

Miska Haapalainen

KESTÄVÄ KEHITYS ICT-ALALLA
Haasteita ja ratkaisuja kokonaisvaltaisesta
näkökulmasta

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Kandidaattitutkielma
Joulukuu 2020

TIIVISTELMÄ

Miska Haapalainen: Kestävä kehitys ICT-alalla. Haasteita ja ratkaisuja kokonaisvaltaisesta näkökulmasta

Kandidaattitutkielma

Tampereen yliopisto

Tietojenkäsittelytieteiden tutkinto-ohjelma

Joulukuu 2020

Kestävän kehityksen keskeisenä tavoitteena on taata ihmisille hyvinvointia siten, että samalla otetaan huomioon hyvinvoinnin tuottamisen vaikutukset ympäristöön sekä tuleville sukupolville. Kestävä kehitys jaetaan yleensä eri ulottuvuuksiin, jotka kattavat erilaisia elämänalueita: ekologinen, taloudellinen sekä sosiaalinen ja kulttuurinen kestävä kehitys. Tarkastelemalla kaikkia ulottuvuuksia yhtä aikaa, saadaan aikaan kokonaisvaltaisempi näkökulma kestäväan kehitykseen.

Informaatio- ja viestintäteknologiat (ICT, Information and Communication Technologies) ovat tärkeitä työkaluja tuossa ihmisten hyvinvoinnin tuottamisessa. Näillä ICT-alan teknologioilla ja niiden valmistamisella on kuitenkin myös aina vaikutuksia sekä ympäristöön että yhteiskuntaan. Tässä tutkielmassa tarkastellaankin, millaisia haasteita ICT-alan tutkimuksessa ja käytännön työssä ilmenee, jos kestäväan kehityksen periaatteita pyritään soveltamaan kokonaisvaltaisesti kaikki sen ulottuvuudet yhtä aikaa huomioiden. Haasteiden lisäksi tarkastellaan joitakin mahdollisia ratkaisuja, joilla kestäväan kehityksen periaatteita voisi alalla soveltaa kokonaisvaltainen näkökulma huomioiden.

Tutkielman tutkimusmenetelmänä oli kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuushaut tehtiin erilaisista tietojenkäsittelytieteiden alalle sopivista tietokannoista, ja hauissa pyrittiin löytämään tutkimuksia, jotka tarkastelevat kestäväa kehitystä mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Tutkielmassa on kuitenkin hieman painotuksena sosiaalisen ja ekologisen kestävyuden yhtäaikainen huomioiminen, koska noiden kahden ulottuvuuden yhdistäminen vaikuttaa haastavimmalta.

Tarkastelun perusteella kokonaisvaltaisen näkökulman soveltamisen ja siitä keskustelemisen tekee haastavaksi kestäväan kehityksen käsitteen monitulkintaisuus, kestäväan kehitykseen liittyvän tutkimuksen pirstaloituneisuus eri tutkimussuuntiin sekä erilaiset tulkinnat kestäväan kehityksen eri ulottuvuuksien painotuksesta. Ratkaisuna kestäväan kehityksen periaatteiden kokonaisvaltaisempaan soveltamiseen voisi olla erilaisten suunnitteluperiaatteiden käyttöönotto sekä Yhdistyneiden kansakuntien (YK) kestäväan kehityksen tavoitteiden hyödyntäminen. Kokonaisvaltaisen näkökulman soveltaminen vaatii myös sen huomioimista, että vastuu kestäväan kehityksen periaatteiden huomioimisesta jakautuu niin ICT-alalle itselleen kuin myös yhteiskunnille sekä erilaisten teknologioiden käyttäjille.

Avainsanat: kestävä kehitys, ICT, kokonaisvaltaisuus, haasteet, ratkaisut

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmä.....	2
3	Kestävä kehitys	4
4	Kestävän kehityksen periaatteita noudattava ICT-ala	6
5	Haasteet kokonaisvaltaisen näkökulman soveltamisessa.....	8
	5.1 Monitulkintainen kestävä kehityksen käsite.....	8
	5.2 Tieteellisen keskustelun pirstaloituminen ja siiloutuminen	9
	5.3 Kokonaisvaltaisempi näkökulma vai erilliset ulottuvuudet?.....	10
6	Ratkaisuja kestävä kehityksen periaatteiden soveltamiseen.....	11
	6.1 Suunnitteluperiaatteita	11
	6.2 Kestävän kehityksen tavoitteet	12
	6.3 Kenen vastuulla kestävä kehityksen periaatteiden soveltaminen on?	13
7	Keskustelu	15
8	Yhteenveto.....	17
	Lähdeluettelo.....	17

1 Johdanto

Tämä tutkielma käsittelee kestävästä kehitystä informaatio- ja viestintäteknologia-alalla (ICT-alalla). ICT-alalla viitataan tässä yleisesti kattoterminä kaikkiin informaatio- ja viestintäteknologioita (ICT) tutkiviin ja tuottaviin aloihin, kuten tietojenkäsittelytieteisiin tai tietotekniikkaan. Kestävän kehityksen periaatteiden soveltaminen tuo ICT-alan tutkimukseen ja käytännön työhön näkökulmia, joilla pystytään ottamaan huomioon teknologioiden vaikutukset myös laajemmalle ympäristöön sekä yhteiskuntaan. Kestävän kehityksen keskeisiä tavoitteita onkin ihmisten hyvinvoinnin turvaaminen siten, että samalla huomioidaan esimerkiksi luonnonvarojen kestävyys tai luonnon monimuotoisuuden säilyminen (Valtioneuvosto, 2020a; SYKE, 2018). Koska tällaista yhtäaikaista sosiaalisen ja ekologisen kestävyuden toteutumista ei ole toistaiseksi havaittavissa missään maailman maista (O’Neill ja muut, 2018), kaikki toimenpiteet sen saavuttamiseksi ovat elintärkeitä. ICT-ala ja sen tuottamat teknologiat ovat nykyisin keskeinen osa jokapäiväistä elämää, joten alalla olisi huomioitava kestävä kehityksen periaatteet (esim. Pargman ja Raghavan, 2014).

Kestävä kehitys on itsessään hyvin monitieteinen käsite ja sitä käytetään laajasti eri aloilla, ja yleisellä tasolla sitä tarkastellaan erityisesti kestävyystieteessä (Sustainability Science). Käsitteenä kestävä kehitys luotiin alun perin 1987, ja sen määritelmä oli: ”Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa” (WCED, 1987; suomennos Valtioneuvosto, 2020b). Käsitteestä onkin käyty alusta asti paljon keskusteluja ja pohdittu sen käytökelpoisuutta eri aloilla, yhteisöissä ja tilanteissa (Blewitt, 2018). Kestävän kehityksen sosiaalinen näkökulma on esillä erityisesti yhteiskuntatieteissä.

Tietojenkäsittelytieteissä ja sen lähialoilla on erilaisia erikoistuneita tutkimussuuntia, jotka hyödyntävät kestävä kehityksen käsitteistöä ja keskittyvät esimerkiksi ekologiseen kestävyys ja niin sanottuun teknologian vihreyteen (Hilty ja Aebischer, 2015). Esimerkiksi ICT-alan ja sen tuottamien teknologioiden negatiiviset vaikutukset ympäristöön ovat olleet tiedossa jo ainakin 20 vuotta. Myös teknologioiden kehittymisen vaikutus lisääntyvään materiaaliseen kuluttamiseen on tunnistettu jo vuosituhaten vaihteessa. (Berkhout ja Hertin, 2001). Alustavien kirjallisuushakujen aikana kuitenkin ilmeni, että tutkimuksia kokonaisvaltaisemmasta lähestymisestä on haastavaa löytää, vaikka kestävä kehityksen käsite onkin melko tunnettu.

Tässä tutkielmassa onkin tarkoituksena luoda kokonaiskäsitelmä siitä, miten kestävä kehityksen ulottuvuuksien yhdistäminen – erityisesti ekologisen sekä sosiaalisen ulottuvuuden – näkyy ICT-alalla. Lisäksi tutkielmassa yhdistetään hiukan yhteiskuntatutkimuksen näkökulmia tietojenkäsittelytieteisiin ja luodaan siten vuoropuhelua tieteenalojen välille. Tässä tutkielmassa pyritään selvittämään, millä tavoin tietojenkäsittelytieteiden kirjallisuudessa kuvataan kokonaisvaltaisesti huomioitavan kestävä kehityksen suhdetta ICT-alaan.

Tutkimuskysymyksenä on: **Millaisia haasteita ja ratkaisuja ICT-alalla on siihen, että kestävä kehitys eri ulottuvuudet huomioitaisiin kokonaisvaltaisesti alan tutkimuksessa tai käytännön työssä?**

Tarkastelun perusteella ICT-ala on kestävä kehityksen osalta pirstaloitunut useisiin eri tutkimussuuntauksiin (Hilty ja Aebischer, 2015) ja käsitteen määritelmästä käydään edelleen keskustelua myös ICT-alan sisällä (esim. Knowles ja muut, 2018). Keskustelua käydään myös siitä, pitäisikö joitain kestävä kehityksen ulottuvuuksia painottaa enemmän kuin toisia (esim. Pargman ja Raghavan, 2014; Hilty ja Ruddy, 2010). Toisaalta käsite saatetaan myös jättää kokonaan määrittelemättä, jolloin on epäselvää, onko kestävä kehityksen periaatteita sovellettu kokonaisvaltaisesti (esim. Pargman ja Raghavan, 2014). Joitain mahdollisia ratkaisuja olisivat suunnitteluperiaatteiden, kuten LIMITS (Nardi ja muut, 2018) sekä Karlskronan manifesti (Becker ja muut, 2015), tai Yhdistyneiden kansakuntien YK:n kestävä kehityksen tavoitteiden soveltaminen ICT-alan tutkimuksessa ja käytännön työssä (esim. Wu ja muut, 2018). Lisäksi koska kestävä kehitys on koko yhteiskuntaa läpileikkaava periaate, vastuu sen soveltamisesta jakautuu niin ICT-alalle itselleen, yleisesti yhteiskunnan eri toimijoille sekä yksittäisille teknologioiden käyttäjille.

Luvussa 2 kuvataan tutkielmassa käytetty tutkimusmenetelmä. Aiheen haastavuuden vuoksi haun etenemistä on kuvattu melko tarkasti. Luvussa 3 tarkastellaan kestävä kehityksen käsitettä ja esitellään myös käsitteeseen liittyvää kritiikkiä. Tarkastelun tavoitteena on tuoda esiin se, että kestävä kehityksen käsite on itsessään monitulkintainen, jolloin se on ymmärrettävästi sitä myös ICT-alalle sovellettuna. Tämän jälkeen luvussa 4 perehdytään yleisemmin esimerkkien kautta siihen, miten kestävä kehitystä voidaan tarkastella ICT-alalla. Luvussa 5 kartoitetaan erilaisia haasteita, jotka vaikeuttavat kokonaisvaltaisen kestävä kehityksen näkökulman ottamista ICT-alalla. Luvussa 6 esitellään joitain tapoja, joilla kokonaisvaltainen näkökulma olisi mahdollisesti sovellettavissa. Tämän jälkeen luvussa 7 käydään pohdintaa kirjallisuuskatsauksen tuloksista.

2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä on kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuushauissa on ollut käytössä ensisijaisesti neljä eri tietojenkäsittelytieteille sopivaa tietokantaa: ACM, IEEE, Proquest sekä Scopus. Muutama haku on tehty myös Ebscohostin sekä Springerlinkin tietokantoihin. Kirjallisuushaut on tehty pääasiassa tammi- ja helmikuussa 2020, ja täydentäviä hakuja on tehty syksyllä 2020.

Taulukko 1 kuvaa hauissa käytettyjä termejä teemoittain. Hakulauseiden rakenne on ollut pääasiassa muotoa "(Teema 1 OR Teema 1) AND Teema 2". Hakuja on täydennetty myös teemalla 3, mutta se ei tuottanut tulokseksi artikkeleita, joissa olisi oikeanlaisia näkökulmia. Näiden lisäksi tietokannoista on tehty yksittäishakuja teeman 4 hakusanojen perusteella. Oletuksena näissä yksittäishauissa oli, että jos tietokanta on tietojenkäsittelytieteiden alalta, tulosten pitäisi automaattisesti sisältää myös ICT-alan

näkökulman. Näin on saatu tulokseksi joitain toisentyypisen näkökulman artikkeleita, jotka eivät olisi löytyneet teemojen 1 ja 2 hauilla.

Taulukko 1. Käytetyt hakusanat teemoittain

Teema 1	Teema 2	Teema 3	Teema 4
computing	”sustainable development”	”Holistic view”	degrowth
ICT	”sustainable development goals”	”Holistic approach”	”Zero growth”
”Information systems”	SDG	Interdisciplinary	”Doughnut economics”
”Information technology”		Multidisciplinary	ICT4S
”Information and communication technology”		”wide approach”	”ICT for Sustainable Development”
			ICT4D

Hakutulosten tarkastelussa on pääasiassa suljettu pois yli 10 vuotta vanhat artikkelit. Jos tietokannassa on ollut mahdollista rajata tulokset tietojenkäsittelytieteiden alalle (Computer Science), tuo rajaus on tehty. Hauissa on rajattu mukaan myös vain vertaisarvioidut artikkelit, jos se on ollut mahdollista rajata. Näiden lisäksi mukaan on pyritty rajaamaan vain review-tyyppiset artikkelit, joiden on toivottu tarjoavan yleisen tason tarkastelua aiheeseen. Konferenssijulkaisut on hyväksytyt myös joukkoon.

Tarkastelussa ei ole huomioitu tutkimuksia, joissa keskitytään vain yhdentyypisen kestävyuden tarkasteluun. Mukaan on valittu vain tutkimuksia, joissa tarkastellaan yhtä aikaa sekä ekologisen että sosiaalisen kestävyuden näkökulmia. Toisin sanoen hauista on karsittu pois ne artikkelit, joissa käsitellään pelkästään esimerkiksi kiertotaloutta tai vihreää IT:tä. Sosiaaliseen kestävyteen (esim. ICT4D) liittyvät artikkelit on myös karsittu pois, jollei niissä selkeästi tarkastella myös ekologisen kestävyuden näkökulmia.

Hauissa on käytetty myös YK:n vuonna 2015 luomaa käsitettä *kestävän kehityksen tavoitteet* (Sustainable Development Goals, SDGs). Kun sitä on käytetty

pääasiallisena hakusanana, joukosta on rajattu pois ennen vuotta 2015 julkaistut tulokset. Tätä aiemmat artikkelit todennäköisesti viittaavat johonkin muuhun.

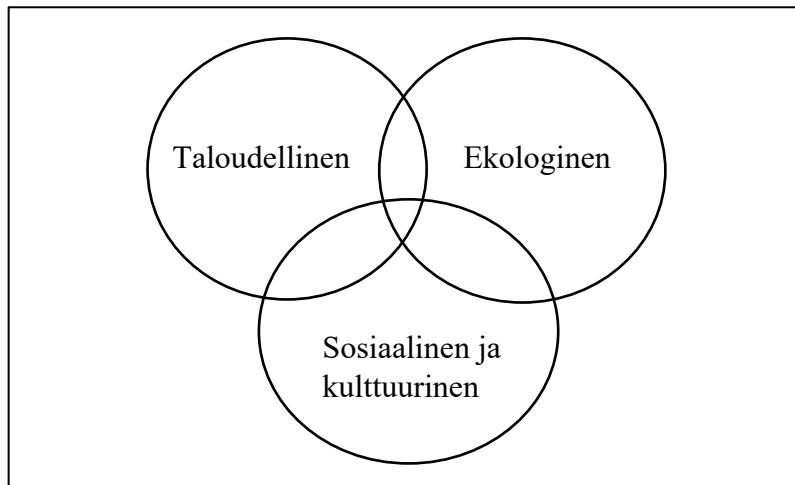
Mukaan tarkasteluun on hyväksytty yksi alan ulkopuolinen julkaisu, koska se käsittelee juuri tätä aihetta. Yksi artikkeli on hylätty lopulta siksi, koska sen lähdeluettelo ei ollut asianmukainen – lähteissä esimerkiksi toistui yksi ja sama järjestö ja sen julkaisut, ja varsinaisia tieteellisiä artikkeleita siinä oli vain muutama. Jotkin artikkelit on otettu mukaan, koska ne ovat toistuneet useissa artikkeleissa viiteluettelossa.

Tutkielmassa on myös mukana artikkeleita, jotka tuovat näkökulmia yhteiskuntatieteiden puolelta. Nämä artikkelit ovat pääasiassa peräisin Tampereen yliopiston Kestävä kehitys -kurssien kirjallisuuslistoista.

3 Kestävä kehitys

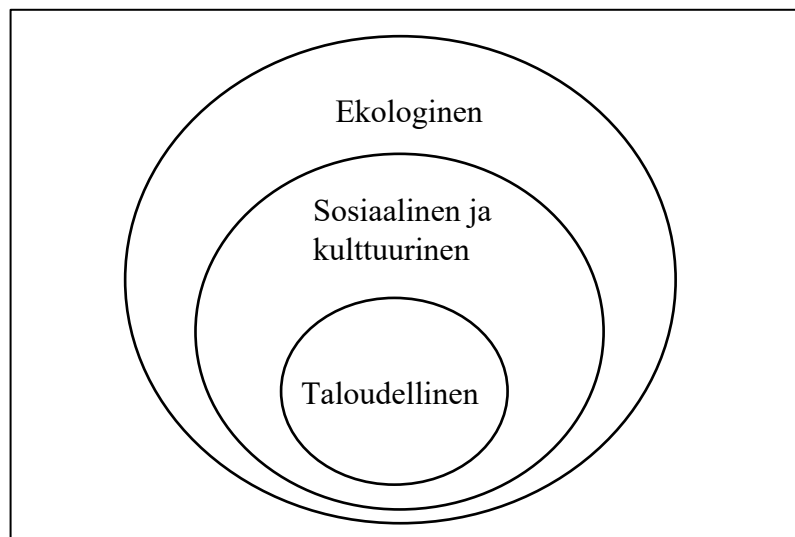
Kestävän kehityksen määrittelyyn on useita erilaisia tapoja, mutta tässä tutkielmassa taustalla on ensisijaisesti Suomen Valtioneuvoston (2020c) määritelmä, koska se on mahdollisesti kaikista tunnetuin lukijoille. Tuon määritelmän mukaan kestävä kehitys jakautuu kolmeen eri ulottuvuuteen: taloudelliseen, ekologiseen sekä sosiaaliseen ja kulttuuriseen kestävään kehitykseen. Taloudellisella kestävyydellä tarkoitetaan ”sisällöltään ja laadultaan tasapainoista kasvua, joka ei perustu pitkällä aikavälillä velkaantumiseen tai varantojen hävittämiseen”. Ekologiseen kestävyyskuuluu määritelmän mukaan ”biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien toimivuuden säilyttäminen sekä ihmisen taloudellisen ja aineellisen toiminnan sopeuttaminen pitkällä aikavälillä luonnon kestävyyskykyyn”. Sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyuden tavoitteena on ”taata hyvinvoinnin edellytysten siirtyminen sukupolvelta toiselle”. (Valtioneuvosto, 2020c) Sosiaalista ja kulttuurista kestävyyttä voisi tarkastella erillisinä, mutta tässä tutkielmassa niitä tarkastellaan yhtenä selkeyden vuoksi.

Kestävän kehityksen eri ulottuvuuksia on mahdollista tarkastella joko jokaista yksitellen tai kaikkia yhtä aikaa. Yksi tapa kuvata kolmea ulottuvuutta on käyttää Venn-diagrammia kuten kuvassa 1. Tällöin kokonaisvaltainen näkökulma sijoittuisi alueelle, joka on kaikille ympyröille yhteinen. Tästä käytetään nimitystä *heikko kestävyys* (weak sustainability) (Becker ja muut, 2015).



Kuva 1. Heikon kestävyuden kolme ulottuvuutta (muokattu Sustainability, 2010 viitattu Becker ja muut, 2015)

Kokonaisvaltaisuutta voisi tarkastella myös sisäkkäisinä ympyröinä, joka korostaa esimerkiksi sitä, että taloutta määrittää vahvasti sosiaalinen todellisuus ja sosiaalista todellisuutta ekologiset reunaehdot (kuva 2). Tästä käytetään nimitystä *vahva kestävyys* (strong sustainability) (Becker ja muut, 2015). Olennaista molemmissa kuvissa on kuitenkin hahmottaa, kuinka eri ulottuvuudet ovat tiivisti toistensa kanssa vuorovaikutuksessa sekä riippuvaisia toisistaan.



Kuva 2. Vahvassa kestävydessä kestävä kehityksen eri ulottuvuudet nähdään sisäkkäisinä ympyröinä (muokattu Becker ja muut, 2015)

Yksi tapa tarkastella ja soveltaa kestävyttä kokonaisvaltaisesti kaikki ulottuvuudet huomioiden on YK:n kestävä kehityksen tavoitteet. YK loi nämä tavoitteet yhteistyössä useiden eri tahojen kanssa vuonna 2015. Tavoitteita on yhteensä 17 ja ne kattavat monipuolisesti eri elämänalueita. (YK, 2015) Tavoitteissa on erityistä se, että ne antavat suosituksia niin kehittyville kuin kehittyneille maille.

Kestävä kehitys itsessään nähdään kuitenkin myös ongelmallisena käsitteenä esimerkiksi siihen sisältyvien lähtöoletusten vuoksi (Blewitt, 2018). Esimerkiksi yksi YK:n kestävän kehityksen tavoitteista on talouskasvun turvaaminen kaikkialla maailmassa. Vaden ja muut (2019) näkevät ongelmaksi talouskasvuun pyrkimisen kestävän kehityksen yhteydessä, koska siinä taustaoletuksena on resurssien kulutuksen onnistunut irrottaminen talouden kasvusta. Tällaista yhteiskuntien toivomaa absoluuttista *irtikytkentää* (decoupling) ei ole kuitenkaan havaittavissa kuin hyvin ajallisesti ja paikallisesti rajoittuneena. Irtikytkentään luottaminen ei ole siis realistinen perustelu, kun tehdään päätöksiä talouskasvun edistämiseksi. (Vaden ja muut, 2019)

O'Neill ja muut (2018) ovat tarkastelleet, kuinka hyvin kansallisella tasolla pystytään tuottamaan kestävää hyvinvointia ja samalla pysymään ekologisten reunaehtojen puitteissa eri maissa. Tuloksena on, että keskimäärin luonnonresurssien käytön pitäisi tehostua valtavasti, jotta kaikille maailman ihmisille pystyttäisiin takaamaan riittävä hyvinvointi. Vauraille maille, kuten Suomi, tämä tarkoittaisi resurssien käytön vähentämistä. YK:n kestävän kehityksen tavoitteittakin soveltaessa olisi huomioitava nämä reunaehdot. (O'Neill ja muut, 2018) Kestävän hyvinvoinnin voi lukea tässä kuuluvan sosiaaliseen kestävyYTEEN.

4 Kestävän kehityksen periaatteita noudattava ICT-ala

ICT-alalla viitataan tässä tutkielmassa yleisellä tasolla kaikkiin niihin eri toimialoihin, jotka termin mukaisesti pyrkivät tutkimaan informaatio- ja viestintäteknologiaan liittyviä kysymyksiä tai tuottamaan erilaisia informaatio- ja viestintäteknologiaa hyödyntäviä ratkaisuja erilaisiin ongelmiin. Näihin aloihin on tässä tutkielmassa laskettu mukaan esimerkiksi tietojenkäsittelytieteet ja sen eri tutkimussuuntaukset. Tutkielmaan on pyritty löytämään ne artikkelit, joiden otsikossa tai asiasanoissa mainitaan termi ICT tai joissa käytetään ICT:tä yleisenä terminä. Tämä on hyvin laava näkökulma, mutta laueudella on pyritty saavuttamaan mahdollisimman yleisen tason tutkimuksia aiheesta. Vain kahdessa tarkastellussa artikkelissa (van der Velden, 2018; Goswami, 2014) määriteltiin lyhyesti, mitä termillä ICT tarkoitetaan kyseisessä artikkelissa. Muissa artikkeleissa termiä ICT ei ole lainkaan määritelty, ja tällä on myös mahdollisesti pyritty melko laueaan aiheen käsittelytapaan. Voidaan ajatella, että näillä erilaisilla ICT-alan tuottamilla teknologisilla ratkaisuilla pyritään tuottamaan hyvinvointia ihmisille joko suorasti tai epäsuorasti. Se, onko tuo tavoiteltu hyvinvointi O'Neillin ja muiden (2018) tarkoittamaa kestävää hyvinvointia, vaatisi erillistä tarkastelua.

ICT-alan tuottamiin ratkaisuihin voidaan laskea esimerkiksi fyysiset laitteet tai erilaiset käyttöjärjestelmät ja sovellukset. Ekologisesti kestävän kehityksen näkökulmasta erilaisten laitteiden tuottaminen kuluttaa erityisesti luonnonvaroja ja laitteiden käyttäminen vaatii energiaa sekä erilaisia infrastruktuuriratkaisuja, jotka edelleen myös vaativat luonnonvarojen kuluttamista (Hilty ja Aebischer, 2015; Berkhout ja Hertin, 2001). Ekologiseen kestävyYTEEN liittykin käsite *rebound-ilmiö* (rebound effect). Käsitteellä

kuvataan tilannetta, jossa teknologiat käyttävät vähemmän erilaisia resursseja, mutta kyseisten teknologioiden kulutus kasvaa samaan aikaan. Esimerkiksi vähemmän resursseja käyttävä teknologia on todennäköisesti myös halvempi, jolloin säästyvällä rahalla voidaan ostaa entistä enemmän teknologioita. (Berkhout ja Hertin, 2001)

Toisaalta sosiaalisen kestävyuden näkökulmasta voidaan katsoa edellä mainittujen asioiden vaikutusta yhteiskuntaan, ihmisyhteisöihin ja hyvinvointiin. Tutkimussuuntaus ICT4D (ICT for Development) tarkastelee monitieteisesti sosiaalisesta näkökulmasta esimerkiksi erilaisten teknologisten ja digitaalisten ratkaisujen saavutettavuutta eri ihmisryhmille sekä ICT-alan työskentelyolojen vaikutusta ihmisten hyvinvointiin. (Walsham, 2017) Koska ICT-alan tuottamat ratkaisut ovat lähes aina jollain tavalla osa ympäröivää yhteiskuntaa, eli niitä tuottaa tai hyödyntää joku ihminen, sosiaalinen ulottuvuus on lähes aina läsnä.

Taloudellisen kestävyuden näkökulmasta voidaan myös tarkastella, kuinka esimerkiksi teknologian tuotannossa huomioidaan vaurauden jakautuminen paikallisesti ja globaalisti. Esimerkiksi informaatio- ja viestintäteknologioita ei juuri tuoteta kehittyvissä maissa, jolloin ne eivät pääse hyötymään samanlaisesta ICT-alan tuottamasta vauraudesta kuin rikkaimmat maat. Pikemminkin rikkaammat maat tuovat kehittämiään teknologioita köyhempiin maihin, jolloin mahdollisesti kehittymässä oleva paikallinen tuotanto kärsii. (Rothe, 2020) Toisaalta samaan aikaan myös ICT-yritysten talous on oltava kestäväällä pohjalla, ja talouden toiminta tuo vaurautta yhteiskunnille. Taloudellisen kestävyuden kohdalla pitää kuitenkin huomioida aiemmin mainittu kritiikki talouskasvua kohtaan, sillä yrityksen pyrkimys lisätä arvoa omalla toiminnallaan ei olekaan välttämättä ekologisen kestävä kehityksen mukaista, esimerkiksi rebound-ilmiön takia (Berkhout & Hertin, 2001).

Teknologioiden yhteydessä rebound-ilmiö on vahvasti kytkeytynyt yhteiskuntaan ja ihmisten toimintaan. Lobato (2019, 73–90) kuvaa, kuinka Netflixin kaltaisen suoratoistopalvelun toimimiseksi vaaditaan paljon erilaista infrastruktuuria, kuten tietokoneita, modeemeja, kaapeleita sekä tuki- ja maksupalveluita. Netflixin, kuten myös muiden ICT-teknologiaan perustuvien yritysten, eduksi on kehittää infrastruktuuria uusien asiakkaiden hankkimiseksi ja vaikuttaa politiikkaan tämän tavoitteen edistämiseksi. Ne myös käyttävät tätä vaikutusvaltaansa. Samalla yhtiö tarjoaa asiakkailleen tietoa esimerkiksi palvelun käyttöön tarvittavista internet-nopeuksista, jolloin asiakkaat osaavat myös vaatia parempaa. (Lobato, 2019) Suomessa Yle Uutiset (Mäntylä, 2019) kuvasi, kuinka videopelien uskotaan siirtyvän tulevaisuudessa Netflixin lailla fyysisistä laitteista palvelinsaleihin, jolloin peleistä voidaan samalla tehdä entistä enemmän laskentatehoa vaativia. Molemmat esimerkit kuvaavat, kuinka palvelujen muuttaminen digitaaliseen muotoon saatetaan nähdä mahdollisuutena tuottaa vain enemmän vastaavia palveluita eikä niinkään keinona säästää luonnonvaroja. Samaa aikaan nämä palvelut eivät ole tarjolla kaikkialla maailmassa sopivan infrastruktuurin puuttumisen takia (Lobato, 2019), mikä on vahvasti oikeudenmukaisuuden ja sosiaalisen kestävyuden ongelma.

5 Haasteet kokonaisvaltaisen näkökulman soveltamisessa

Kestävän kehityksen kokonaisvaltainen tarkastelu sekä soveltaminen alalla on haastavaa useammasta eri syystä. Tässä luvussa tarkastellaan ensin, kuinka käsitteen ”kestävä kehitys” monitulkintaisuus hankaloittaa sen soveltamista tietojenkäsittelytieteiden ja sen lähialojen tutkimuksessa sekä ICT-alan käytännön työssä. Toiseksi tarkastelussa on kestävä kehityksen periaatteita soveltavan tutkimuksen pirstaloituminen usealle eri tutkimussuunnalle. Kolmanneksi esitellään keskustelua siitä, onko kokonaisvaltainen lähestymistapa ylipäänsä toimiva tapa kestävä kehityksen periaatteiden soveltamiseen.

5.1 Monitulkintainen kestävä kehityksen käsite

Kestävä kehityksen käsitteestä keskustellaan aktiivisesti myös muilla aloilla (Blewitt, 2018), joten käsite ei voi olla kovin selvä myöskään tietojenkäsittelytieteiden ja sen lähialojen tutkimuksissa.

Becker ja muut (2015) kuvaavat, kuinka heidän *ohjelmistotekniikan* (SE, Software Engineering) alan tutkimuksessaan yksiselitteisen määritelmän muotoileminen oli haastavaa, koska käsitykset kestävästä kehityksestä eroavat niin paljon alan tutkijoiden ja toimijoiden kesken. Lisäksi tyypillinen kestävä kehityksen käsite ei toimi sellaisenaan ohjelmistojen kehittäjien työssä, vaan sille on esimerkiksi pitänyt luoda soveltavia tulkittamisen tapoja, jotka perustuvat heikon ja vahvan kestävä kehityksen määritelmille (Becker ja muut, 2015). Tässä kirjallisuuskatsauksessa vain Becker ja muut (2015) määrittivät sekä käyttivät heikon ja vahvan kestäväyyden käsitteitä, mikä kuvaa eroavaisuuksia käsitteen määrittelyssä.

Pargman ja Raghavan (2014) kuvaavat, kuinka ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen, HCI:n (Human-Computer Interaction), tutkimuksissa kestävä kehitystä ei välttämättä määritellä lainkaan tai käsitteen alle laitetaan asioita, joiden vain oletetaan olevan kestävä kehityksen periaatteiden mukaisia. Lisäksi toimenpiteet, joita alalla määritellään kestäväksi kehitykseksi, eivät ole usein riittävän kunnianhimoisia, jotta niillä edes olisi riittävästi vaikutusta. Kestävä kehitykseen liittyvistä HCI:n tutkimuksista puuttuu myös sellaista kokonaisvaltaisuutta, jolloin esimerkiksi kehitettävän järjestelmän vaikutukset itsensä ulkopuolelle huomioitaisiin. (Pargman ja Raghavan, 2014) Käsitteiden määrittelemättömyys oli nähtävissä myös tässä kirjallisuuskatsauksessa, sillä kaikissa tutkimuksissa ei määritelty käsitettä, vaikka se olikin keskeinen.

Knowles ja muut (2018) kuvaavat, kuinka jo kestävä kehitykseen suuntautuneessa *kestävä ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus* - eli SHCI-yhteisössä (Sustainable Human-Computer Interaction) on vaikeaa saavuttaa yhteistä määritelmää käsitteelle. Toistuvat keskustelut käsitteen määritelmästä vaikeuttavat samalla varsinaisten toimenpiteiden määrittämistä. Ala tarvitsisikin enemmän yhteistä tulevaisuuden visiota, jota kohti pyrkiä. (Knowles ja muut, 2018) Tällöin siis käsitys siitä, mihin kestävä kehityksen periaatteiden soveltamisella ylipäänsä pyritään, muuttuisi yhtenäisemmäksi.

5.2 Tieteellisen keskustelun pirstaloituminen ja siiloutuminen

Kestävän kehityksen periaatteita tarkastellaan ja sovelletaan usealla eri ICT-alaan liittyvällä tutkimussuuntauksella. Kirjallisuudessa listataan esimerkiksi seuraavat kestävästä kehityksestä koskevat tai niitä läheisesti sivuavat tutkimussuuntaukset, joista osa on kehittynyt saman nimisestä konferenssista (Hilty ja Aebischer, 2015; Nardi ja muut, 2018):

- SHCI – Sustainable HCI
- Green IT/ICT
- ICT4S – ICT for Sustainability
- ICT4D – ICT for Development
- Crisis Informatics
- Computational Sustainability
- Environmental Informatics
- ICT4EE – ICT for Energy Efficiency
- Energy Informatics
- Sustainable Computing
- Digital Sustainability
- Cybernetics

Näiden lisäksi tämän tutkielman kirjallisuushaussa on tullut vastaan tutkimussuunnat *kestävä ohjelmistokehitys* (Sustainable Software Development) sekä *kestävä tekniikka* (Sustainable Engineering). Edellä mainittujen tutkimussuuntien lisäksi on olemassa erilaisia kestäväan kehitykseen liittyviä ICT-alan konferensseja tai työpajoja, kuten HCI4S, DICC4SD ja SIGCAS (Wu ja muut, 2018). Listat kuvastavat sitä moninaisuutta, josta aiheeseen perehtyvän lukijan pitäisi ottaa selvää.

Listatuista tutkimussuuntauksista esimerkiksi *vihreä informaatioteknologia* (Green IT) käsittelee erityisesti ekologisen kestävyuden näkökulmia (Hilty ja Aebischer, 2015) ja ICT4D sosiaalisen kestävyuden näkökulmia (Walsham, 2017). Tämä kuvaa, kuinka eri kestäväan kehityksen ulottuvuuksien käsittely saattaa siiloutua eri tutkimussuuntauksiin, jolloin kokonaisvaltaisemman näkökulman ottaminen on haastavaa. Tästä on kuitenkin olemassa myös päinvastainen esimerkki: SHCI:n tutkimuksissa on aiemmin ollut selkeät jaot eri kestäväan kehityksen ulottuvuuksiin. Tässä on kuitenkin tapahtunut viime vuosina muutosta ja vahva jako on hävinnyt. (Knowles ja muut, 2018) Toisaalta tämä on esimerkki vain melko eriytyneestä tutkimushaarasta, joten siitä ei voi päätellä muutoksia koko ICT-alalla.

DiSalvo ja muut (2010) havaitsivat HCI:n alan kirjallisuuskatsauksessaan, että eri tutkimussuuntien välillä oli yllättävän vähän ristiviittauksia. Tästä seurasi esimerkiksi päällekkäisyyksiä tutkimuksissa eri tekniikan alan tietokannoissa. Tämä vaikeutti myöskin heidän varsinaisen kirjallisuushakunsa tekemistä, koska tutkimusten käsitteistö erosi toisistaan paljon, vaikka käsiteltävä aihe olikin sama. Tämä sama ongelma tuli ilmi myös

tätä kandidaatin tutkielmaa tehdessä. Lisäksi DiSalvo ja muut (2010) havaitsivat, että HCI:n alan tutkimuksista puuttui viittauksia myös olennaisiin tutkimuksiin muilla tieteenaloilla, kuten tieteen ja teknologian tutkimuksessa (Science and Technology Studies).

5.3 Kokonaisvaltaisempi näkökulma vai erilliset ulottuvuudet?

Jotkin tarkastellut artikkelit (esim. Wu ja muut, 2018; Pargman ja Raghavan, 2014) jakavat näkemyksen siitä, että kokonaisvaltaisia näkökulmia ei ole paljoa ICT-alan kirjallisuudessa. Esimerkiksi HCI:n alan tutkimuksista puuttuu kokonaisvaltaisia näkökulmia, joissa otettaisiin huomioon myös laajemmalle yhteiskuntaan ulottuvat vaikutukset (Pargman ja Raghavan, 2014). Kuitenkin tässäkin kirjallisuuskatsauksessa tuli ilmi, että kokonaisvaltaisen näkemyksen huomioimisen tarve saatetaan nähdä eri tutkimuksissa eri tavoin, vaikka sen merkitys tunnustettaisiin.

Osassa tutkimuksia painottuu ekologinen näkökulma. Pargman ja Raghavan (2014) toteavat, että sosiaalinen kestävyys on toissijainen asia, koska yhteiskuntien olemassaololle ekologisen kestävyuden saavuttaminen on ensisijaista. Myös Nardi ja muut (2018) korostavat enemmän ekologista näkökulmaa ja luonnonresurssien rajallisuutta. Hilty ja Ruddy (2010) näkevät, että kestävä kehitys ei ole ylipäänsä mahdollista tarkastella kokonaisvaltaisesti tai – tarkemmin sanoen – moniulotteisesti. Kokonaisvaltaisuuden vaatimukseen kuuluu ajatus tasapainoisuudesta eri kestävä kehityksen ulottuvuuksien välillä, mutta ilman ekologisen kestävyuden saavuttamista ei myöskään sosiaalista ja ekonomista kestävyyttä voida saavuttaa. Erityisesti, jos halutaan huomioida myös tulevien sukupolvien hyvinvoiva elämä, on pidettävä kiinni ekologisesta kestävydestä ja luonnonresurssien riittävydestä. (Hilty ja Ruddy, 2010) Näin kuvattu tasapainoisuuden vaatimus on ilmeinen erityisesti heikon kestävyuden määritelmässä (vrt. Becker ja muut, 2015), jossa Venn-diagrammin eri osat (kuva 1) ovat yhtä suuria ja siten hahmotettavissa yhtäläisen merkittäviksi. Sen sijaan vahvan kestävyuden määritelmä (vrt. Becker ja muut, 2015), huomioi ekologiset rajat muita ulottuvuuksia määrittävänä tekijänä.

Sosiaalinen kestävyys on keskeistä ICT4D-tutkimussuunnassa. Nardi ja muut (2018) huomauttavat, että sosiaaliseen kestävyteen painottuneet ICT4D:n tutkimukset sijoittuvat pääosin kehittyviin maihin. Näissä tutkimuksissa on usein oletuksena, että sosiaalisen kestävyuden tavoitteiden saavuttamisen esteenä on materiaallinen puute, ja tuo materiaallinen taso tulee ennemmin tai myöhemmin nousemaan noissa tarkastelluissa yhteiskunnissa (Nardi ja muut, 2018). Tällöin ei siis välttämättä tavoiteltaisi ekologisissa rajoissa pysymistä, vaan ainoastaan sosiaalisen kestävyuden saavuttamista. Rothe (2020) tunnistaa kokonaisvaltaisuuden huomioimisen haasteen ICT4D:ssä ja sen, että ICT-alan luomilla teknologioilla on aina ekologiaa vaikutuksia. Ekologisuuden sekä sosiaalisen kestävyuden näkökulmat ovat kuitenkin yhdistettävissä, ja ne pitäisikin yhdistää, esimerkiksi hyödyntäen YK:n kestävä kehityksen tavoitteita (Rothe, 2020).

Van der Velden (2018) näkee molemmat sosiaalisen ja ekologisen näkökulman tärkeinä. Nykyaikana informaatio- ja viestintäteknologiat nähdään neutraalina työkaluna ja

teknologioilla nähdään olevan tärkeä merkitys kasvun ja edistyksen saavuttamisessa. Tämä mekaaninen lähestymistapa kuitenkin häivyttää kuvaa siitä, miten sosiaalisen ja ekologisen kestävyuden toteutuminen ilmenee käytännössä ja miten ne vaikuttavat toisiinsa. Pitäisikökin tarkastella erilaisia rajapintoja, joissa ihmiset, luonto ja teknologian käyttö kohtaavat toisensa. Esimerkiksi Ghanassa rikkaiden maiden tuoman elektroniikkajätteen epävirallinen kierrätys aiheuttaa toisaalta ympäristötuhoa ja terveysongelmia paikallisissa, mutta se myös tarjoaa toimeentuloa köyhimmille. Kuvaillemalla näitä kohtaamisia voidaan luoda moniulotteisempi kuva sosiaalisen ja ekologisen kestävyuden yhteydestä. (van der Velden, 2018) Näissä perusteluissa hyödynnetäänkin yhteiskuntatieteiden näkökulmia, jotka eivät korostu samalla tavalla ekologista ulottuvuutta painottavissa tutkimuksissa.

6 Ratkaisuja kestävä kehityksen periaatteiden soveltamiseen

Jos ICT-alalla halutaan soveltaa kestävä kehityksen periaatteita, voidaan soveltamisessa hyödyntää erityyppisiä ratkaisuja, joita kuvataan seuraavaksi. Ensiksi tarkastellaan kahta erilaista suunnittelijoille luotua periaatteiden kokoelmaa. Toiseksi esitellään, kuinka YK:n kestävä kehityksen tavoitteita voi hyödyntää ICT-alalla. Lopuksi tarkastellaan keskustelua siitä, miten kestävä kehityksen periaatteiden soveltamisen vastuun pitäisi jakautua eri tahojen kesken. Tässä esiteltävät ratkaisut eivät välttämättä suoraan vastaa kokonaisvaltaisuuden näkökulmaa, ja tuohon puutteeseen liittyvä kritiikki on myös esitelty.

6.1 Suunnitteluperiaatteita

Yksi tapa soveltaa kestävä kehityksen periaatteita on luoda erilaisia suunnitteluperiaatteita. Näitä ovat LIMITS (Nardi ja muut, 2018) sekä Karlskronan manifesti (Becker ja muut, 2015). Suunnittelijat ovat keskeisiä toimijoita periaatteiden toteutumisessa ICT-alalla (Becker ja muut, 2015; Pargman ja Raghavan, 2014), joten vastaavanlaiset periaatteet suunnitteluvaiheessa ovat tarpeellisia. Näissä suunnitteluperiaatteissa näkökulma on siis vahvasti itse ICT-alassa ja siinä, kuinka esimerkiksi käyttöliittymä- tai ohjelmistosuunnittelijat toimivat.

LIMITS on HCI:n alan ratkaisu, jossa esitellään kolme periaatetta. Ensimmäisenä periaatteena on pyrkimys kyseenalaistaa talouskasvun tavoittelu. Teknologiaa pitäisi pyrkiä luomaan siten, että sen tavoitteena on enemmän ihmisten pitkäkestoinen hyvinvoinnin turvaaminen sen sijaan, että luotaisiin vain uutta teknologiaa sen itsensä ja lisäarvon tuottamisen vuoksi. Toisena periaatteena on sellaisen teknologian luominen, joka toimisi myös puutteellisissa oloissa, jolloin samalla oltaisiin myös valmiimpia esimerkiksi selviämään äkillisten luonnonkatastrofien aikana. Kolmantena periaatteena on pyrkimys vähentää energian ja luonnonresurssien kulutusta. Sen sijaan, että teknologian kehityksessä keskitytään vain esimerkiksi tehokkuuden lisäämiseen, otetaan samalla huomioon myös rebound-ilmiö ja sen vaikutus kulutuksen lisääntymiseen. (Nardi ja muut, 2018)

Kokonaisuudessaan tavoitteena olisi pyrkiä hyvin suureen ajattelutavan muutokseen verrattuna siihen, kuinka nykyisin mahdollisesti toimitaan uuden teknologian tuottamisessa.

Karlskronan manifesti on laaja, julistuksenomainen kokoelma erilaisia periaatteita, joita voidaan käyttää ohjelmistokehityksessä. Periaatteissa huomioidaan esimerkiksi se, että teknologioilla on suorien vaikutusten ohella myös epäsuoria vaikutuksia. Lisäksi vaikutukset ovat systeemisiä eli ne ulottuvat yleensä myös laajemmalle ympäristöön, yhteisöihin, yhteiskuntiin ym. Samalla periaatteissa tuodaan näkyväksi kestävän kehityksen moniulotteisuus, tarve kunnianhimoisemmalle kestävän kehityksen periaatteiden soveltamiselle sekä monitieteiselle yhteistyölle ohjelmistokehityksessä. (Becker ja muut, 2015) Manifesti tosin on toistaiseksi osoittautunut haastavaksi soveltaa käytännön ohjelmistokehitystyössä, koska periaatteet ovat liian abstrakteja ja siitä puuttuvat käytännön esimerkit (Penzenstadler ja Oyedeji, 2020).

Molemmissa periaatteissa saattaa olla puutteita kokonaisvaltaisuuden huomioimisessa. LIMITS-periaatteisiin kuuluu pyrkimys kuluttamisen ja jatkuvan kasvun vähentämiseen, ja perusteluna käytetään rebound-ilmiötä (Nardi ja muut, 2018). Vaikka periaatteet pohjautuvatkin vahvasti ekologiselle näkökulmalle, läpi artikkelin on kuitenkin nähtävissä tavoite myös sosiaalisen kestävyuden lisäämiseksi. Esimerkiksi tavoite luoda puutteellisissa oloissa toimivaa teknologiaa sisältää samalla myös keinon tuoda teknologioita kehittyvien maiden asukkaille. Tjoa ja Tjoa (2016) toteavat, että Karlskronan manifestissa keskitytään enemmän ekologiseen kestävyyteen ja erityisesti ekonominen ulottuvuus jää sivuun. Manifestin perusteluissa kyllä tunnustetaan kaikkien kestävyuden ulottuvuuksien olemassaolo ja merkitys sekä niiden riippuvuus ja vaikutukset toisiinsa, mutta periaatteiden abstraktius saattaa ehkä vaikeuttaa niiden purkamista takaisin eri kestävän kehityksen ulottuvuuksiin.

6.2 Kestävän kehityksen tavoitteet

YK:n kestävän kehityksen 17 tavoitetta tuo konkreettisia esimerkkejä, kuinka kestävän kehityksen periaatteita voisi soveltaa käytännössä huomioiden kaikki kestävän kehityksen ulottuvuudet. Esimerkiksi Tjoa ja Tjoa (2016) ovat tarkastelleet, kuinka näitä tavoitteita sovelletaan ICT-alalla. He esittelevät, kuinka erilaiset ICT-alan ratkaisut ovat mahdollistamassa entistä useammalle ihmiselle pääsyn koulutuksen sekä informaation pariin. Tämä vastaisi tavoitteeseen numero 4: ”Taata kaikille avoin, tasa-arvoinen ja laadukas koulutus sekä elinikäiset oppimismahdollisuudet.” (Ulkoministeriö, 2020). Lisäksi Tjoa ja Tjoa (2016) kuvaavat, kuinka ICT-ala on keskeinen *älykkäiden kaupunkien* (Smart city) kehittämisessä, jolloin esimerkiksi erilaisia luonnonresursseja voidaan käyttää tehokkaammin. *Esineiden internet* (Internet of Things, IoT) älykkäissä kaupungeissa on yksi esimerkki resursseja säästävästä teknologiasta, joka voi samalla vastata myös sosiaalisen kestävyuden haasteisiin, kuten terveystalvelujen saatavuuteen (Wu ja muut, 2018). Tämä vastaisi tavoitteeseen numero 11: ”Taata turvalliset ja kestävät kaupungit sekä asuinyhdyskunnat.” (Ulkoministeriö, 2020)

ICT-alan avulla voidaan mahdollisesti ratkaista myös luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja resurssien liikkakäyttöön liittyvät ongelmat, kun erilaisia tietolähteitä voidaan yhdistää laskennallisesti. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen analysoinnissa käytetty data vaatisi yhdistämistä dataan luonnon monimuotoisuudesta, jotta ilmastonmuutoksen käytännön vaikutuksista ja nykytilanteesta saataisiin selkeämpi kuva. (Wu ja muut, 2018) Näin vastattaisiin useisiin eri YK:n kestävän kehityksen tavoitteisiin, kuten numeroon 13 ”Toimia kiireellisesti ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia vastaan”, sekä 14 ”Säilyttää meret ja merten tarjoamat luonnonvarat sekä edistää niiden kestäväää käyttöä” (Ulkoministeriö, 2020).

YK:n kestävän kehityksen tavoitteita soveltavat ICT-alan tutkimukset kattavat paljon erilaisia alueita, mutta ne kuitenkin epäonnistuvat joidenkin tavoitteiden tarkastelussa. Esimerkiksi ohjelmistokehitykseen liittyvissä tutkimuksissa sekä käytännön kehitystyössä sosiaaliset kysymykset jäävät helposti syrjään ja niissä keskitytään pääasiassa vain teknisiin puoliin. Tästä seuraa ongelmia esimerkiksi silloin, jos teknologiaa kehittävän yrityksen asiakkaat vaativat sosiaalisten kysymysten huomioimista. Myös sellaisia YK:n kestävän kehityksen tavoitteita soveltavia tutkimuksia, jotka tarkastelevat periaatteita kokonaisvaltaisesti, tarvittaisiin lisää. (Wu ja muut, 2018)

Kuten aiemmin on todettu, myös YK:n kestävän kehityksen tavoitteissa itsessään on ongelmia, kuten talouskasvun tavoittelu. Tämän lisäksi tavoitteet painottavat paljon teknologista muutosta ja jättävät samalla huomiotta muunlaisia tapoja tavoitella kestävämpää maailmaa (Imaz & Sheinbaum, 2017). ICT-alan luomat teknologiat nähdään myös yleisesti neutraaleina ja universaaleina, jolloin jätetään huomiotta, että teknologioiden taustalla on erilaisia arvoja ja poliittisia valintoja. Kun nämä teknologiat esitetään myös YK:n kestävän kehityksen tavoitteissa neutraaleina työkaluina, on vaikeampaa havaita noita ICT-alaan itseensä liittyviä arvoja ja poliittisia valintoja. (van der Velden, 2018) Näin ollen kaikki YK:n tavoitteissa kuvatut teknologiat näyttäytyvät helposti kestävän kehityksen periaatteita tukevana, vaikkeivät ne välttämättä olisikaan sitä.

6.3 Kenen vastuulla kestävän kehityksen periaatteiden soveltaminen on?

Useimmissa tarkastelluissa artikkeleissa vedotaan ICT-alan toimijoiden omaan vastuuseen ja eettiseen toimintaan. Tämän vastuun nähdään koskevan niin tutkijoita kuin teknologioita tuottavia yrityksiä. Esimerkiksi jos alan eri toimijat vain seuraavat eettisiä periaatteita, kuten ACM:n (Association for Computing Machinery) *eettistä koodistoa* (Code of Ethics), ihmisten hyvinvointi on mahdollista huomioida kestävästi ICT-alalla (Tjoa ja Tjoa, 2016; Nardi ja muut, 2018). Toisaalta ACM:n eettinen koodisto tarvitsisi arvioida uudestaan kestävän kehityksen näkökulmasta, jotta se ottaisi huomioon teknologioiden vaikutukset myös laajemmalle yhteiskuntaan (Becker ja muut, 2015).

ICT-alalla on myös keskeinen rooli kestävässä kehityksessä auttaa yhteiskuntien dematerialisaatiossa eli luonnonresurssien käytön vähentämisessä. Voi kuitenkin olla, että alalla ei hahmoteta, kuinka rajuja muutoksia teknologioiden tuotannossa olisi tehtävä,

jotta siitä tulisi kestävä kehityksen periaatteiden mukaista. (Hilty ja Ruddy, 2010) Toisaalta esimerkiksi ACM:n tietokannoissa julkaistuihin tutkimuksiin saattaa vaikuttaa paine tuottaa taloudellista hyötyä tuottavia tuloksia. Tällöin näkemykset, jotka kyseenalaistavat nykykäytäntöjä, eivät edes pääse esille. (Knowles ja muut, 2018) Olisikin hyvä pitää huolta siitä, että tutkijat uskaltavat ja pystyvät tekemään radikaalimpiakin ehdotuksia kestävä kehityksen periaatteiden toteuttamiseksi.

Pargman ja Raghavan (2014) esittävät, että pitäisi aktiivisesti kysyä, tarvitseeko kaikkeen tuottaa ratkaisu informaatio- ja viestintäteknologialla. Esimerkiksi erilaiset järjestelmät, joiden tavoitteena on suostutella (persuasive systems) käyttäjiään toimimaan kestävä kehityksen mukaisesti, eivät aina onnistu tavoitteissaan, koska tavoitteiden saavuttamiselle ei välttämättä ole edes luotu mittareita. Teknologioista voisi myös tehdä enemmän yksinkertaisempaa sen sijaan, että pyritään pääasiassa luomaan huipputeknologiaa. (Pargman ja Raghavan, 2014) Jos teknologioita ei välttämättä tarvita tai niistä ei ole hyötyä, niiden luomiseen on kulutettu luonnonresursseja täysin turhaan.

Knowles ja muut (2018) toteavat, että SHCI:n ala on alkanut viime vuosina keskittyä luomaan yhteiskunnallista muutosta tavoittelevaa teknologiaa. Alan pitäisikin keskittyä enemmän itse alan ajattelun muutokseen eikä niinkään esimerkiksi teknologioiden tehokkuuden parantamiseen. Kestävä kehityksen periaatteiden pitäisi näkyä kokonaisvaltaisemmalla tasolla eikä vain yksittäisissä teknologioissa. (Knowles ja muut, 2018) Yhteiskunnallisen muutoksen tavoittelun tarve on ymmärrettävissä esimerkiksi rebound-ilmion takia, sillä teknologian tehostaminen ei ratkaise siihen liittyviä ongelmia.

Kestävä kehityksen ongelmat kokonaisvaltaisesta näkökulmasta eivät ole kuitenkaan ratkaistavissa vain ICT-alan voimin, vaan siihen tarvitaan mukaan laajasti eri yhteiskunnallisia toimijoita (Pargman ja Raghavan, 2014; Wu ja muut, 2018). Esimerkiksi kestävä kehityksen periaatteisiin perustuvan muutoksen tekeminen vaatii suuria investointeja sekä muutoksia lainsäädännössä. Saadakseen yritykset sekä kuluttajat mukaan muutokseen, vaaditaan vuoropuhelua sekä yhteistyötä eri tahojen välillä. Toisaalta samaan aikaan sääntelyn pitäisi olla riittävän löyhää, että yritykset pystyvät toimimaan tuotavasti. (Goswami, 2014)

Kuluttajien olisi lisäksi siirryttävä enemmän palvelujen ostamiseen sen sijaan, että pyritään ostamaan fyysisiä tuotteita, jotka vain tuhotaan niiden elinkierron lopussa. Näin ICT-alalla olisi mahdollista lisätä dematerialisaatiota. Tämä vaatisi samalla uudenlaisien liiketoimintamallien käyttöönottoa ja kuluttajien käytöksen muuttumista. (Hilty ja Ruddy, 2010)

Knowlesin ja muiden (2018) mukaan teknologian käyttäjät on alettu nähdä SHCI:n tutkimuksissa vähemmän osana ongelmaa, ja sen sijaan mietitään, miten käyttäjiä voisi tukea kestävä kehityksen periaatteiden soveltamisessa omassa elämässä. Tämä on muutos verrattuna DiSalvon ja muiden (2010) kirjallisuuskatsaukseen, jossa teknologioiden käyttäjien käytöksen nähtiin olevan suurin ekologista kestävyyttä uhkaava ongelma.

(Knowles ja muut, 2018) Kuluttajien tukeminen olisikin selkeästi enemmän vuoropuhelua lisäävä toimenpide kuin yksiulotteinen käyttäjän suostuttelu.

Periaatteiden soveltamiseen tarvitaan myös monitieteistä tarkastelua (esim. Wu ja muut, 2018; Nardi ja muut, 2018). Hilty ja Ruddy (2010) esittävätkin suoraan kysymyksen yhteiskuntatieteilijöille: Millaisia psykososiaalisia esteitä kuluttajilla on siirtyä materiaalisesta kuluttamisesta palvelujen kuluttamiseen? Tähän kysymykseen ei tietojenkäsittelytieteiden alueella pystytä suoraan vastaamaan, vaan se vaatii usean eri tieteenalan yhteistyötä.

7 Keskustelu

Kirjallisuuskatsauksen perusteella kestävän kehityksen kokonaisvaltaisen näkökulman omaksuminen ICT-alalla on haastavaa, mutta mahdollista. Osaksi haastavuutta selittää kestävän kehityksen käsitteen monitulkintaisuus, jolloin esimerkiksi tieteellinen keskustelu kestävästä kehityksestä tai sen soveltaminen käytännön työhön on vaikeaa (Becker ja muut, 2015). Toiseksi haastavuutta luo se, että kestävän kehityksen tarkastelu on ICT-alalla pirstaloitunut monelle eri tutkimussuunnalle (Hilty ja Aebischer, 2015), jotka eivät välttämättä keskustele riittävästi keskenään (DiSalvo ja muut, 2010). Tämä tosin on mahdollisesti tieteille ylipäänsä tyypillistä keskittyä vain oman tutkimussuunnan näkökulmaan. Kestävä kehitys ei kuitenkaan monitieteisenä käsitteenä sovi yksiulotteiseen tarkasteluun. Tästä on esimerkkinä rebound-ilmiö (Berkhout ja Hertin, 2001), jonka ratkaiseminen vaatii monitieteistä tarkastelua. Lisäksi ICT-alalla eri tutkijoiden välillä on erilaisia näkemyksiä siitä, miten kestävän kehityksen eri ulottuvuuksia pitäisi painottaa tutkimuksessa ja teknologioiden kehityksessä. Voisi tietysti kysyä, että onko ICT-alan tehtävä määrittää, millainen painotus on tärkeintä, vai olisiko se pikemminkin poliitikkojen, kansainvälisten yhteisöjen ja muiden tieteenalojen tehtävä. On kuitenkin selvää, että alan kirjallisuudessa halutaan ottaa huomioon yhtä aikaa useita eri kestävän kehityksen ulottuvuuksia, ja tutkijat haastavat myös toisiaan ottamaan toisenlaisia näkökulmia.

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin joitain mahdollisia ratkaisuja kokonaisvaltaisen näkökulman ottamiseksi ICT-alan tutkimuksessa sekä käytännön työssä. Yksi niistä on erilaisten kestävän kehityksen periaatteisiin pohjautuvien suunnitteluperiaatteiden hyödyntäminen. Lisäksi ICT-alalla voidaan hyödyntää YK:n kestävän kehityksen tavoitteita, jotka tuovat suunnitteluperiaatteita konkreettisemmän työkalun. Molemmassa on omat puutteensa (esim. van der Velden, 2018), jotka osittain liittyvät juuri kestävän kehityksen käsitteeseen ja tulkintoihin niistä, osittain itse ICT-alaan. Ratkaisuihin liittyy myös keskustelu siitä, kenen vastuulla kestävän kehityksen periaatteiden soveltaminen on. Koska kestävä kehitys koskettaa niin monia erilaisia elämänaloja, myös vastuun nähdään jakautuvan eri tahoille. Toisaalta ICT-ala on itse keskeisessä asemassa periaatteiden soveltamisessa, mutta siihen tarvitaan avuksi myös yhteiskuntia sekä yksittäisiä kuluttajia tai teknologian käyttäjiä. Kokonaisvaltaisen näkökulman ottaminen ja eri kestävän

kehityksen ulottuvuuksien huomioiminen edesauttaisikin havaitsemaan teknologioiden vaikutuksia laajemmalle yhteiskuntaan (Becker ja muut, 2015).

Näiden tulosten perusteella on ymmärrettävää, että kokonaisvaltaiseen näkökulmaan liittyviä tutkimuksia oli tässäkin kirjallisuuskatsauksessa vaikeaa löytää tietojenkäsittelytieteistä tai sen lähialoilta. Kirjallisuushauissa ilmeni, että tieteellisissä artikkeleissa saatetaan puhua yleisesti kestävästä kehityksestä, mutta kestävyys käsitettiin vain taloudellisena ja ekologisena kestävyyttenä, ja sosiaalinen näkökulma sivuutettiin kokonaan. Toisaalta kirjallisuushakujen perusteella vaikutti siltä, että tämän tyyppinen monitieteinen tarkastelu ei ole yleistä tietojenkäsittelytieteiden ja sen lähitieteiden alalla, jolloin sopivia lähteitä ei ole välttämättä edes löydettävissä. Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella on nyt kuitenkin helpompaa hahmottaa, millaista keskustelua kokonaisvaltaisempaan kestäväan kehitykseen liittyen ICT-alalla käydään.

Jotkin tarkastelemani tutkimukset (esim. Tjoa ja Tjoa, 2016; DiSalvo ja muut, 2010) eivät kuitenkaan määritelleet kestäväää kehitystä kuin pintapuolisesti, jolloin se jäi pääasiassa lukijan arvioitavaksi, kuinka käsite kyseisessä tutkimuksessa ymmärretään. Jos kaikissa tutkimuksissa olisi viitattu esimerkiksi heikon ja vahvan kestävyuden käsitteisiin, olisi ollut helpompi hahmottaa, kuinka niissä käsitetään eri kestäväan kehityksen ulottuvuuksien suhde toisiinsa. Voisi sanoa, että tutkimuksissa saattaa siis olla puutteita viittaamisessa esimerkiksi olemassa olevaan kestävyystieteen tutkimukseen. Tältä osin kestäväan kehityksen tavoitteita hyödyntävät tutkimukset on helpompi yhdistää olemassa olevaan tutkimukseen, koska nuo tavoitteet itsessään ovat jo valmiiksi tarkkaan määritellyjä.

ICT-ala terminä itsessään jää tässä tutkielmassa melko epämääräiseksi, mikä saattaa vaikuttaa tulosten yleistettävyyteen sekä tulkintaan ja on siten selkeä puute tutkielmassa. On aiheellista kysyä, että jos tarkastelluissa tutkimuksissa puhutaan yleisesti vain informaatio- ja viestintäteknologioista (ICT), käsitelläänkö silloin tutkimuksessa myös tietojenkäsittelytieteitä ja sen lähialoja. Hakusanoissa onkin huomattava, että muulla tavoin määritelty ICT-ala ja sen hakusanat olisivat tuottaneet erilaisia hakutuloksia. Mukaan olisi voitu ottaa täsmällisemmin esimerkiksi ”sustainable software development” tai ”sustainable HCI”, jolloin hakutulokset olisivat laajentuneet huomattavasti. Voi myös olla, että englanninkielisessä kirjallisuudessa ”engineering” käytetään synonyymina tietojenkäsittelytieteiden alalle. Tällöin osa hakutuloksista on jäänyt pois ihan vain käännösvirheen takia.

Jatkotutkimuksena olisi hyvä tarkastella, kuinka tutkielmassa käsitelty YK:n kestäväan kehityksen tavoitteet olisi mahdollista yhdistää esimerkiksi Nardin ja muiden (2018) LIMITS-periaatteisiin. Tällä hetkellä niitä on vaikeaa sovittaa yhteen, koska niiden suhde uuden teknologian luomiseen ja talouskasvuun on niin erilainen. Nuo ratkaisut yhdistämällä olisi kuitenkin mahdollista saada työkaluja, joihin sisältyy samaan aikaan niin luonnonresurssien rajat huomioiva ekologinen ulottuvuus kuin ihmisten hyvinvoinnin huomioiva sosiaalinen ulottuvuus.

8 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa on tarkasteltu kestävästä kehityksestä kokonaisvaltaista huomioimista ICT-alalla. Kokonaisvaltaisuudella tarkoitetaan tässä sitä, että kestävästä kehityksestä periaatteita soveltaessa huomioidaan samanaikaisesti kaikki sen ulottuvuudet: ekologinen, taloudellinen sekä sosiaalinen ja kulttuurinen kestävä kehitys. Tärkeää olisi, että erilaisten informaatio- ja viestintäteknologioiden tutkimuksessa ja tuotannossa havaittaisiin, millaisia vaikutuksia niillä on yhtäaikaan erityisesti sosiaaliseen ja ekologiseen kestäväyyteen. Esimerkiksi rebound-ilmiö, jossa teknologian tehostuminen vain lisää teknologioiden kulutusta, olisi otettava paremmin huomioon.

Kestävä kehitys on itsessään monitieteinen ja monitulkintainen käsite, mikä vaikuttaa myös sen soveltamiseen kokonaisvaltaisesti ICT-alalla niin tutkimuksessa kuin käytännön työssä. Kestävästä kehityksestä tarkastellaan usein hajallaan eri ICT-alan tutkimussuunnissa, mikä vaikeuttaa kokonaiskuvan hahmottamista sekä keskustelua eri tutkimusten välillä. Käsitteen määritelmästä ja sen kokonaisvaltaisemmasta soveltamisesta keskustellaan kuitenkin alan tutkimuksissa.

Kokonaisvaltaisen näkökulman soveltamiseen voidaan hyödyntää erilaisia ratkaisuja, jotka tarjoavat yleisempiä periaatteita työskentelyyn tai konkreettisempia työkaluja. On myös hyvä huomata, että vastuu kestävästä kehityksestä periaatteiden soveltamisesta ei ole pelkästään ICT-alalla. Monitieteisellä lähestymisellä pystytään huomioimaan myös ICT-alan tuottamien teknologioiden laajemmat yhteiskunnalliset vaikutukset.

Lähdeluettelo

- Becker, C., Chitchyan, R., Duboc, L., Easterbrook, S., Penzenstadler, B., Seyff, N. & Venters, C. (2015). Sustainability design and software: The Karlskrona Manifesto. *2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering*, 2, 467–476. Florence. <https://doi.org/10.1109/ICSE.2015.179>
- Berkhout, F. & Hertin, J. (2001). *Impacts of information and communication technologies on environmental sustainability: Speculations and evidence*. Report to the OECD, Brighton. <http://www.oecd.org/sti/inno/1897156.pdf>
- Blewitt, J. (2018). Towards sustainable development. Teoksessa *Understanding sustainable development*, 3. painos, 7–40. Routledge.
- DiSalvo, C., Sengers, P. & Brynjarsdóttir, H. (2010). Mapping the landscape of sustainable HCI. *CHI '10: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1975–1984. 10.–15.2010, Atlanta. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753625>
- Goswami, S. (2014). ICT: Sustainable development. *SCMS Journal of Indian Management*, 11(1), 125–133.
- Hilty, L. & Aebischer, B. (2015). ICT for sustainability: an emerging research field. Teoksessa Hilty, L.M. & Aebischer, B. (toim.), *ICT Innovations for Sustainability. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 310, 3–36. Springer, Heidelberg.

- Hilty, L. & Ruddy, T.F. (2010). Sustainable development and ict interpreted in a natural science context. *Information, Communication & Society*, 13(1), 7–22.
<https://doi.org/10.1080/13691180903322805>
- Imaz, M. & Sheinbaum, C. (2017). Science and technology in the framework of the sustainable development goals. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 14(1), 2–17. <https://doi.org/10.1108/wjstsd-04-2016-0030>
- Knowles, B., Bates, O. & Håkansson, M. (2018). This changes sustainable HCI. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on human factors in computing systems*, 1–12. 21.4.2018, Montréal. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174045>
- Lobato, R. (2019). Netflix Nations: The geography of digital distribution. Teoksessa *Netflix Nations*. NYU Press.
- Mäntylä, J-M. (2019). *Unohda konsolit ja pc – pian ohjain kytketään suoraan televisioon tai älypuhelimeen*. Yle Uutiset 1.10.2019. <https://yle.fi/uutiset/3-10998455> (Haettu 30.10.2020)
- Nardi, B., Tomlinson, B., Patterson, D., Chen, J., Pargman, D., Raghavan, B. & Penzenstadler, B. (2018). Computing within limits. *Communications of the ACM*, 61(10), 86–93. <https://doi.org/10.1145/3183582>
- O’Neill, D., Fanning, A., Lamb, W. & Steinberger, J. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability*, 1, 88–95.
<https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>
- Pargman, D. & Raghavan, B. (2014). Rethinking sustainability in computing: from buzzword to non-negotiable limits. *Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational (NordiCHI ’14)*, 638–647. 26.–30.10.2014, Helsinki. <https://doi.org/10.1145/2639189.2639228>
- Penzenstadler, B. & Oyedeji, S. (2020). Experiences from applying the Karlskrona Manifesto principles for sustainability in software system design. *Proceedings of the 8th International Workshop on Requirements Engineering for Sustainable Systems*. <https://core.ac.uk/reader/287066030>
- Rothe, F. (2020). Rethinking positive and negative impacts of “ICT for development” through the holistic lens of the sustainable development goals. *Information Technology for Development*, 26(4), 653–669.
<https://doi.org/10.1080/02681102.2020.1756728>
- SYKE. (2018). *Tavoitteena sosiaalisesti oikeudenmukainen ja ekologisesti kestävä hyvinvointi*. Suomen ympäristökeskus SYKE. [https://www.syke.fi/fi-FI/Suomi_ja_kestava_hyvinvointi/Kestavaan_hyvinvointiin_vielä_matkaa/Tavoitteena_sosiaalisesti_oikeudenmukain\(47883\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Suomi_ja_kestava_hyvinvointi/Kestavaan_hyvinvointiin_vielä_matkaa/Tavoitteena_sosiaalisesti_oikeudenmukain(47883)) (Haettu 03.12.2020)
- Tjoa, A. & Tjoa, S. (2016). The role of ICT to achieve the UN sustainable development goals (SDG). *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 481, 3–13. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44447-5_1
- Ulkoministeriö. (2020) *Agenda 2030 – kestävän kehityksen tavoitteet*. Ulkoministeriö. <https://um.fi/agenda-2030-kestavan-kehityksen-tavoitteet> (Haettu 01.12.2020)
- Vaden, T., Lähde, V., Majava, A., Toivanen, T., Eronen, J. & Järvensivu, P. (2019). Onnistunut irtikytkentä Suomessa? *Alue ja ympäristö*, 48(1), 3–13.
<https://doi.org/10.30663/ay.76338>
- Valtioneuvosto. (2020a). *Kestävän kehityksen periaatteet*. Valtioneuvoston kanslia. <https://kestavakehitys.fi/kestava-kehitys/periaatteet> (Haettu 03.12.2020)

- Valtioneuvosto. (2020b). *Lähestymistapoja*. Valtioneuvoston kanslia. <https://kestavakehitys.fi/kestava-kehitys/lahestymistapoja> (Haettu 01.12.2020)
- Valtioneuvosto. (2020c). *Mitä on kestävä kehitys?* Valtioneuvoston kanslia. <https://kestavakehitys.fi/kestava-kehitys> (Haettu 28.2.2020)
- van der Velden, M. (2018). ICT and sustainability: looking beyond the anthropocene. *IFIP Advances in Information and Communication Technology, AICT-537*, 166–180. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99605-9_12
- Walsham, G. (2017). ICT4D research: reflections on history and future agenda. *Information Technology for Development*, 23(1), 18–41. <https://doi.org/10.1080/02681102.2016.1246406>
- WCED. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*. Oxford University Press. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Wu, J., Guo, S., Huang, H., Liu, W. & Xiang, Y. (2018). Information and communications technologies for sustainable development goals: state-of-the-art, needs and perspectives. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2389–2406. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2812301>
- YK. (2015). Sustainable development goals. <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs> (Haettu 28.02.2020)