuttaa kokonaisuuteen ja kokonaisuus yksilöön. Luvussa 2.2 esiteltiin lyhyesti ongelmalähtöisen oppimisen menetelmä. Ongelmalähtöinen oppiminen kumpuaa muuttuvan maailman vaatimuksista: tarvitaan jatkuvaa sopeutumista muutoksiin, mikä edellyttää jatkuvaa oppimista ja itsensä kehittämistä.

Kiertotalouden mullistava ajatusmaailma, suljettu kierto- ja kehdestä kehtoon -konseptit, on helppo opettaa tarinoiden ja metaforien kautta. Erilaiset viitekehykset, kuten 'luonto esimerkkinä', tarjoavat mahdollisuuksia uudenlaisiin ajatusmalleihin valmiiksi tarjottujen sijaan. Opetuksessa on tärkeää antaa valmiiden vastausten sijaan virikkeitä kriittiselle ajattelukyvyille, jotta oppijat saavat mahdollisuuden tarkastella ongelmia monipuolisesti ja olla tehokkaita oppijoita koko eliniän ajan.

Täyden oppimisen yhteisössä koulun ja yhteiskunnan raja on hämärtynyt ja oppijoiden käytössä on koulun henkilökunnan lisäksi paikallisen yhteisön asiantuntijoiden tiedot ja taidot.

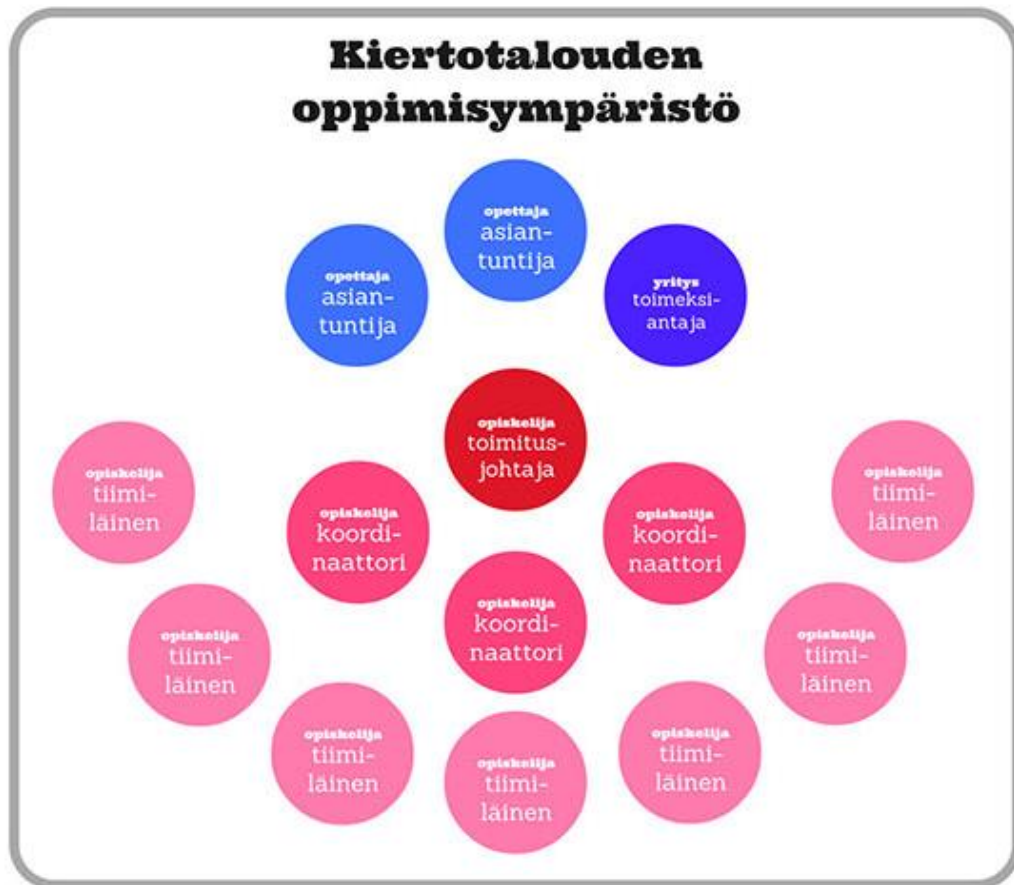
Taulukko 2. Kiertotalouden opettaminen.

Opetussuunnitelmat	<ul style="list-style-type: none"> • monitieteisen ymmärryksen kehittäminen • ”kehäoppiminen” • oppiainerajojen rikkominen
Vaadittavat taidot	<ul style="list-style-type: none"> • monialaisuus • jaettu asiantuntijuus • systeemiajattelu • sopeutuminen muutoksiin
Opettamisen ja oppimisen menetelmät	<ul style="list-style-type: none"> • kontekstiajattelu, viitekehykset • tarinat ja metaforat • ”head, hands, heart” • oppiminen kestävästä kehitystä <i>var-ten</i> • oppiminen <i>kestävään kehitykseen</i> • ongelmalähtöinen oppiminen
Täyden oppimisen yhteisö	<ul style="list-style-type: none"> • koulurakennukset kiertotalouden mukaisia • opetustilat joustavia ja muunneltavia • koulun ja yhteiskunnan raja hämärtynyt

5 KIERTOTALOUS 2.0

5.1 Projektioppimisympäristö nykymuodossaan

Luvussa 4 käsitellyt kiertotalouden opettamisen menetelmät toteutuvat projektioppimisympäristössä, joka antaa mahdollisuuden persoonalliselle opintopolulle, jaettuun asiantuntijuuteen ja monitieteisen ymmärryksen kehittämiseen. Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristö sijaitsee Turun ammattikorkeakoulun Sepänkadun kampuksen tiloissa. Tilana on huone, johon POY:öön rekrytoidut opiskelijat pääsevät tekemään töitä. Opiskelijoita on muun muassa energia- ja ympäristötekniikan, muotoilun, myynnin, kansainvälisen liiketoiminnan, terveyden ja kulttuurin aloilta. Mukana on myös ollut vaihto-opiskelijoita esimerkiksi Venäjältä ja Kiinasta. Opiskelijoista muodostuvaa tiimiä ohjaavat Turun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystoiminnan asiantuntijat ja opettajat. Opettajat toimivat POY:ssä ohjaajina ja projektien kokonaisuutta koordinoivat opiskelija-toimitusjohtaja ja eri teemoihin erikoistuvat koordinaattorit. (Malve-Ahlroth ym. 2016; kuva 5.) Kiertotalouden perustiedot opiskelijan on mahdollista hankkia Turun ammattikorkeakoulun Kiertotalous-moduulin tai muiden vastaavien opintojen kautta. Moduulissa opiskelijat tutustuvat luonnollisiin ja teknisiin kiertoihin sekä systeemiajatteluun. (Malve-Ahlroth ym. 2016.)



Kuva 4. Kiertotalouden oppimisympäristössä työskentelevien roolit (Malve-Ahloth ym. 2016).

Piia Nurmen (2017) mukaan projektioppimisympäristö on työelämää simuloiva yksikkö, jossa opiskelijat ovat työssä ja tekevät yritys- tai TKI-lähtöisiä projekteja. Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristön toimintaan on otettu mallia erityisesti toisesta Turun ammattikorkeakoulun projektioppimisympäristöstä The Firmasta, joka simuloi työelämän aitoja rooleja ja vastuita (ks. luku 2.3). Tällä hetkellä Kiertotalous 2.0 konkretisoituu pikemminkin opiskelijoiden työhuoneena kuin työpaikkana. Nurmen mukaan POY on opiskelijoiden työhuone, konkreettiset raamit omaava paikka, joka sitoo yhteen Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmän tekemiä hankkeita. POY:ssä työskennellään sekä etänä että fyysisessä työskentelytilassa. Tila on muuntautuva, jotta siitä voidaan muokata aina jokaisen tarpeelle sopiva kokonaisuus. (Malve-Ahloth 2016; Nurmi 2017.)

POY:ssä opiskelijat työskentelevät erilaisten projektien parissa. Projektit voivat olla moduuleihin liittyviä, projektipajoja, opetuksen liiketoimintaa, palveluliiketoimintaa tai yksittäisiä opinnäytetöitä, jotka kytkeytyvät jollain tavalla tutkimusryhmän toimintaan. POY:öön pääsee mukaan erityisesti tutkimusryhmän tarjoamien harjoittelujen, moduulien ja pajojen kautta. Rekrytoinnissa ei kuitenkaan korosteta Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristöä vaan viestintä perustuu eri kiertotalouden teemoihin. (Nurmi 2017.)

POY ei tällä hetkellä vielä toimi täydellisesti. Kuvassa 5 on esitetty POY:ssä työskentelevien roolit: Oppimisympäristöä vetää opiskelijatoimitusjohtaja, jonka apuna toimii muutama eri teemoihin erikoistunut opiskelijakoordinaattori (Malve-Ahlroth 2016). Muut POY:ssä mukana olevat opiskelijat ovat mukana tiimiläisinä. Nurmen (2017) mukaan POY:ssä Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmän tiimiläisillä on edelleen suuri rooli, mutta POY:ssä pitäisi olla vahvemmin mukana opiskelijatoimitusjohtaja. Tällä hetkellä kokeneet opiskelija-assistentit vetävät projekteja, mutta heillä ei ole varsinaista toimitusjohtajan toimenkuvaa. Opettajat toimivat POY:ssä asiantuntijoina. Toiminnassa mukana oleminen vaatii melko paljon panostusta eikä riitä, että on yhdessä roolissa vaan pitää hyppiä roolista toiseen: toisinaan on oltava asiantuntijana ja toisinaan opiskelijoiden toiminnan ohjaajana.

Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristössä toteutuu monialaisuus tällä hetkellä hyvin. Tutkimusryhmällä on luonteva suhde energia- ja ympäristötekniikkaan, minkä vuoksi suurin osa POY:ssä mukana olevista on tällä hetkellä energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoita. Vuosien varrella POY:ssä on ollut mukana opiskelijoita eri korkeakouluista ja koulutusaloilta, kuten liiketoiminnan ja muotoilun aloilta ja jopa sirkus- ja musiikkialalta. Tulevaisuudessa tavoitteena olisi saada toimintaan mukaan etenkin tradenomi- ja muotoilijaopiskelijoita sekä viestinnän ja ICT-alan opiskelijoita. (Nurmi 2017.)

POY:ssä yritykset ovat mukana toimeksiantajan roolissa, mutta eivät juurikaan mukana kehittämässä POY:n toimintaa. POY:ssä mukana olevilla yrityksillä on pääasiassa positiivisia kokemuksia POY:n toiminnasta. Jokaisen projektin ja yhteistyön jälkeen yrityksiltä pyydetään arviointi, ja arvioinnit ovat noudattaneet tutkimusryhmän arviointia projektin onnistumisesta tai olleet parempia. (Nurmi 2017.)

Kiertotalouden periaatteet näkyvät POY:ssä erityisesti työhuoneen sisustusratkaisuissa. Työhuoneen suuri pöytä on muotoilijaopiskelijoiden suunnittelema, ja se on valmistettu kaadetuista puistopuista. Jääkaappi on kierrätetty energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoiden luokkatilasta. Muut irtotavarat kalusteet on hankittu tulevaa Kupittaaalle rakentuvaa

Turun ammattikorkeakoulun kampusta silmällä pitäen: ne on valittu samasta mallistosta kuin kaikki tulevalle kampukselle tulevat kalusteet. Itse POY:n toiminnassa kiertotalouden periaate näkyy etenkin avoimuuden kautta. Tiimin kesken kaikki pääsevät käsiksi tiimin materiaaleihin ja ideoista viestitään avoimesti kaikille. Kiertotalouden ideana on myös henkilöresurssien joustava käyttö, missä ei Nurmen mukaan kuitenkaan olla vielä kovin pitkällä. (Nurmi 2017.)

5.2 Projektioppimisympäristön kehittäminen

POY on tällä hetkellä monin osin vielä alkutekijöissään, ja se toimii vielä pikemminkin fyysisenä ympäristönä kuin varsinaisena työpaikkana. Seuraavassa on esitelty projektioppimisympäristön kehittämiskohteita. Kehittämiskohteet on jaoteltu seuraavasti: roolit, yritykset, monialaisuus, viestintä ja brändääminen ja tilat.

Roolit

POY:ssä työskentelylle on määritelty roolijako (kuva 5, s. 27), mutta todellinen tilanne POY:ssä ei vielä vastaa kuvanmukaista roolijakoa. POY kokoaa yhteen monenlaisia projekteja, joilla on omat projektipäällikkönsä, mutta POY:ltä puuttuu niin sanottu opiskelijatoimitusjohtaja. Opiskelijatoimitusjohtajan rooli on tärkeä POY:n hallinnoinnin kannalta: toimitusjohtajalla on yleinen kuva koko POY:n toiminnasta ja hän osaa tarvittaessa neuvoa eri projekteja toteuttavia tiimejä avustamaan toisiaan. Kiertotalouden idean mukaisesti asiantuntijuus ja henkilöresurssit ovat yhteisessä käytössä, joten myös POY:n toiminnan kannalta on tärkeää, että opiskelijat voivat hyödyntää toistensa asiantuntijuutta ja projektien tuomia kokemuksia ja tietoja. Opiskelijatoimitusjohtaja tekisi POY:stä myös enemmän oikean työpaikan kaltaisen eikä vain pelkän työtilan.

POY:stä puuttuvat opiskelijakoordinaattorit eli eri teemoihin erikoistuneet opiskelijat. Koska tulevaisuuden ongelmien ratkomiseen tarvitaan monialaisuutta ja jaettua asiantuntijuutta, on tärkeää, että myös POY:ssä työskentelee opiskelijoita mahdollisimman monelta koulutusosalta. Kaikkien ei tarvitse tietää jokaiselta alalta kaikkea, kun käytössä

on asiantuntijoiden eli opiskelijakoordinaattorien tiedot ja taidot. Monialaisuuden toteutuminen POY:ssä edellyttää tehokasta viestintää, joka suuntautuu mahdollisimman monelle koulutusosalalle.

Yritykset

Yritykset ovat mukana toimeksiantajan roolissa, mutta yritysten roolia POY:ssä voisi laajentaa. POY:n toiminnassa on mietitty niin sanottua kummiyritystoimintaa, jolloin yritykset osallistuvat myös POY:n kehittämiseen (Nurmi 2017). Kummiyritystoiminnan kautta opiskelijoiden olisi mahdollista olla tiiviimmin yhteydessä yritysten työntekijöihin, jolloin jaettu asiantuntijuus toimii. Websterin ja Johnsonin (2008) mallin mukaan (kuva 4, s. 23) opiskelijalla on mahdollisuus saada opetusta myös koulun ulkopuolelta: pelkästään koulun henkilökunnalla ei ole opetusroolia vaan opetusvastuu jakautuu myös muille yhteiskunnan alueille. Yritysten merkitys on viime kädessä oikeissa tosielämän ongelmissa, joita opiskelijat saavat ratkoa, mutta yritysten asiantuntijoissa on myös valtavasti tietotaitoa, jota ei kannata jättää hyödyntämättä.

Monialaisuus

Monialaisuus linkittyy niin rooleihin, viestintään kuin yrityksiinkin. Monialaisuus on useasti tässäkin opinnäytetyössä todettu olevan yksi tärkeimmistä työkaluista tulevaisuuden ympäristöongelmien ratkomiseen, ja sitä tulee hyödyntää myös POY:ssä. Oppimisympäristöissä, joissa eri ammattien opiskelijat joutuvat päivittäin kosketuksiin toisensa kanssa, tarjoutuu mahdollisuus uusilla rajapinnoilla toimimiseen. Tällaisissa ympäristöissä syntyy parhaiten innovaatioita. (Kairisto-Mertanen 2009, 6.) Monialaisuuden toteutuminen vaatii aktiivista viestintää ja markkinointia, jotta Kiertotalous 2.0 näyttäytyy houkuttelevana opiskeluvaihtoehtona mahdollisimman monille eri aloilta tuleville opiskelijoille (ks. Viestintä ja brändääminen).

Monialaisuudesta ja jaetusta asiantuntijuudesta hyötyvät projekteissa toistensa kanssa työskentelevät opiskelijat, mutta monialaisuutta kannattaa hyödyntää myös koko POY:n sisällä esimerkiksi kuukausittaisten palaverien muodossa. Tällä hetkellä POY:n toiminnassa mukana olevat eivät välttämättä tiedä, minkälaisia muita projekteja oppimisympäristössä tehdään. Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun kampuksella toteutetaan media-alan opiskelijoille Projektikahvilaa, jossa opetushenkilöstö ja opiskelijat

keskustelevat opiskelijoiden projekteista ja opiskelijat saavat palautetta. Opiskelijat saavat toisiltaan vinkkejä ja myös palautetta. Myös projektioppimisympäristö Meediossa järjestetään viikoittain palaveri opiskelijoille. (Järvipetäjä ym. 2016.) Viikko- tai kuukausipalaveri on hyödyllinen myös Kiertotalous 2.0 -oppimisympäristössä etenkin sitten, kun POY:n toiminta muotoutuu entistä enemmän työpaikkamaiseksi. Palaverit tarjoavat mahdollisuuden verkostoitumiseen, palautteen saamiseen ja toisilta oppimiseen.

Viestintä ja brändääminen

Viestinnän merkitys korostuu rekrytoitaessa opiskelijoita mukaan POY:n toimintaan. Oikein kohdennetun viestinnän avulla on mahdollista saada rekrytoitua opiskelijoita eri koulutusaloilta, jolloin monialaisuus toteutuu. Kiertotalouden mukaiset ratkaisut edellyttävät yhteistä ponnistusta, niin insinöörien, muotoilijoiden kuin yhteiskuntatieteilijöiden taitoja, monitieteisyyttä ja tiedon tuomista yhteiseen käyttöön. POY:ssä on jo ollut mukana opiskelijoita eri korkeakouluista. Viestinnän tulee suuntautua Turun ammattikorkeakoulun lisäksi myös muihin korkeakouluihin, jotta mahdollisimman laaja potentiaali saadaan käyttöön. Opiskelijat pääsevät POY:ssä lisäksi verkostoitumaan ja oppimaan toisiltaan.

Tällä hetkellä viestinnässä ei korosteta Kiertotalous 2.0 -oppimisympäristöä vaan opiskelijat tulevat POY:n toimintaan mukaan esimerkiksi harjoittelun tai projektipajan kautta. Nurmen (2017) mukaan opiskelijalle ei välttämättä tällöin hahmotu, millaisen kokonaisuuden osana hän työskentelee ja Kiertotalous 2.0 voi jäädä täysin vieraaksi. Viestinnässä tulisi korostaa POY:tä nimenomaan työpaikkana niin, että toimintaan mukaan tuleva tulee tiimin jäseneksi. Tähän liittyy myös Kiertotalous 2.0:n brändääminen pikemminkin työpaikaksi kuin pelkäksi työhuoneeksi, jolloin POY:öön mukaan tulevat opiskelijat kokevat olevansa osa kokonaisuutta ja myös työelämän käytännöt tulevat tutuksi. Esimerkiksi The Firma simuloi oikeaa työpaikkaa, kuten myös mainostoimisto Guru (ks. lisää luvusta 2.3). Kiertotalous 2.0 -oppimisympäristöstä on tehtävä houkutteleva vaihtoehto suorittaa opintoja ja luoda persoonallinen opintopolku.

Tila

Sepänkadulla sijaitseva projektioppimisympäristö on opiskelijoiden työhuone, jossa on mahdollista järjestää kokouksia ja työskennellä projektien parissa. Tilassa on liikuteltavia pöytiä ja tuoleja eli tila on muunneltava, mikä tukee kiertotalouden ajatusmallia. Huoneen

sisustus on vielä keskeneräinen, mutta sisustusratkaisuihin on saatu apua muotoilun opiskelijalta. Sisustamalla tila viihtyisäksi houkuttelee opiskelijoita työskentelemään itse projektioppimisympäristölle varatussa huoneessa, mikä lisää verkostoitumista ja mahdollisuutta hyödyntää jaettua asiantuntijuutta.

6 LOPUKSI

6.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kiertotalouden opettamista ja oppimista sekä Turun ammattikorkeakoulun Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristöä. Kiertotalous on talouden uusi malli, joka perustuu suljettuun kiertoon: mallissa jäte on ruokaa ja jäte minimoidaan jo tuotteiden suunnittelussa.

Turun ammattikorkeakoulun Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmälle tehdyssä opinnäytetyössä tarkastellaan, 1) miten parhaiten opetetaan ja opitaan kiertotaloutta ja 2) miten projektioppimisympäristö tukee kiertotalouden opetusta ja ajattelutavan muutosta. Opinnäytetyön case-osiossa esitellään Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristön toiminta ja kehitysehdotukset. Opinnäytetyön tutkimusstrategiana on tapaustutkimus ja tutkimusmetodina kirjallisuuskatsaus ja asiantuntijahaastattelu. Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristön nykymuotoisen toiminnan kuvausta varten on haastateltu Resurssitehokas liiketoiminta -tutkimusryhmän vetäjää Piia Nurmea.

6.2 Keskeiset tulokset

Kiertotalouden opettamiseen liittyy vahvasti monialaisuus, jaettu asiantuntijuus ja systeemiajattelu. Koulutuksen tulisi lähteä liikkeelle ongelmälähtöisestä oppimisesta, joka valmistaa opiskelijoita niin työelämän kuin globaalin maailman jatkuviin muutoksiin. Kiertotalouden uusi mullistava ajatusmaailma on järkevää opettaa kontekstien ja viitekehysten kautta. Metaforat ja tarinat jäävät mieleen. Sen sijaan, että mietitään, onko jokin vaihtoehto hyvä vai huono, tulisi keskittyä pohtimaan ongelmia erilaisissa viitekehyksissä ja miettiä, ovatko nykyisin tapahtuvat toiminnot, esimerkiksi kierrätys nykymuodossaan, järkeviä.

Opetussuunnitelmissa on annettava tilaa oppiainerajojen rikkomiselle ja mahdollisuus niin sanotulle kehäoppimiselle, jossa opettaja ja oppija käyvät dialogia keskenään. Täyden oppimisen yhteisössä koulun ja yhteiskunnan raja on hämärtynyt, ja koulurakennuk-

set ovat kiertotalouden mallin mukaisia. Kiertotaloudessa resurssit ovat vapaasti kaikkien käytettävissä. Tämän tulisi ulottua myös koulutukseen niin, että opiskelijoilla on korkeakoulujen opettajien ja henkilökunnan lisäksi käytössä myös paikallisten yrittäjien ja asiantuntijoiden tietotaito. Yhtenä vaihtoehtona on tiivis yhteistyö yrityksiin projektien kautta. Projektioppimisympäristöt (POY) tarjoavat mahdollisuuden tällaiselle yhteistyölle kuten myös opiskelijoille väylän ongelmalähtöiseen oppimiseen.

Nykyisen Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristön toiminnassa on vielä kehitettävää. POY olisi profiloitava opiskelijoiden työpaikaksi ja yritykseksi, joka tarjoaa ulkopuolisille tahoille konsultointi- ja suunnittelutyötä. Viestinnän tulisi kohdistua eri alojen opiskelijoihin, jotta POY:ssä toteutuisi kiertotalouden mukainen monialaisuus ja jaettu asiantuntijuus. Yritysyhteistyötä lisäämällä vähennettäisiin koulutuksen ja yhteiskunnan välistä rajaa ja tuodaan yritysten asiantuntijoiden tiedot ja taidot opiskelijoiden käyttöön jo opiskeluaikana.

6.3 Tutkimuksen arviointi

Opinnäytetyössä onnistuttiin luomaan kirjallisuuden perusteella kuvaus siitä, miten kiertotaloutta opitaan ja opetetaan tehokkaasti. Mielenkiintoista olisi ollut saada case-osioon sisällytettyä muiden projektioppimisympäristöjen käytäntöjä, joita yhdistelemällä olisi voitu luoda vielä merkittävämmät raamit Kiertotalous 2.0 -projektioppimisympäristölle. Myös yksityiskohtaisemmalla kirjallisella analyysillä olisi voitu luoda tarkempia menetelmiä kiertotalouden opettamiseen, mutta tähän ei ajan ja opinnäytetyön pituuden puitteissa ollut mahdollisuuksia.

Kiertotalouden opettamisella on kaksi tärkeää merkitystä: toisaalta opetuksella on tarkoitus tuottaa kiertotalouden asiantuntijoita yhteiskunnan ja yritysten palvelukseen, toisaalta on tarkoitus lisätä kiertotaloustietoutta kaikissa kuluttajissa. Opetusta ei tämän tähden tule rajoittaa pelkästään tiettyihin aineisiin tai korkeakouluopintoihin vaan kiertotalousajattelun tulisi nivoutua jo perusasteen opetukseen. Esimerkiksi jakamiseen ja palveluihin keskittyvä uusi talousmalli vaatii niin perustavanlaatuisen ajattelutavan muutoksen, ettei kiertotaloutta voi pitää vain tietyn ryhmän etuoikeutena. Tutkimusta voisi jatkaa kehittämällä kiertotalouden opettamiselle myös peruskouluun sopivia menetelmiä, jotta kiertotalous limittyisi opetukseen yhtä lailla kuin matematiikka ja vieraat

kielet. Kiertotaloutta tulisi opettaa myös jatko-opinnoissa ja erilaisilla avoimilla kursseilla, jotta jo koulutuksensa saaneet voivat lisätä tietoaan uudesta talouden mallista.

LÄHTEET

EMF = Ellen MacArthur Foundation 2013. Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition. [Verkojulkaisu.] Viitattu 4.4.2017. Saatavilla: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>

Engel, Charles E. 1999. Ei vain menetelmä vaan oppimistapa. Teoksessa David Boud & Grahame Feletti (toim.) *Ongelmalähtöinen oppiminen. Uusi tapa oppia*. Suom. Birkstedt, Johanna ym. Helsinki: Terra Cognita, s. 31–43.

Euroopan komissio 2015. Closing the loop: Commission adopts ambitious new Circular Economy Package to boost competitiveness, create jobs and generate sustainable growth. Viitattu 6.6.2017. Saatavilla: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_en.htm

Euroopan unionin jätedirektiivi 2008/98/EC. Annettu 19.11.2008. Saatavilla: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>

Eurostat 2016. Waste statistics. Viitattu 15.3.2017. Saatavilla: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics

Heinrich, Sara 2016. Learning not just 'about', but 'for' a circular economy. Viitattu 6.6.2017. Saatavilla: <http://circulatenews.org/2016/05/learning-not-just-about-but-for-a-circular-economy/>

Hirsjärvi, Sirkka; Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2009. *Tutki ja kirjoita*. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Järvipetäjä, Milla; Raunio, Samuli & Tulonen, Arja 2016. Kokeilukulttuuri trimmaa median oppimisympäristöjä. *AMK-lehti*, 3/016. [Verkojulkaisu.] Viitattu: 19.6.2017. Saatavilla: <https://uasjournal.fi/koulutus-oppiminen/kokeilukulttuuri-trimmaa-median-oppimisymparistoja/>

Jätelaki 646/2011. Annettu Helsingissä 1.5.2012. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2011/20110646>

Kairisto-Mertanen, Liisa 2009. Johdanto. Teoksessa Kairisto-Mertanen, Liisa & Kanerva-Lehto, Heli & Penttilä, Taru (toim.). *Kohti innovaatiopedagogiikkaa. Uusi lähestymistapa ammattikorkeakoulujen opetukseen ja oppimiseen*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu, s. 5–8.

Komulainen, Martti; Konst, Taru & Keinänen, Meiju (toim.) 2016. *Uudistuva korkeakoulu. Esimerkkejä innovaatiopedagogiikan soveltamisesta opetuksessa ja korkeakoulun toiminnassa*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Konst, Taru; Keinänen, Meiju & Komulainen, Martti 2016. Alkusanat. Teoksessa Komulainen, Martti; Konst, Taru & Keinänen, Meiju (toim.). *Uudistuva korkeakoulu. Esimerkkejä innovaatiopedagogiikan soveltamisesta opetuksessa ja korkeakoulun toiminnassa*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu, s. 11–13.

Lacy, Peter & Rutqvist, Jakob 2015. *Waste to Wealth. The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan, Basingstoke, Hampshire.

Little, Stephen E. & Sauer, Chris 1999. Organisaatio ja instituutio ongelmalähtöisen oppimisen esteenä. Teoksessa David Boud & Grahame Feletti (toim.) *Ongelmalähtöinen oppiminen. Uusi tapa oppia*. Suom. Birkstedt, Johanna ym. Helsinki: Terra Cognita, s. 104–112.

Lundgren, Kati 2012. Ympäristöosaajat 2025 – tulevaisuuden osaamistarpeet ympäristöaloilla. [Verkojulkaisu.] Suomen ympäristöopisto SYKLI. Viitattu 5.4.2017. Saatavilla: <https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/tutkimus/hankearkisto/kansallinen-ymparisto/Documents/Ymparistoosaaja2025.pdf>

Malve-Ahloth, Sara; Suominen Jenni & Nurmi, Piia 2016. Ongelmalähtöinen projektioppiminen on avain kiertotalouteen. AMK-lehti, 4/2016. [Verkojulkaisu.] Viitattu: 5.6.2017. Saatavilla: <https://uasjournal.fi/koulutus-oppiminen/ongelmalähtöinen-projektioppiminen-on-avain-kiertotalouteen/>

Mononen, Laura; Tynjälä, Päivi & Kallio, Eeva 2016. Systeemiajattelu – monitieteinen näkökulma kokonaisvaltaiseen ajatteluun. Teoksessa Kallio, E. (toim.) *Ajattelun kehitys aikuisuudessa – kohti moninäkökulmaisuuutta*. Suomen kasvatustieteellisen seuran tutkimuksia 71, Jyväskylä, s. 297–319.

Nicolson, Malcolm 2016. Incorporating circular economy in a quality secondary curriculum. Viitattu 6.6.2017. Saatavilla: <http://circulatenews.org/2016/06/incorporating-circular-economy-in-a-quality-secondary-curriculum/>

Nurmi, Piia 2017. Haastattelu. 14.6.2017.

Penttilä, Taru; Kairisto-Mertanen, Liisa & Putkonen, Ari 2009. Innovaatiopedagogiikka – viitekehys uutta osaamista luovalle oppimiselle. Teoksessa Kairisto-Mertanen, Liisa; Kärner-Lehto, Heli & Penttilä, Taru (toim.). *Kohti innovaatiopedagogiikkaa. Uusi lähestymistapa ammattikorkeakoulujen opetukseen ja oppimiseen*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu, s. 9–24.

Philips 2015. Philips provides Light as a Service to Schiphol Airport. Viitattu 17.3.2017. Saatavilla: <http://www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2015/20150416-Philips-provides-Light-as-a-Service-to-Schiphol-Airport.html>

Poikela, Esa & Nummenmaa, Anna-Raija 2002. Ongelmaperustainen oppiminen tiedon ja osaamisen tuottamisen strategiana. Teoksessa Poikela, Esa (toim.). *Ongelmaperustainen pedagogiikka – teoriaa ja käytäntöä*. Tampere: Tampere university press, 33–52.

Resurssitehokkuus.fi. Kiertotalous 2.0. Viitattu 5.4.2017. Saatavilla: <https://resurssitehokkuus.turkuamk.fi/projektioppimisymparisto/>

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja 62. Julkisojohtaminen. [Verkojulkaisu.] Viitattu 11.4.2017. Saatavilla: http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Sipos, Yona; Battisti, Bryce & Grimm, Kurt 2008. *Achieving transformative sustainability learning: engaging head, hands and heart*. International Journal of Sustainability in Higher Education Vol. 9. No. 1, 2008, 68–86.

Sitra 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84. [Verkojulkaisu.] Viitattu 23.3.2017. Saatavilla: <https://media.sitra.fi/2017/02/23221555/Selvityksia84.pdf>

Sitra 2016. Kierrolla kärkeen – Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025. Sitran selvityksiä 117. [Verkkajulkaisu.] Viitattu 23.3.2017. Saatavilla: <https://media.sitra.fi/2017/02/24032626/Selvityksia117-2.pdf>

SVT-1 = Suomen virallinen tilasto. Jätetilasto [verkkajulkaisu] ISSN=1798-3339. 2015, Liitetaulukko 1. Yhdyskuntajätteet 2015, tonnia. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 15.3.2017]. Saatavilla: https://www.stat.fi/til/jate/2015/jate_2015_2016-12-20_tau_001_fi.html

SVT-2 = Suomen virallinen tilasto. Jätetilasto [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-3339. 2015. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu 15.3.2017]. Saatavilla: https://www.stat.fi/til/jate/2015/jate_2015_2016-12-20_tie_001_fi.html

Torraco, Richard J. 2005. *Writing integrative literature reviews. Guidelines and examples*. Human Resource Development Review 4, 356–367.

Vare, P. & Scott, W. A. H. 2008. Education for sustainable development: two sides and an edge. Discussion Paper. Lontoo. DEA. Viitattu 25.4.2017. Saatavilla: http://clients.squareeye.net/uploads/dea/documents/dea_thinkpiece_vare_scott.pdf

Webster, Ken & Johnson, Graig 2008. Sense and sustainability. Educating for a circular economy. Viitattu 25.4.2017. Saatavilla: http://www.c2c-centre.com/sites/default/files/Sense%20%26%20sustainability_0.pdf