



**TURUN
YLIOPISTO**
Kauppakorkeakoulu

Digitaalisen transformaation vaikutukset ympäristövastuuseen ja saasteisiin pk- yrityksissä

Tietojärjestelmätieteen
kandidaatintutkielma

Laatija:
Aino Salonen

Ohjaaja:
KTT Jonna Järveläinen

20.11.2023
Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Kandidaatintutkielma

Oppiaine: Tietojärjestelmätiede

Tekijä: Aino Salonen

Otsikko: Digitaalisen transformaation vaikutukset ympäristövastuuseen ja saasteisiin pk-yrityksissä

Ohjaaja: KTT Jonna Järveläinen

Sivumäärä: 32 sivua

Päivämäärä: 20.11.2023

Vastuullisuus on noussut puheenaiheeksi ja se on nykyään yksi tärkeimpiä kilpailukeinoja yrityksille. Erityisesti ympäristövastuu on merkittävä aihe, kun ilmastonmuutos kiihtyy entisestään ja tietämys globaaleista ympäristöongelmista lisääntyy. Samaan aikaan digitaalinen transformaatio luo yrityksille uusia mahdollisuuksia toteuttaa liiketoimintaa, parantaa resurssitehokkuutta ja lisätä kilpailukykyä markkinoilla. Vastuullisuusraportointi on yleisen edun kannalta merkittävälle yhtiöille pakollista, mutta pienten ja keskisuurten yritysten ei tarvitse raportoida vastuullisuudestaan.

Kirjallisuus aiheeseen liittyen on suhteellisen optimistista ja digitaalinen transformaatio nähdään ensisijaisesti ratkaisuna ympäristöongelmiin. Erityisesti tämän vuoksi kriittisyys on tarpeen aihetta tarkastellessa. Pk-yritysten mahdollisuus digitaalisen transformaation läpiviennin voi olla haasteellista, eikä se aina tuo riittäviä hyötyjä suhteessa kulutettuihin resursseihin. Tämän lisäksi ympäristövastuulliset hyödyt voivat olla hyvin epävarmoja ennen digitaalisen transformaation toteutumista. Pk-yrityksissä johdon merkitys on kiistaton muutosten läpiviennissä. Digitaalisen transformaation tarpeellisuudesta on esitetty erilaisia näkökulmia. Sen vuoksi yritykselle tulisi olla selvillä tavoitellut hyödyt ja niiden saavuttamiseksi tarvittavat toimet. Pk-yritykset voivat erota toisistaan merkittävästi, jolloin jokaisen yrityksen tulisi kartoittaa mahdolliset heikkoudet ja vahvuudet toiminnassaan onnistuneen läpiviennin saavuttamiseksi.

Ympäristövastuun ja digitaalisen transformaation keskinäinen vaikutus on hyvin monimutkainen. Aiheen teoreettinen pohja on vasta rakentumassa ja lisätutkimukset ovat tarpeen. Ympäristövastuun parantaminen digitaalisen transformaation ja digitaalisten teknologioiden avulla liittyy ensisijaisesti mittaustulosten parantamiseen ja niiden luottavuuden lisäämiseen. Sen lisäksi resurssitehokkuuden lisääminen voi olla huomattavasti helpompaa automatisoiduilla prosesseilla. Useissa tutkimuksissa todettiin, että massadatan käyttöönotto on tehokas keino saavuttaa digitaalisen transformaation hyödyt ympäristövastuussa, mutta pk-yritysten haasteita arvioidessa, on aiheellista haastaa tämä väite. Massadatan keräämiseen ja varastointiin kuluu paljon resursseja ja resurssienpuute on yksi merkittävimpiä haasteita pk-yrityksille digitaalisen transformaation läpiviennissä.

Avainsanat: digitaalinen transformaatio, ympäristövastuullisuus, saasteet, pk-yritykset

SISÄLLYS

1	Johdanto	7
2	Digitaalinen transformaatio	9
3	Ympäristövastuu	13
	3.1 Digitaalisen transformaation mahdollisuudet	13
	3.2 Digitaalisen transformaation haasteet	14
	3.3 Saastuttaminen ja uudet teknologiat	15
	3.3.1 Veden saastuminen	16
	3.3.2 Ilmastonmuutoksen ehkäisy ja ilmansaasteet	16
4	Ympäristövastuu yrityksissä	19
	4.1 Digitaalisen transformaation hyödyntäminen pk-yrityksissä	19
	4.2 Ympäristövaikutuksista tarkemmin	21
	4.3 Case-esimerkki vihreästä tuotannosta	24
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	26
	Lähteet	29

KUVIOT

Kuva 1 Digitaalisen transformaation teknologiat (Euroopan komissio, 2017)	11
Kuva 2 Saastuttaminen jaettuna kategorioihin	15
Kuva 3 Tutkimusaukko (Philbin ym., 2022)	26

1 Johdanto

Maailmassa, jossa vastuullisuus saa yhä enemmän huomiota, on tärkeää pohtia, kuinka digitaalinen transformaatio ja teknologian kasvava merkitys vaikuttavat yritysten vastuullisuuteen. Niin sanotuille PIE-yhtiöille (engl. Public Interest Entities), eli yleisen edun kannalta merkittävälle yhteisöille, vastuullisuusraportointi (engl. Environmental, Social, Governance Report) on pakollista, mutta käytännössä raportoinnille ei ole yhteisiä linjoja, vaan yritys voi toteuttaa raportoinnin parhaaksi katsomallaan tavalla (Kirjanpitolaki 1997/1336 § 3 a). Vastuullisuusraportointi on noussut yksityissijoittajien suosioon sijoituspäätöstä tehdessä, jolloin yrityksillä on mahdollisuus kannustaa ihmisiä sijoittamaan kattavalla raportoinnilla. On huomattu, että yritysten digitaalisen transformaation taso on melko merkittävä tekijä sijoittajille sijoituspäätöstä tehdessä (Ionaşcu ym., 2022). Pienissä ja keskisuurissa yrityksissä (pk-yritykset) samankaltaista kannustinta ei ole – ainakaan yhtä suuressa määrin. On todettu, että digitaalinen transformaatio ja sen läpivienti pienissä ja keskisuurissa teollisuusalan yrityksissä voi olla haastavaa resurssien puutteen vuoksi. Yrityksessä ei ole välttämättä tarpeeksi työvoimaa, osaamista tai rahallisia varoja digitaalisiin ratkaisuihin. (Battistoni ym., 2023.)

Tutkielmassa tuodaan esille digitaalisen transformaation sekä teknologian merkityksen ympäristökysymyksissä. Tutkielmassa pohditaan myös ajureita vastuullisuuden kehittämiseen ja digitaalisen teknologian roolia kehityksessä.

Kandidaatintutkielmassani vastaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten digitaalisella teknologialla voidaan kehittää ympäristövastuullisuutta ja vähentää ympäristön saastumista?
2. Voidaanko digitaalisella transformaatiolla vaikuttaa ympäristövastuuseen pienissä ja keskisuurissa yrityksissä?

Mielenkiintoni aihetta kohtaan on syntynyt lähinnä negatiivisista uutisista ympäristön tulevaisuuteen liittyen. Toisaalta uudet teknologiat ja uudet tavat tehdä asioita antavat toivoa tulevasta, jolloin haluan perehtyä aiheeseen tarkemmin. Mitä tiedämme jo digitaalisen transformaation vaikutuksista ja mitä on vielä odotettavissa? Ovatko digitaalisen transformaation vaikutukset positiivisia vai negatiivisia ympäristön kannalta?

Tutkielmassa keskitytään nimenomaan ympäristön näkökulmaan vastuullisuudessa, eikä sosiaalista tai taloudellista osuutta vastuullisuudessa käydä läpi. Isoja yrityksiä sivutaan hieman niiden eroavaisuuksien myötä, mutta pääasiallisesti huomio pidetään pk-yrityksissä. Keskityn tutkielmassani digitaaliseen transformaatioon, mutta myös digitaalista teknologiaa ja innovaatioita sivutaan.

Tutkielma toteutetaan käyttäen kirjallisuuskatsausta. Hakusanoina toimivat seuraavat termit: ”digital transformation”, ”environmental sustainability”, ”sustainability”, ”SMEs”, ”pollution”. Tiedonhakuun on käytetty UTUvolteria ja Google Scholaria. Suurin osa käytetyistä artikkeleista löytyi UTUvolterista hakusanoilla ”digital transformation” ja ”environmental sustainability”.

Google Scholarista tuloksia tuli 32, mutta niistä vain 13 oli varteenotettavia artikkeleita, sillä loput olivat sitaatteja. Rajauksia syntyi edelleen esimerkiksi maksumuurin vuoksi. Lopuksi käytettäviä artikkeleita näiden joukosta oli viisi. Käytettyjä artikkeleita saatiin lisää kirjallisuuskatsauksia tarkastelemalla.

Tutkielma koostuu viidestä pääkohdasta. Johdannon jälkeen seuraa kirjallisuuskatsaus, jossa perehdytään tarkemmin aihetta koskevaan kirjallisuuteen. Kirjallisuuskatsaus osiossa on kolme alalukua. Tämän jälkeen esitellään tuloksia, joita kirjallisuuskatsauksen myötä on mahdollista tehdä ja aihetta pohditaan syvällisemmin. Lopuksi seuraa yhteenveto ja johtopäätökset.

2 Digitaalinen transformaatio

Digitaalinen transformaatio voidaan määritellä useilla eri tavoilla. Digitaalinen transformaatio on Demirkanin ym. (2016) mukaan uuden teknologian käyttöönottoa ja hyödyntämistä siten, että se muuttaa organisaation liiketoiminta- ja toimintamalleja radikaalisti. Esimerkkinä digitaalisesta transformaatiosta toimii Ylen (17.8.2022) uutisoima suomalainen teknologia Olefy, jolla voidaan muuttaa muovin kierrätys tehokkaammaksi. Teknologian arvioidaan lisäävän muovinkierrätystä 8–10 prosentista jopa 70 prosenttiin. Teknologian avulla muovia voitaisiin kierrättää yhä uudelleen ja uudelleen, koska laatu ei heikkene kierrätäessä, toisin kuin aiemmin. Uudella teknologialla voidaan käyttää likaista muovijätettä sellaisenaan, mikä nopeuttaa kierrätysprosessia. Perinteisesti muovinvalmistuksessa on käytetty naftaa, eli raaka-ainetta, joka on valmistettu raakaöljystä. Kyseistä raaka-ainetta ei tarvitse yhtä paljon Olefy-tekniikalla. Olefy-tekniikassa oleellista on, että muovijäte muutetaan olefiineiksi ja muiksi hiilivedyiksi kaasuttamalla. (VTT, 2022.)

Digitaalinen transformaatio saatetaan helposti sekoittaa IT-transformaatioon tai liiketoiminnan transformaatioon, mutta IT-transformaatioon verrattuna digitaalinen transformaatio on huomattavasti laajempi. IT-transformaatiolla pyritään automatisoimaan olemassa olevia prosesseja. Liiketoiminnan transformaatio on vastaavasti yrityksen toimialaan liittyvä muutos, jolla pyritään muuttamaan liiketoimintaa vastaamaan paremmin asiakkaiden tarpeita. (Piccoli & Pigni, 2022.) Toisaalta digitaalinen transformaatio saattaa johtaa liiketoiminnan transformaatioon, sillä se on johtanut uusiin liiketoimintamalleihin ja vaarantanut perinteiset liiketoiminnat teknologian avulla. Esimerkiksi Spotify on muuttanut koko musiikkialaa melko radikaalisti tuomalla asiakkailleen mahdollisuuden kuunnella kaikkialla ja kaikkia genrejä – ilman lisäkustannuksia. Spotifyn toiminta perustuu Premium-tilauksiin sekä mainoksiin, eli itse musiikista asiakkaan ei tarvitse maksaa, vaan asiakkaalle annetaan kaksi vaihtoehtoa. Asiakas voi maksaa siitä, ettei käyttäessä tarvitse kuunnella mainoksia tai vastaavasti kuunnella ilmaiseksi mainosten kera. (Wlömert & Papies, 2016.)

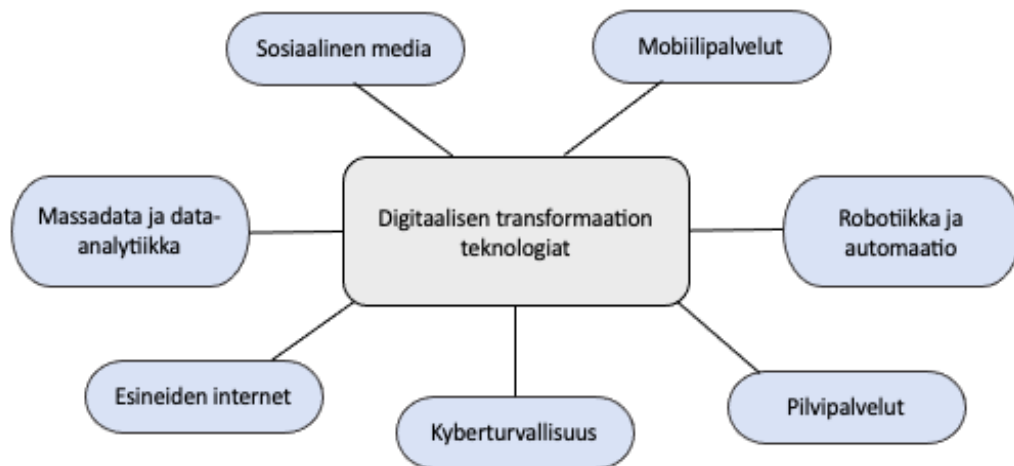
Digitaalisen transformaation edellytykset on jaettu kuuteen kategoriaan (Fischer ym., 2020):

1. Digitaalinen strategia (Digital Strategy)

2. Ketteryys (Agility)
3. Digitaalinen asiantuntemus (Digital Expertise)
4. IT-innovaatiot (IT Innovation)
5. Yhteistyö (Collaboration)
6. Avoimuus (Openness)

Ensimmäisessä kohdassa yrityksen tulee muodostaa strategia, tarvittavat toimet sekä tavoitteet, joihin transformaatiolla pyritään. Tässä vaiheessa myös muutosjohtamisen suunnittelu on tarpeen. Toisessa kohdassa yrityksen tulee pyrkiä ketteryyteen (Agility) ja valmistautua dynaamisessa ympäristössä toimimiseen. Nämä kohdat liittyvät lähinnä johtamispiirteisiin: joustavuus, tukeminen ja sopeutuvuus. Digitaalisessa asiantuntijuudessa taas oikeanlaisten työntekijöiden palkkaaminen ja riittävä kouluttaminen ovat avainasemassa. IT-innovaatiossa yrityksen tulee mukauttaa omaa liiketoimintarakennettaan vastaamaan uusia teknologioita, jotta automaatiosta saadaan kaikki hyöty irti. Viidennessä kohdassa taas painotetaan ulkoisten ja sisäisten sidosryhmien tuntemisen tärkeyttä. Tässä kohdassa yritys mukauttaa prosesseja vastaamaan käyttöön otettavaa teknologiaa. Avoimuus taas liittyy teknologian ylläpitoon ja tehokkuuteen. Organisaatiossa tulee olla avoin kulttuuri, jossa työntekijät saavat tuoda esille omia mielipiteitään. (Fischer ym., 2020.)

Euroopan komissio (2017) on listannut seitsemän avainteknologiaa, joilla digitaalista transformaatiota voidaan edistää EU:n alueella. Tutkielmassani pyrin erityisesti pohtimaan näiden teknologioiden vaikutusta ympäristöön ja yhä tarkemmin saastuttamiseen. Komission listaamat teknologiat ovat sosiaalinen media, mobiilipalvelut, pilvipalvelut, esineiden internet, kyberturvallisuusratkaisut, robotiikka ja automaatio sekä massadata ja data-analytiikka. Teknologialistaus on jokseenkin yleispätevä. Kuvassa 1 teknologialistaus on havainnollistettu.



Kuva 1 Digitaalisen transformaation teknologiat (Euroopan komissio, 2017)

Massadatalalla (engl. big data) tarkoitetaan suuria määriä monipuolista tietoa, jonka prosessointinopeus on korkea. Massadatalalla sanotaankin olevan neljä v:tä, mikä erottaa massadatan muusta data-analytiikasta. Nämä neljä v:tä ovat volume (määrä), velocity (nopeus), variety (valikoima) ja veracity (todenmukaisuus). Määrä viittaa suuren tietomäärään, valikoima tiedon monipuolisuuteen ja nopeus tiedonkäsittelyn nopeuteen. Todenmukaisuus taas viittaa tiedon tarkkuuteen ja epävarmuuteen. Tiedon laatu voi vaihdella ja sisältää virheitä sekä puutteita. (Forbes, 2022.)

Sosiaalinen media tarjoaa yrityksille monia hyötyjä. Esimerkiksi kuluttajakäyttäytymisen seuranta on mahdollista sosiaalisen median tuottaman tiedon kautta ja yritysten sisäinen viestintä on helppoa ja nopeaa sosiaalisen median alustoilla sähköpostiviestien sijaan. Sosiaalista mediaa voidaan hyödyntää markkinoinnin lisäksi monin eri tavoin yrityksissä. (Euroopan komissio, 2017.)

Mobiilipalveluilla nähdään olevan siten merkitystä, että niiden käyttöä seuraamalla voidaan päätellä teknologioiden vaikutuksesta yrityksiin. Robotiikka ja automaatio mahdollistavat yrityksille prosessien automatisoinnin, jolloin tuotteiden laatu paranee ja tuotantokustannukset pienenevät. Esimerkiksi työntekijöiden määrää voidaan vähentää automatisoinnin ja robotiikan myötä. Pilvipalvelut ovat mahdollistaneet sen, että esimerkiksi samoja tiedostoja voidaan muokata eri laitteilla samanaikaisesti ja mistä

tahansa. Pilvipalveluita hyödyntämällä on mahdollista saavuttaa dynaaminen kulttuuri yrityksen sisällä. (Euroopan komissio, 2017.)

Kyberturvallisuuden arvioidaan olevan entistä tärkeämpää nyt ja tulevaisuudessa, kun yritysten omaisuus ja tiedot on digitaalisessa muodossa ja niiden arvo on entistä suurempi. Digitaalista teknologiaa käytetään kokonaisvaltaisesti, jolloin suojattavia laitteita on paljon. Esineiden internetillä tarkoitetaan laitteistoa, joka on liitettävissä internetiin. Esineiden internetin haasteita on esimerkiksi se, että laitteista tulee vaikeammin hallittavia kuin ennen, koska käyttäjäpäätelaitteiden hallinta vaikeutuu. (Euroopan komissio, 2017.)

3 Ympäristövastuu

Osa tutkijoista on sitä mieltä, että digitaalisella transformaatiolla on ennen kaikkea positiivisia vaikutuksia ympäristövastuullisuuden näkökulmasta (Feroz ym., 2021). Toisaalta taas Beier ym. (2020) ovat sitä mieltä, että toistaiseksi on mahdotonta arvioida digitaalisen transformaation ympäristövastuuta kokonaisvaltaisesti. Digitaalisen transformaation vaikutukset esimerkiksi kasvihuonekaasuihin voivat olla epäsuoria tai suoria. Suorat vaikutukset syntyvät esimerkiksi tuotannosta, tiedon käytöstä sekä digitaalisten laitteiden käytöstä. (Bieser & Hilty, 2018.)

3.1 Digitaalisen transformaation mahdollisuudet

Yritysten sidosryhmät asettavat yhä enemmän paineita toimia vastuullisesti. Esimerkiksi Kiinassa ympäristön saastuminen ja korkea energiankulutus ovat saaneet kansalaiset huolestumaan. (Song ym., 2018.) Vastaavasti yritykset voivat käyttää vastuullisuutta luomaan arvoa asiakkaalle tai oman brändin kehittämiseen luomalla kestävämpiä ratkaisuja (Feroz ym., 2021). Vastuullisuus on nyt ja tulevaisuudessa merkittävä mittari yrityksen menestykselle. Ympäristövastuun kantaminen on jokaisen harteilla, sillä ilmastonmuutoksen on ennustettu olevan yksi suurimpia ongelmia, joka nykyihmisen tulee ratkaista, jotta tulevien sukupolvien hyvinvointi voitaisiin taata (Rosário & Dias, 2022.) Toisaalta maailma muuttuu nopeasti ja teknologia kehittyy entistä nopeammin.

Massadatan nähdään olevan mahdollisuus ympäristöongelmien ratkaisussa. Massadatan myötä tietoa on huomattavasti paremmin saatavilla ja se on laadukkaampaa. Tietoa tulisikin kerätä laadukkaista ja luotettavista lähteistä, jotta sitä voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Esimerkiksi tuotteiden läpinäkyvyys voisi parantua, kun tietoa olisi saatavilla helpommin. Massadatan avulla tuotteiden ekologisen jalanjäljen laskeminen helpottuisi. Näin yritykset voisivat ohjata kuluttajat kestävämpien ratkaisujen tai tuotteiden pariin. Toisaalta suureen tietomäärään liittyvät omanlaiset riskinsä, kuten esimerkiksi tietoturva- ja tietosuojongelmat. Tiedon määrä on noussut radikaalisti 20 vuodessa. (Beier ym., 2020.) Massadatan neljällä v:llä on selitettävissä myös massadatan ongelmat ympäristövastuussa. Kaikki kerätty tieto ei välttämättä ole tarpeellista tai sitä ei ole perusteltua kerätä. Suuria datamääriä kerätessä voi olla riski, että tiedon todenmukaisuus on heikkoa, jolloin yritys saattaa tehdä päätöksiä perustuen epäluotettavaan tietoon. Massadatan kerääminen ja varastointi kuluttaa energiaa ja

yri­tysten varoja. Massadataa käsitellessä tiedon­käsit­te­ly­nopeus tulee olla korkea. Laitteistot, joilla tällaisia määriä tietoa voidaan käsitellä tehokkaasti, kuluttavat yhä edelleen resursseja. Yrityksillä tulisi olla melko selkeästi selvillä, miten massadatan käyttöönotto hyödyttää juuri niiden toimialaa ja toisaalta niiden tulisi puntaroida, onko käyttöönotto tarpeellista.

Kuten aiemmin mainittu, sijoittajien sijoituspäätös perustuu melko merkittävästi yrityksen antamaan tietoon sen digitaalisen transformaation hyödyntämisestä. Tämän lisäksi on huomattu, että digitaalisella transformaatiolla sekä ympäristöllä on positiivinen korrelaatio, eli niiden yritysten, jotka olivat ottaneet käyttöönsä digitaalisia teknologioita, huomattiin olevan pienempi vaikutus aiheutettuihin haitallisiin päästöihin ja luonnonvarojen liialliseen käyttöön. (Ionaşcu ym., 2022.)

3.2 Digitaalisen transformaation haasteet

Digitaalisen transformaation myötä digitaalisia laitteita käytetään yhä enemmän. Näiden laitteiden valmistukseen tarvitaan paljon resursseja ja ne kuluttavat luonnonvaroja. Esimerkiksi metallien, kuten kuparin ja litiumin, kysynnän on arvioitu kasvavan IT-laitteiden käyttöönoton myötä. On huomioitavaa, ettei näitä raaka-aineita pystytä uudelleenkäyttämään siten, että se olisi taloudellisesti kannattavaa, jolloin tarvittavat raaka-aineet tulee louhia maaperästä aina uudelleen. Raaka-aineiden louhinta toteutetaan usein kehittyvissä tai vastateollistuneissa maissa, joissa työolot eivät välttämättä ole eettisiä tai sosiaalisesti kestäviä, ja louhinnasta saattaa aiheutua erilaisia ympäristöongelmia. (Beier ym., 2020.)

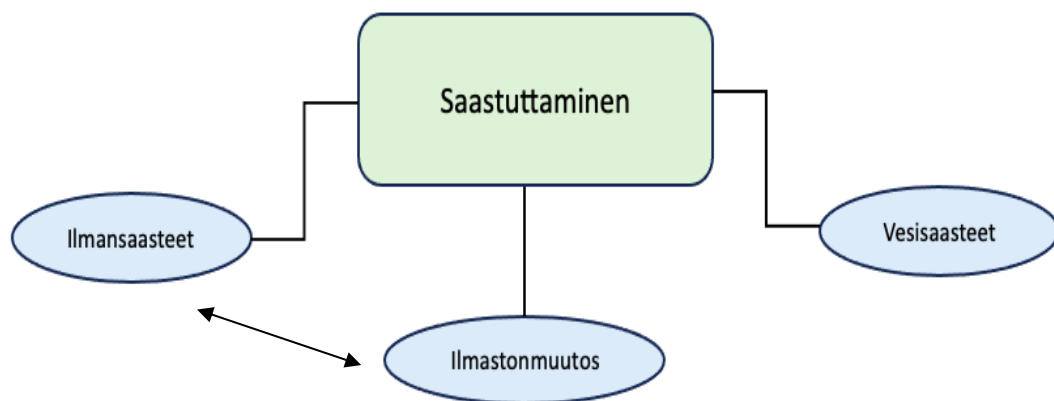
Raaka-aineiden käytön lisäksi monet aiemmin mainitut teknologiat käyttävät paljon energiaa toimiakseen. Esimerkiksi erilaiset tekoälyratkaisut kuluttavat paljon energiaa ja tuottavat runsaasti hiilidioksidipäästöjä. (Strubell ym., 2019.)

Osa tutkijoista on sitä mieltä, että digitaalinen transformaatio ei ole välttämätön kaikille yrityksille, koska se vie yritykseltä turhan paljon resursseja suhteutettuna sen hyötyihin (Andriole, 2017). Toiset taas ovat vastakkaista mieltä ja kokevat, että se on välttämätöntä kaikille yrityksille toimialasta riippumatta, jotta ne pärjäävät globaalissa kilpailussa (Mory-Alvarado ym., 2023). Toisaalta pienille ja keskisuurille yrityksille digitaalinen transformaatio saattaa olla välttämätöntä kilpailussa suuria yrityksiä vastaan. On huomioitavaa, että resurssien ollessa suhteellisen vähäisiä pk-yrityksissä, niiden

tehokkaaseen käyttöön tulisi kiinnittää erityistä huomiota, mikä on digitaaliselle transformaatiolle melko yleinen tavoite (Fischer ym., 2020). Toisaalta resurssien puutteen on esitetty olevan este myös pk-yritysten vihreään siirtymään (Luku 4.3).

3.3 Saastuttaminen ja uudet teknologiat

Saastuttamista voidaan estää monin eri keinoin uusilla teknologioilla. Teollistumisen ja kaupungistumisen myötä ihmisten terveys ja ympäristö kokivat suuren kolauksen, kun jätteet olivat suoraan kontaktissa vesistöjen ja elintilojen kanssa. Historiallisesti metalli-, energia- ja kemianteollisuus ovat olleet suurimmat ilmaston- ja vedensaastuttajat maailmassa. Digitaalisella teknologialla on onnistuttu mittaamaan ja säätelemään saasteita entistä tehokkaammin. (Feroz ym., 2021.) Vaikka saasteita on onnistuttu mittaamaan ja säätelemään entistä tehokkaammin, on ympäristön saastuminen edelleen ongelma (Beier ym., 2020.) Saastuttaminen on jaettu tutkielmassa kategorioihin kuvan 2 esittämällä tavalla:



Kuva 2 Saastuttaminen jaettuna kategorioihin

Yllä olevaa kategorisointia tullaan käyttämään tässä tutkielmassa seuraavaksi. Kategorisointi on osittain päällekkäistä, sillä esimerkiksi hiilidioksidipäästöt ovat myös osa ilmansaasteita, mutta tutkielman selkeyttämiseksi nämä on jaettu erilisiksi osaluokiksi. Artikkeleissa oli huomattavissa, että ilmansaasteita ja ilmastonmuutosta käsiteltiin erillisinä aiheina.

3.3.1 Veden saastuminen

Digitaalisella teknologialla voidaan ehkäistä veden saastumista. Esimerkiksi tekoälyratkaisut voivat tunnistaa veden kautta leviäviä tauteja (Goralski & Tan, 2020). Veden kautta leviävät taudit on mahdollista tunnistaa tekoälyn avulla vedestä otetuista mikroskooppikuvista. Tekoäly tunnistaa molekyylien erilaiset muodot ja näin arvioi, mikä bakteeri on kyseessä. Toistaiseksi teknologia toimii vain bakteerien tunnistamiseen ja esimerkiksi viruksia sillä ei voida vielä tunnistaa, sillä virukset ovat huomattavasti pienempiä kuin bakteerit kooltaan. Teknologiaa testatessa pyrittiin tunnistamaan vedestä E. coli -bakteeri. (Goralski & Tan, 2020.) Saastuneesta vedestä aiheutuvat taudit ovatkin ongelma puolelle maapallon asukkaista. WHO:n mukaan (2023) puhtaan veden saatavuudella, oikeanlaisella viemäroinnillä sekä parannetulla hygienialla olisi voitu estää ainakin 1,4 miljoonaa kuolemaa vuonna 2019.

Esineiden internetin on huomattu olevan toimiva keino vedenlaadun mittauksissa reaaliaikaisesti. Teknologian huomattiin olevan luotettavampi mittaustuloksissa sekä nopeampi toteuttaa kuin perinteiset vedenlaadunmittauksessa hyödynnetyt keinot. Tutkimuksessa mitattiin veden lämpötilaa, pH-arvoa sekä veden kirkkautta. Kehitetty teknologia toimi langattomasti. Ensimmäiseksi laite mittasi haluttuja arvoja ja kokosi tiedot kaikista mittauspaikoista yhteen. Tämän jälkeen saatuja arvoja mitattiin viitearvoihin ja lopulta, mikäli arvot eivät olleet viitteiden puitteissa, viesti vedenlaadusta meni nimetylle henkilölle. (Chowdury ym., 2019.)

3.3.2 Ilmastonmuutoksen ehkäisy ja ilmansaasteet

Liikenne on suuri pienhiukkasten aiheuttaja ja liikenteestä aiheutuvien pakokaasupäästöjen on arvioitu olevan ihmisten terveydelle haitallisimpia (Tilastokeskus, 2008). Hiukkaset syntyvät moottoriajoneuvojen pakokaasuista. Runsas liikenne aiheuttaa erityisesti kaupungeissa huonon ilmanlaadun. (THL, 2022.) Uudet teknologiat voivat tulevaisuudessa mahdollistaa kuljetustapojen muutoksen ympäristöystävällisemmiksi (Feroz ym., 2021). Sen lisäksi, että kuljetustavat muuttuvat, on uusilla teknologioilla vaikutus kuljetusalaan toisesta näkökulmasta. Kuljetusreitit voidaan optimoida entistä tehokkaammin optimointialgoritmien avulla. Optimointialgoritmien suunnittelu vaatii massadatan ja automaation hyödyntämistä. (Diez ym., 2020.) Digitaalisten sovellusten ja mobiililaitteiden nähdään olevan

mahdollisuus ihmisille hyödyntää vaihtoehtoisia matkustustapoja, kuten yhteiskyytejä (Tsakalidis ym., 2020). On kuitenkin vaikeaa arvioida, miten paljon tällaiset ratkaisut todellisuudessa vaikuttavat liikenteeseen, sillä ihmiset eivät välttämättä ota tällaisia palveluja kovin helposti käyttöönsä. Toisaalta myös se, että valitaan mieluummin autoilu pyöräilyn sijaan, ei ole ympäristöystävällisempi vaihto, vaikka yhteiskyytejä olisi hyödynnetty.

Vuonna 2022 tehdyn bibliometrisen kirjallisuuskatsauksen mukaan tutkimukset, joissa selvitetään tekoälyn mahdollisuuksia ilmansaasteiden vähentämisessä, ovat lisääntyneet. Erityisesti Kiinassa ja Yhdysvalloissa aihetta huomattiin tutkittavan runsaasti. Tutkimuksissa keskityttiin erityisesti pienhiukkasten määrän ennustamiseen ilmassa. (Guo ym., 2022.) Tästä päätellen, digitaalisen teknologian ja ilmansaasteiden vaikutusten kartoittamisessa ollaan vaiheessa, jossa dataa kerätään ja pyritään ennustamaan mittaustuloksia. Digitaalisella teknologialla ei toistaiseksi voida sanoa löytyneen ratkaisua ilmansaasteiden vähentämiseen, mutta nimenomaan mittauksissa ja niiden tarkkuuden parantamisessa niistä voi olla hyötyä.

Esimerkkinä teknologiasta, jolla pyritään tarkkailemaan ja vähentämään päästöjä voisi toimia kotimainen teknologia, Sniffer-poiju. Poijua käytetään merialueilla mittaamaan rikkidioksidipäästöjä, joille Kansainvälinen merenkulkujärjestö, International Maritime Organization (IMO) on linjannut rajoitukset. Laitteisto ottaa ilmasta näytteitä ja analysoi ne. Nämä tiedot voidaan edelleen yhdistää alusten AIS-järjestelmään (Automatic Identification System). AIS-järjestelmää käytetään laivojen tunnistamiseen ja niiden sijainnin määrittelyyn. (Turun Sanomat, 2020.)

Sniffer-poiju toimii automatisoidusti ja tarvittaessa ympärivuorokautisesti. Poiju toimii akuston ja aurinkopaneeleiden voimalla. Arctia, toinen teknologian kehittäneistä yrityksistä, toteaa nettisivuillaan (2023), että poijun toiminta verrattaessa kiinteisiin mittausasemiin on luotettavampaa, sillä poiju voidaan sijoittaa lähemmäs laivojen kulkuväyliä, jolloin esimerkiksi tuuli ei pääse vaikuttamaan mittaustuloksiin.

Indonesiaan keskittyneessä tutkimuksessa havaittiin, että etätyön lisääminen voisi parantaa ympäristövastuuta. Tutkimuksessa havaittiin, että työvoiman ja energian kulutuksen välillä on vahva korrelaatio, jonka arvellaan johtuvan työvoiman asuinpaikasta. Kaupunkiasumisen ollessa kalliimpaa, työntekijät muuttivat maaseudulle, jolloin työmatkat pitenivät ja liikenne lisääntyi. Digitaalisen transformaation teknologiat

mahdollistavat monin tavoin etätöiden lisäämistä organisaatioissa, esimerkiksi pilvipalveluiden avulla. Se, että yhä useampi yritys toimii digitaalisen transformaation periaatteiden mukaan ja pyrkii olemaan teknologisesti edistynyt, mahdollistaa etätöiden. (Yalina & Rozas, 2020.)

Yalanan & Rozasin (2020) toteuttamassa tutkimuksessa pohdittiin myös jätteiden syntymistä. Tutkimuksessa jäivät huomioimatta monet asiat, kuten vaikkapa se, että etätöissä jokainen työntekijä kuluttaa omaa sähköään laitteiden toimintaan. Luonnollisesti työnantajalle kertyy säästöjä, mutta kokonaisuudessaan on melko vaikeaa sanoa, onko energiankulutus vähentynyt vain työmatkoihin kuluneen osuuden myötä ja esimerkiksi lisännyt kotona käytettyä energiaa. Tutkimuksessa käsiteltiin myös jätteiden syntymistä ja tutkijat olivat päätyneet lopputulokseen, että digitaaliset dokumentit ovat ekologisempi vaihtoehto paperisille dokumenteille. Väitettä voisi kritisoida, koska digitaaliset dokumentit vaativat digitaalisia laitteita ja sähköä toimiakseen. Elektroniikkalaitteiden kierrätyksen on huomattu olevan mutkikasta, sillä sen taloudellinen toteuttaminen on haastavaa nykyisillä menetelmillä. Paperin kierrättäminen on huomattavasti helpompaa.

Bieserin ym. (2018) toteuttaman tutkimuksen perusteella kasvihuonekaasujen vähentäminen Sveitsissä on mahdollista digitaalista transformatiota hyödyntäen. Tutkimuksessa kuitenkin todetaan, että tämän mahdollistamiseksi vaaditaan tarkkoja toimia. Kasvihuonekaasujen mahdollinen vähentäminen oli tutkimuksen perusteella kuitenkin vähäisempää kuin aiemmin oli oletettu.

4 Ympäristövastuu yrityksissä

Tutkielmassani on aiemmin pohdittu melko yleisellä tasolla digitaalista transformaatiota sekä sen mahdollisia hyötyjä ja haasteita. On suhteellisen haastavaa arvioida, kuinka digitalisaatio, uudet teknologiat ja digitaalinen transformatio kokonaisuudessaan vaikuttavat ympäristömme tilaan, mutta tutkielmassa tuodaan esille, mitä koulukuntia aiheeseen liittyen on syntynyt. Huomio kiinnittyy usein suuriin yrityksiin ja uusiin innovaatioihin, kun vastuullisuudesta puhutaan yhteiskunnallisessa keskustelussa. Pienten ja keskisuurten yritysten kattaessa 90 prosenttia kaikista maailman yrityksistä ja työllistäessä yli 50 prosenttia maailman väestöstä, on perusteltua, että juuri näitä yrityksiä tutkittaisiin enemmän. Kasvavissa talouksissa taas noin 40 prosenttia bruttokansantuotteesta syntyy pk-yrityksissä. (Maailmanpankki, 2023.)

4.1 Digitaalisen transformaation hyödyntäminen pk-yrityksissä

Pienet ja keskisuuret yritykset kattavat merkittävän osan koko maailman yrityksistä. Pk-yrityksille on ominaista, että riskin kantaa yrityksen omistaja, joka usein toimii myös yrityksen johdossa. Pienillä ja keskisuurilla yrityksillä on usein vain vähän työntekijöitä, valikoima ja asiakaskunta ovat suppeita ja liikevaihto on suhteellisen pieni. (Martínez-Peláez ym., 2023.) Näiden syiden vuoksi rahoituksen saaminen voi olla haastavaa. Rahoituksen saaminen on melko merkittävä tarve, koska teknologiset ratkaisut ja niiden läpivieminen ovat usein kalliita prosesseja. Toisaalta pk-yritysten kulut ovat melko pienet verrattuna suuriin yrityksiin, mutta investoinnit horjuttavat pientä taloutta helpommin. Työntekijöiden osaaminen korostuu, kun yrityksellä ei ole resursseja palkata työntekijöitä joka tarpeeseen.

Euroopan komission mukaan vain pieni osa EU:n alueella toimivista pk-yrityksistä on ottanut käyttöönsä uusia teknologioita. Tätä selitetäänkin juuri sillä, että osaaminen ja tieto puuttuvat pk-yrityksistä verratessa suuriin yrityksiin, jotka ovat ottaneet teknologioita käyttöön suurella volyymilla EU:n alueella. Myös komissio toteaa, että pk-yritysten on haastavaa saada rahoitusta. (Euroopan komissio, 2017.)

Edellä mainittujen resurssien puutteiden lisäksi pk-yrityksillä on huomattu olevan myös seuraavanlaisia haasteita digitaalisissa ratkaisuissa. Aiemmin todettuna yrityksen omistaja vastaa pääasiallisesti yrityksen päätöksenteosta pk-yrityksissä, jolloin uusien laitteistojen käyttöönotto voi olla yksinomaan johtajan käsissä. Tällaisissa yrityksissä

johtajan selkeä uudistushaluttomuus voikin olla este. Se, että uusien teknologioiden ja laitteiden käyttäminen on työntekijöiden omalla vastuulla, voi esiintyä haasteena. Käyttäjät ovat käytännössä itse vastuussa, kuinka onnistunut teknologian implementointi yrityksessä on. (Chouki ym., 2019.) Huono tietämys laitteiden ja sovellusten ominaisuuksista voi pahimmillaan aiheuttaa sen, ettei laitteita hyödynnetä kokonaisvaltaisesti, vaan osa ominaisuuksista jää käyttämättä. Tällöin uudistuksista voi jäädä kuva, etteivät ne ole hyödyllisiä suhteutettuna aikaan ja rahaan, jotka niiden käyttöönottoon on investoitu. (HBR, 2019.) Seuraava haaste pk-yrityksille on ulkoisen avun palkkaaminen. Osittain seurauksena resurssien puutteeseen pk-yrityksillä ei välttämättä ole varoja palkata ulkoista työvoimaa asianmukaiseen kouluttamiseen tai laitteiston asentamiseen. (Chouki ym., 2019.)

Yritysten omistajien tai ylimmän johtoportaatan merkitys digitaalisen transformaation läpiviennissä pk-yrityksissä on melko yleisesti tunnistettu ajuri tai vastavoima (Martínez-Peláez ym., 2023). Yrityksen ollessa verrattain pieni, voi olla, että yrityksen johtoa katsotaan ylöspäin. Pk-yrityksen johtaja on koko yrityksessä tunnistettava ja usein läsnä oleva henkilö. Yrityksen johtaja voi olla vankasti osa työyhteisöä ja tehdä samoja töitä yrityksessä kuin muut työntekijät. Johtoportaatan voi olla helppo ohjata työntekijöitä toimimaan toivottuja arvoja kohti. Tutkimuksissakin on tunnistettu johdon kyvykkyys muuttaa organisaatiokulttuuria ja helpottaa suurten muutosten, kuten digitaalisen transformaation, läpiviemistä. Digitaalisen strategian ja vastuullisuusstrategian onnistuneen yhteensovittamisen yrityksen strategiaan on huomattu suomalaisissa pk-yrityksissä tuottavan rahallisia säästöjä sekä parantavan yrityksen kannattavuutta. (Ukko ym., 2019.)

Edellä mainittujen vastavoimien ja Fischerin ym. (2020) listaamien digitaalisen transformaation edellytysten perusteella, on mahdollista todeta, että pk-yritykset voivat onnistua kilpailemaan suuria yrityksiä vastaan juuri niiden koon ansiosta. Pk-yritykset voivat olla suuria yrityksiä ketterämpiä, yhteistyö sidosryhmien kanssa voi olla helpompaa ja organisaatiokulttuuri on avoin. Fischerin ym. (2020) kuuden kategorian listasta strategia, asiantuntemus sekä IT-innovaatiot puuttuvat. Suunnitelmallisuus ja asiantuntijuus siis korostuvat. Pk-yrityksen johto voi hankkia asiantuntemusta ja osaamista melko helposti ja suhteellisen halvalla.

Toisaalta sekä digitaalista transformaatiota että vastuullisuutta kehittääkseen pk-yrityksille on luotu jonkin verran viitekehyksiä ja strategioita. Viitekehysten ja mallien luonnilla kustannukset voisivat olla matalammat. Tutkimuksessa kuitenkin todetaan, että mallien, viitekehysten ja strategioiden luotettavuus tulisi mitata toteuttamalla ne käytännössä. (Mory-Alvarado ym., 2023.)

Yllä esitettyjen tutkimusten perusteella voisi todeta, ettei digitaalisen transformaation hyödyt ole välttämättä selvillä yrityksen johdolle. Digitaalisen transformaation hyödyt eivät välttämättä näy suoraan yrityksen numeroissa, jolloin sen perusteleva on haastavaa, eikä sitä koeta tarpeelliseksi. Aikaa ja rahaa voi kulua suhteellisen paljon ennen kuin hyödyt konkretisoituvat. Ehkäpä digitaalinen transformatio on jopa välttämätön ehto yrityksille tulevaisuudessa ja siihen investoiminen olisi samankaltainen kuluerä, kuten vaikkapa henkilöstön palkkaamiseen liittyvät kulut. Tähän aiheeseen löytyy väitteitä sekä puolesta että vastaan. Pk-yritysten ollessa varsin heterogeeninen joukko, on haastavaa arvioida, onko digitaalinen transformatio juuri tietyille yritykselle välttämätöntä tai hyödyllistä. Esimerkiksi pieni yritys voi olla kauneudenhoitoalan yritys tai pakkausteollisuudessa toimiva tuotantolaitos. Toisaalta digitaalinen transformatio on melko laaja käsite ja sen toteutustavat ovat moninaisia. Saarikko ym. (2020) ovat todenneet, että digitaalisen transformaation mahdollistamiseksi on ensisijaisen tärkeää, että yritys tunnistaa juuri omalle toimialalleen hyödyllisimmät teknologiat.

Pk-yrityksille digitaalisen transformaation kautta saavutettuja vastuullisuuteen liittyviä hyötyjä on kuvattu useissa artikkeleissa. Kilpailuedun saavuttaminen, arvomaailmaltaan lähellä olevien asiakkaiden ja sidosryhmien saaminen, maineen parantaminen, kustannustehokkuus sekä innovatiivisuuden lisääminen ovat muun muassa näitä hyötyjä. (Martínez-Peláez ym., 2023.)

4.2 Ympäristövaikutuksista tarkemmin

Eppingin ja Zhangin (2018) tutkimuksessa selvitettiin, miten pienissä ja keskisuurissa yrityksissä hitsauksen muuttaminen automatisoiduksi robotiikan avulla, vaikutti kustannuksiin ja vastuullisuuteen. Tutkimuksessa huomattiin, että tuotteen kustannukset laskivat muuttuvien kustannusten laskun myötä. Tässä tutkimuksessa kiinteitä kustannuksia ei otettu huomioon, eli robotiikan käyttöönotto, huolto ja kouluttaminen aiheuttaisivat lisäkustannuksia. Tutkimuksessa todettiin, että robotiikan hyödyntäminen

vaikuttaa ympäristövastuuseen negatiivisesti vedenkäytön ja ilmastonmuutokseen vaikuttavien tekijöiden myötä. Fossiilisten polttoaineiden käyttö väheni, koska prosessiajat lyhenivät. Tutkimuksesta päätellen on tärkeää ottaa huomioon vastuullisuuden kaikki näkökulmat ja pyrkiä toimimaan mahdollisimman vastuullisesti. Esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden vähentynyt käyttö suhteessa vedenkäytön lisääntymiseen voi olla kokonaisuudessaan ympäristövastuullisempi vaihtoehto. Kokonaisvastuullisuuden määrittäminen on kuitenkin hyvin haastavaa ja toimivia laskentamenetelmiä ei välttämättä pk-yrityksen sisällä ole.

Toisessa tutkimuksessa huomattiin, että veden saastuttaminen raskasmetallialan yrityksissä väheni digitaalisen transformaation myötä. Tutkimus toteutettiin Yangtze-joella. Digitaalisen transformaation läpikäyneet yritykset vähensivät päästöjä reilulla 83 prosentilla. Myös tässä tutkimuksessa huomattiin, että digitaalinen transformatio loi säästöjä yrityksille. Tässä tutkimuksessa digitaalisella transformaatiolla tarkoitettiin datan louhintaa, data-analytiikkaa ja paikkatietojärjestelmiä. (Xiong ym., 2022.)

Lin ym. (2023) tekemässä tutkimuksessa huomattiin myös, että digitaalisella transformaatiolla onnistuttiin vähentämään saastuttamista. Kiinassa ympäristön saastuminen on ollut todellinen ongelma. Tämä on yksi syy sille, miksi tutkimustietoa saastuttamisen vähentämisestä löytyy Kiinasta erityisen paljon suhteessa muihin maihin. Kiina on asettanut viitearvot ilman ja vesien saastuttamisen vähentämiseksi ja viitearvojen asettaminen on toiminut. Tutkimuksessa kuitenkin todetaan, ettei saastuminen ole pysähtynyt kokonaan ja osassa Kiinan kaupungeista ilman- ja vedenlaatu on edelleen heikko. Kiinan länsiosissa saasteiden määrät ovat huomattavasti korkeammat kuin Kiinan itäosissa, joissa digitaalinen transformatio on yleisempää. Tutkimus toteutettiin kiinalaisilla mikroyrityksillä, eli tutkimustulos ei ole suoraan verrattavissa pk-yrityksiin. Tässä tutkimuksessa digitaalinen transformatio määriteltiin siten, että yritykset, joilla oli käytössään digitaalista teknologiaa, olivat käyneet läpi digitaalisen transformaation, eli määritelmä on hyvin laaja tässä tutkimuksessa, eikä sitä voida senkään vuoksi yleistää suoraan pk-yritysten digitaaliseen transformaatioon.

Lisäksi toisessa Kiinassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin digitaalisen transformaation vähentäneen saasteiden määrää. Tämä tutkimus toteutettiin Kiinan listattujen yritysten tietoja vuosilta 2010–2020 hyödyntämällä. Saasteiden määrä väheni merkittävästi digitaalisen transformaation myötä. Tutkimuksessa todetaan digitaalisen transformaation

olevan suurin yksittäinen vaikuttaja ympäristön saastumisen ehkäisyssä. Tutkimuksessa ei eritellä, mitkä teknologiat erityisesti vähentävät saastuttamista, mutta esimerkiksi digitaalinen teknologia sekä digitalisaatio mainitaan tekstissä muutamaan otteeseen. (Zhu ym., 2023)

Zhun ym. (2023) toteuttamaa tutkimusta ei välttämättä voida pitää kovin luotettavana tai yleistettävänä, sillä tutkimuksesta jäi hyvin epäselväksi yritysten läpikäymä digitaalinen transformaatio.

Martínes-Peláez ym. (2023) tutkivat, miten digitaalisella transformaatiolla mikroyritykset sekä pienet ja keskisuuret yritykset voivat saavuttaa vastuullisuustavoitteensa. Tutkimuksessa päädyttiin kolmeen pääaiheeseen, jotta tavoitteet voidaan saavuttaa:

1. Ylimmän johtoportaan tai yrityksen omistajan tulisi kehittää organisaatiokulttuuri tukemaan strategioita ja päätöksiä, jotka edesauttavat yritystä kehittymään vastuullisuudessa.
2. Sidosryhmien rooli on ensisijaisesti auttaa yritystä kehittymään innovaatioiden luomisessa ja saavuttaa näin kilpailuetua markkinoilla.
3. Suurinta hyötyä mikro- ja pk-yrityksille tuo massadatan hyödyntäminen analysoimalla tietoa ja hyödyntämällä sitä päätöksenteossa.

Käytännössä ensimmäinen kohta on mahdollista toteuttaa kertomalla työntekijöille yrityksen arvoista ja tuomalla ne jokapäiväiseen työhön. Koulutukset arvoista sekä tavoiteltavista toimintatavoista voisivat olla toimiva vaihtoehto. Pk-yrityksillä on paljon sidosryhmiä. Esimerkiksi asiakkaat, tavarantoimittajat ja rahoittajat voisivat antaa pk-yrityksille tärkeää tietoa innovaatioista. Asiakaspalautteen kerääminen ja siihen reagoiminen on hyvä keino kehittyä liiketoiminnassa. Tutkimuksessa massadatan hyödyntämistä perustellaan sillä, että yritykset voivat analysoimalla tietoa tehdä asiantuntevampia päätöksiä, seurata trendejä sekä parantaa operatiivista tehokkuuttaan (Martínes-Peláez ym., 2023).

Tietoa on kuvailtu nykyajan öljyksi. Massadatan nimeäminen saumattomasti kaikille pk-yrityksille kannattavaksi keinoksi parantaa vastuullisuuttaan ja kehittyä digitaalisessa transformaatiossa on kuitenkin melko uskalias väite. Joillain yrityksillä tämä pitää varmasti paikkansa ja jonkin suuruinen tiedonkeruu asiakkaista tai tuotantoprosesseista

voi olla tarpeellista, mutta massadata viittaa suurin määriin tietoa, eikä pk-yrityksillä saatikka mikroyrityksillä välttämättä ole resursseja hankkia laitteistoja tai sovelluksia, joilla massadataa voidaan käsitellä tehokkaasti. Data-analytiikkaan vaaditaan jonkin näköistä asiantuntemusta, jotta päätökset voidaan perustaa vahvalle pohjalle. Kuten jo aiemmin mainittu, yritysten on tarpeen pohtia massadatan käyttöönoton riskejä ja hyötyjä.

Yritykselle, joka alkaa vasta hyödyntämään digitaalisen transformaation teknologioita, voi olla haastavaa aloittaa prosessi massadatatista. Esimerkiksi sosiaalisesta mediasta kerättävä tieto, sosiaalisen median mainonta ja sovellusten hyödyntäminen viestinnässä voivat olla helpommin käyttöönotettavissa pk-yrityksille. Esimerkiksi pilvipalvelut voivat mahdollistaa etätyöskentelyn ja näin vähentää liikenteestä syntyviä päästöjä, kuten aiemmin on todettu. Pilvipalveluita lisäämällä työntekoa on mahdollista muokata dynaamisemmaksi. Toisaalta tutkimuksessa on esitetty keinoja, joilla yritykset voivat päästä suurimmista haasteista, kuten rahoituksen saamisesta ja osaamisen puutteesta. Esimerkiksi toisenlaisten rahoitusvaihtoehtojen harkitseminen ja koulutukseen investoiminen mainitaan. (Martínez-Peláez ym., 2023.) Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan kerrottu sen enempää mahdollisista vaihtoehtoisista rahoitusratkaisuista tai kerrottu koulutuksista. Koulutukset voivat olla hintavia, eikä pk-yritykset välttämättä ole ylimääräisiä varoja niihin. Toisaalta koulutukseen panostaminen voi olla ratkaiseva tekijä kilpailussa suurempia yrityksiä vastaan.

4.3 Case-esimerkki vihreästä tuotannosta

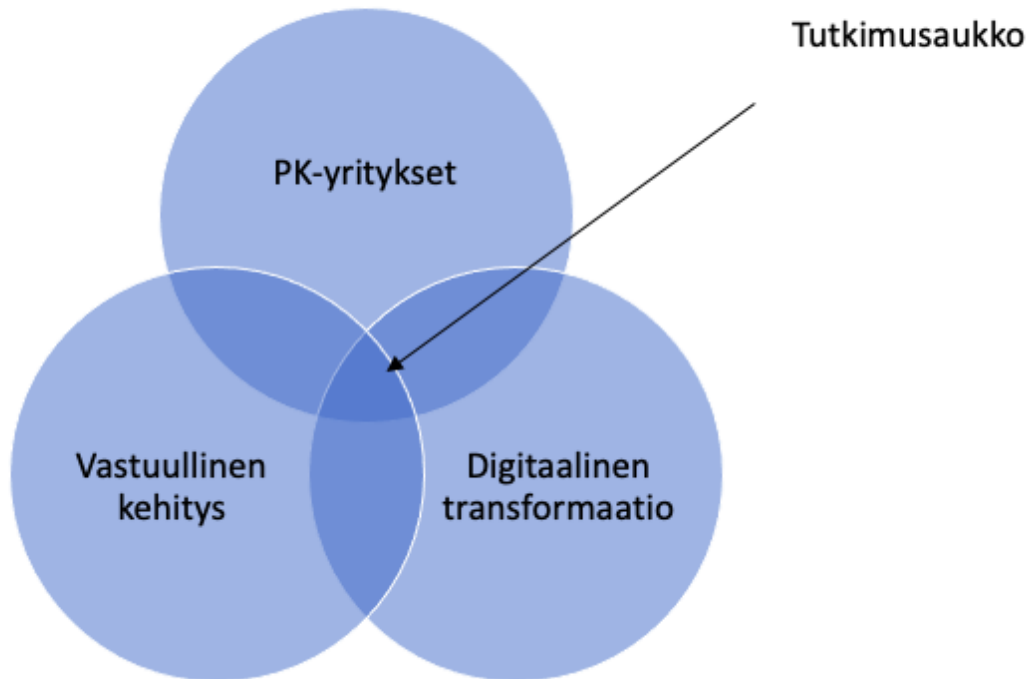
Choudharyn ym. toteuttamassa tutkimuksessa (2019) on esitetty keinoja, joilla vihreä siirtymä voidaan toteuttaa yrityksissä, joissa ei ole mahdollisuutta investoida suuria pääomia uusiin teknologioihin tai asiantuntijuuteen. Case-tutkimus on toteutettu pk-yrityksessä, joka sijaitsee Isossa-Britanniassa ja toimii pakkaustuotantoalalla. Tutkimuksen puutteet ovat, että tutkimus on toteutettu vain yhdessä yrityksessä ja yhdellä toimialalla, joten metodologian käyttöönoton ei voida olettaa onnistuvan toisilla aloilla. Case-yritys tuottaa tuotteensa pienissä erissä, kuten pienet tuotantoyritykset yleisestikin. Pienissä erissä tuottaminen ei sido niin paljon yrityksen varoja tuotteisiin. Yrityksen asiakkaat ovat suuria yrityksiä. Tuotteiden valmistus tapahtuu manuaalisesti, eikä käytössä ole automatisoituja prosesseja, mikä aiheuttaa jätettä.

Laajalla tiedonkeruulla yrityksen tuotantoprosesseista, oli data-analytiikan avulla havaittavissa pullonkauloja. Tuotteiden läpimenoaika hidastui ja näin tuotantoprosessissa

syntyi ylimääräistä jätettä hukkaan menneistä materiaaleista sekä hiilidioksidipäästöjä. Tutkimuksessa hyödynnettiin GIVSM (Green Integrated Value Stream Mapping) metodologiaa. Läpimenoaikaa onnistuttiin vähentämään 63 prosentilla. Case-esimerkissä arvioitiin myös, että keskiarvollinen hiilijalanjälki pieneni 77 prosentilla. Tutkimuksessa todettiin, että case-esimerkkiä hyödyntäen metodologiaa tulisi hyödyntää eri aloilla, jotta tutkimus olisi entistä vakuuttavampi. (Choudhary ym., 2019.)

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Philbinin ym. (2022) mukaan digitaalisen transformaation, pienten ja keskisuurten yritysten sekä vastuullisen kehityksen välillä on tutkimusaukko (Kuva 3). Tätä alleviivatakseni tutkimusaukko on ollut huomattavissa myös tässä tutkielmassa.



Kuva 3 Tutkimusaukko (Philbin ym., 2022)

Digitaalisen transformaation ja ympäristövastuun välillä voidaan nähdä olevan korrelaatio. Tutkimukset digitaalisen transformaation vaikutuksista ympäristövastuuseen ja erityisesti saastuttamiseen pienissä ja keskisuurissa yrityksissä ovat toistaiseksi melko vähäisiä. Lisätutkimukset tutkielman aiheesta ovat perusteltuja ja tarpeellisia.

Tämän tutkielman tarkoituksena oli kartoittaa jo toteutettuja tutkimuksia ja näin tarkastella, millainen vaikutus digitaalisella transformaatiolla on ympäristökysymysten ratkaisussa pk-yrityksissä. Toteutetut tutkimukset ovat jokseenkin puutteellisia, eikä niissä aina olla otettu huomioon pk-yritysten keskeisimpiä haasteita digitaalisen transformaation käyttöönotossa. Joitain keskeisiä havaintoja on kuitenkin mahdollista tunnistaa tämän tutkielman perusteella.

Saastuttamisen näkökulmasta digitaalisella transformaatiolla ja digitaalisilla teknologioilla on huomattu olevan paljon hyötyä erilaisissa mittaustehtävissä. Mittaustulokset ovat tarkempia ja luotettavampia. Mittaustulosten lisäksi uudet digitaaliset innovaatiot ja tekoälyratkaisut ovat olleet onnistuneita saastuttamisen ehkäisyssä. Saastuttamisen kannalta myös kuljetustapojen muuttaminen ympäristöystävällisemmiksi ja kuljetusreittien optimointi on mahdollista digitaalisten teknologioiden avulla. Etätyön mahdollistaminen pilvipalveluiden käyttöönotolla vähentää liikennettä suurimmissa kaupungeissa, joissa pienhiukkaset ovat merkittävä ilmansaastuttaja. Toisaalta pilvipalveluiden käyttöönotto saattaa olla siinäkin mielessä resurssitehokkaampi vaihtoehto kuin omien palvelinten ylläpito, että ylläpitokustannukset ovat usein pienempiä, kun järjestelmä on ohjattu suuremmalle joukolle. Myös tietoturvasaastetaan saada hyötyjä, kun palvelimet ovat päivitettäviä ja helposti ylläpidettäviä.

Digitaalisella transformaatiolla voidaan lisätä resurssitehokkuutta yrityksissä. Teknologian avulla resurssienkäyttö voidaan optimoida ja esimerkiksi automatisoiduilla prosesseilla energiankulutus saattaa pienentyä, kun tuotteiden läpimenoajat lyhenevät.

Toisaalta pk-yritykset saattavat kärsiä monista haasteista digitaalisen transformaation läpiviennissä, esimerkiksi resurssienpuutteen tai muutosvastaisuuden muodossa. Toisaalta taas pk-yritykset saattavat olla suuria yrityksiä ketterämpiä muutosten implementoinnissa ja täten saada kilpailuetua. Tutkielmassa on tunnistettu johdon merkitys pk-yritysten strategioiden toteutumisessa, ja näin voikin todeta, että asiantunteva ja kehitysmielinen johtaja saattaa parhaimmillaan saada pienen tai keskisuuren yrityksen menestymään kilpailussa.

On kuitenkin huomioitavaa, että digitaalisen transformaation kautta saavutetut hyödyt eivät ole samat kaikille pk-yrityksille, sillä pk-yritykset ovat hyvin heterogeeninen joukko ja digitaalinen transformaatio voidaan saavuttaa monilla eri keinoilla.

Ympäristövastuullisuuden lisääminen yrityksessä digitaalisen transformaation avulla ei ole helposti läpivietävä prosessi, mutta se on mahdollista. Suunnitelmallisuus ja strategian tunnistaminen yrityksessä auttavat pk-yrityksiä tavoittamaan digitaaliset ja ympäristövastuulliset tavoitteet.

Lähteet

- Andriole, S.J. (2017). Five myths about digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, Vol. 58 (3).
<<https://www.proquest.com/docview/1885859520?sourcetype=Scholarly%20Journals.>>
- Battistoni, E. – Gitto, S. – Murgia, G. – Campisi, D. (2023). Adoption paths of digital transformation in manufacturing SME. *International Journal of Production Economics*, Vol. 255, 108675. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108675>.
- Beier, G. – Fritzsche, K. – Kunkel, S. – Matthes, M. – Niehoff, S. – Reißig, M. – Zyl-Bulitta, V. van. (2020). A green digitalized economy? Challenges and opportunities for sustainability. *Institute for Advanced Sustainability Studies*.
- Bieser, J. C. T., – Hilty, L. M. (2018). Indirect effects of the digital transformation on environmental sustainability: Methodological challenges in assessing the greenhouse gas abatement potential of ICT. *International Conference on Information and Communication Technology for Sustainability*, Vol. 52, 68-81. <https://doi.org/10.29007/lx7q>
- Choudhary, S. – Nayak, R. – Dora, M. – Mishra, N. – Ghadge, A. (2019). An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: A case study of a packaging manufacturing SME in the U.K. *Production Planning & Control*, Vol. 30(5–6), 353–368. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501811>
- Chouki, M. – Talea, M. – Okar, C. – Chroqui, R. (2019). Barriers to information technology adoption within small and medium enterprises: A systematic literature review. *International Journal of Innovation and Technology Management*, Vol. 17(1). 2050007. <https://doi.org/10.1142/S0219877020500078>
- Demirkan, H. – Spohrer, J. C. – Welser, J. J. (2016). Digital innovation and strategic transformation. *IT Professional*, Vol. 18(6), 14–18. <https://doi.org/10.1109/MITP.2016.115>
- Diez, P. – Neittaanmäki, P. – Periaux, J. – Tuovinen, T. – Pons-Prats, J. (2020). Computation and big data for transport: Digital innovations in surface and air transport systems. Springer, Cham.
- Euroopan Komissio Digital Transformation Monitor (2017) Digital transformation scoreboard 2017: Evidence of positive outcomes and current opportunities for EU businesses.

- Feroz, A. K. – Zo, H. – Chiravuri, A. (2021). Digital transformation and environmental sustainability: A review and research agenda. *Sustainability*, Vol. 13(3), 1530. <https://doi.org/10.3390/su13031530>
- Fischer, M. – Imgrund, F. – Janiesch, C. – & Winkelmann, A. (2020). Strategy archetypes for digital transformation: Defining meta objectives using business process management. *Information & Management*, Vol. 57(5), 103262. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103262>
- Forbes Council Post 23.8.2022. Understanding the 4 V's of big data. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/08/23/understanding-the-4-vs-of-big-data/>, haettu 12.11.2023
- Goralski, M. A. – Tan, T. K. (2020). Artificial intelligence and sustainable development. *The International Journal of Management Education*, Vol. 18(1), 100330. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100330>
- Guo, Q. – Ren, M. – Wu, S. – Sun, Y. – Wang, J. – Wang, Q. – Ma, Y. – Song, X. – Chen, Y. (2022). Applications of artificial intelligence in the field of air pollution: A bibliometric analysis. *Frontiers in Public Health*, Vol.10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2022.933665>.
- Harvard Business Review (2019). Data Science and the Art of Persuasion. <https://hbr.org/2019/01/data-science-and-the-art-of-persuasion>, haettu 6.10.2023
- Ionascu, I. – Ionascu, M. – Nechita, E. – Sacarin, M. – Minu, M. (2022). Digital transformation, financial performance and sustainability: Evidence for European Union listed companies, *Amfiteatru economic*, Vol. 24(59), 94. <https://doi.org/10.24818/EA/2022/59/94>
- Kirjanpitolaki 1997/1336. Annettu Helsingissä 30.12.1997.
- Li, G. – Jin, Y. – Gao, X. (2023). Digital transformation and pollution emission of enterprises: Evidence from China's micro-enterprises. *Energy Reports*, Vol. 9, 552–567. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.11.169>
- Maailmanpankki (2023) Small and Medium Enterprises Finance. <https://www.worldbank.org/en/topic/smefinance>, haettu 27.9.2023
- Martínez-Peláez, R. – Ochoa-Brust, A. – Rivera, S. – Félix, V. G. – Ostos, R. – Brito, H. – Félix, R. A. – Mena, L. J. (2023). Role of digital transformation for achieving Sustainability: Mediated role of stakeholders, key capabilities, and

- technology. *Sustainability*, Vol. 15(14), 11221.
<https://doi.org/10.3390/su151411221>
- Mory-Alvarado, A. – Juiz, C. – Bermejo, B. – Campoverde-Molina, M. (2023). Green IT in small and medium-sized enterprises: A systematic literature review. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, Vol. 39, 100891.
<https://doi.org/10.1016/j.suscom.2023.100891>
- Piccoli, G., Pigni, F., (2022) Information Systems for Managers in the Digital Age. Prospect Press, US.
- Rosário, A. T. – Dias, J. C. (2022). Sustainability and the Digital Transition: A Literature Review. *Sustainability*, Vol. 14(7), 4072.
<https://doi.org/10.3390/su14074072>.
- Saarikko, T. – Westergren, U. H. – Blomquist, T. (2020). Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm. *Business Horizons*, Vol. 63(6), 825–839. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.07.005>.
- Song, M. – Chen, Y. – An, Q. (2018). Spatial econometric analysis of factors influencing regional energy efficiency in China. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 25(14), 13745–13759. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1574-5>.
- Strubell, E. – Ganesh, A. – McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *Association for Computational Linguistics*, 3645-3650.
<https://doi.org/10.18653/v1/P19-1355>.
- Tsakalidis, A. – Gkoumas, K. – Pekár, F. (2020). Digital transformation supporting transport decarbonisation: Technological developments in EU-funded research and innovation. *Sustainability*, Vol. 12(9), 3762.
<https://doi.org/10.3390/su12093762>.
- Ukko, J. – Nasiri, M. – Saunila, M. – Rantala, T. (2019). Sustainability strategy as a moderator in the relationship between digital business strategy and financial performance. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 236, 117626.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117626>.
- Valtion teknillinen tutkimuslaitos lehdistötiedote 16.8.2022 VTT:ltä spinnaava Olefy mullistaa muovin kierron. <[https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-jatarinat/vttlta-spinnaava-olefy-mullistaa-muovin-kierron?hss_channel=tw-66325641](https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-jat tarinat/vttlta-spinnaava-olefy-mullistaa-muovin-kierron?hss_channel=tw-66325641)>, haettu 26.9.2023

- Wlömert, N. – Papiés, D. (2016). On-demand streaming services and music industry revenues—Insights from Spotify’s market entry. *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 33(2), 314–327.
<https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2015.11.002>.
- Xiong, L. – Ning, J. – Dong, Y. (2022). Pollution reduction effect of the digital transformation of heavy metal enterprises under the agglomeration effect. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 330, 129864.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129864>
- Yalina, N. – Rozas, I. (2020). Digital workplace: Digital transformation for environmental sustainability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 456, 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/456/1/012022>
- Yleisradio 17.8.2022 Suomalaiskeksintö voi muuttaa valtaosan maailman muovijätteestä vaikka ruokapakkauksiksi. <<https://yle.fi/a/3-12577847>>, haettu 26.9.2023.
- Zhu, Q. – Ma, D. – He, X. (2023). Digital transformation and firms’ pollution emissions. Vol. 197, 122910. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122910>.