

Santtu Kujanpää

BIG DATAN MERKITYS TUOTEKEHITYKSESSÄ JA PÄÄTÖKSENTEOSSA

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Kandidaatintyö
Marraskuu 2020

TIIVISTELMÄ

Santtu Kujanpää: Big datan merkitys tuotekehityksessä ja päätöksenteossa
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Tietojohdamisen tutkinto-ohjelma
Marraskuu 2020

Big datan merkitys liiketoiminnassa on kasvanut merkittävästi teknologioiden kehittymisen ja digitalisaation myötä. Tiedon määrä maailmassa kasvaa suunnattomalla vauhdilla ja big datan on esitetty kykenevän ratkaisemaan suuriin datamääriin kohdistuvia haasteita. Päätöksentekoa liiketoiminnassa on pyritty aina perustelemaan tiedolla. Parempien päätösten avulla voidaan saavuttaa kilpailuetua markkinoilla, sekä niillä voidaan saada aikaan kannattavampaa liiketoimintaa. Päätösten tueksi on jo kauan harjoitettu data-analytiikkaa, mutta suurien datamassojen kohdalla ei voida soveltaa samoja perinteisiä data-analytiikan menetelmiä. Big data ja siihen liittyvät teknologiat ovat kehittyneet ratkaisemaan haasteita näiden suurien datamäärien käsittelyssä ja hyödyntämisessä. Yhdeksi suureksi ja ratkaisevaksi tekijäksi markkinoilla nousee tuote- tai palvelukehitys, jonka toteuttamisen onnistumisella voidaan suoraan vaikuttaa liiketoiminnan onnistumiseen.

Tässä tutkimuksessa käsitellään big datan merkitystä tuotekehitykseen, tuotteen elinkaaren hallintaan ja tuotekehitykseen liittyviin päätöksentekoihin. Tutkimuksen päätutkimuskysymys on, kannattaako big dataa pyrkiä hyödyntämään tuotekehityksessä? Tutkimuskysymystä lähdetään tarkastelemaan siten, että aluksi tutustutaan big data käsitteeseen. Tämän jälkeen tarkastellaan tuotekehitystä yleisesti. Viimeisessä vaiheessa yhdistetään teoriaa ja otetaan mukaan muutamia esimerkkejä big datan hyödyntämisestä tuotekehityksessä. Esimerkit ja pohdinta on jaettu tuotteen elinkaaren eri vaiheille.

Tutkimuksessa hyödynnettävien lähdemateriaalien avulla voidaan todeta, että big datan hyödyntämisellä tuotekehityksessä, voidaan saavuttaa sellaisia tietoja, joita ei muuten voitaisi hyödyntää. Big datan hyödyntämismahdollisuudet riippuvat kuitenkin hyvin paljon tilanteesta, jonka takia tutkimuksessa ei voida päätyä yksiselitteiseen ratkaisuun siitä, että onko big datan hyödyntäminen aina kannattavaa tai edes mahdollista. Lisäksi big dataan ja sen teknologioihin liittyy vielä paljon jo tunnistettuja mutta myös tunnistamattomia haasteita.

Avainsanat: Big Data, tuotekehitys, päätöksenteko.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimusongelman rajaus ja tutkimuskysymykset	2
1.2 Tutkimuksen rakenne	2
2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	4
2.1 Tutkimusmenetelmät	4
2.2 Tutkimusaineisto	4
3. BIG DATA	7
3.1 Big datan määritelmä	7
3.2 Big datan muodostuminen ja kerääminen	8
3.3 Big datan tallentaminen ja analysointi	10
3.4 Big datan hyödyntäminen	11
4. TUOTEKEHITYS	13
4.1 Tuotekehitys yleisesti	13
4.2 Tuotekehitys tuotteen elinkaaren hallinnassa	14
4.2.1 Asiakkaan ääni tuotekehityksessä	14
4.2.2 Muu hyödynnettävä data tuotekehityksessä	15
5. BIG DATA TUOTEKEHITYKSEN TUKENA	17
5.1 Big data päätöksenteon tukena	17
5.2 Big datan hyödyntäminen tuotteen elinkaaren aikana	18
5.2.1 BOL-vaihe	18
5.2.2 MOL-vaihe	19
5.2.3 EOL-vaihe	20
6. YHTEENVETO	22
6.1 Päätelmät	22
6.2 Tulosten arviointi ja jatkotutkimusmahdollisuudet	23
LÄHTEET	25

LYHENTEET JA KESKEISET KÄSITTEET

Data	Datalla tarkoitetaan jostakin lähteestä kerättyä tietoa tai tietomas- saa, joka ei itsessään vielä ole informaatiota (Awacademy 2019)
Data-analytiikka	Tieteenala, jossa dataa eli tietoa analysoidaan johtopäätösten luo- miseksi. Data-analytiikassa käytetään usein automatisoituja proses- seja ja algoritmeja analyysin helpottamiseksi. Data-analytiikka voi- daan jakaa kuvailevaan, diagnosoivaan, ennakoivaan ja ohjailevaan analytiikkaan. (Frankenfield 2019)
Datapohjainen liiketoiminta	Liiketoimintamalli, jossa päätöksenteko ja toiminta pyritään perustelemaan kerätyn, organisoidun ja analysoidun datan avulla. (Sorescu 2017)
MapReduce	Java-pohjainen hajautetun laskennan tekniikka ja ohjelmamalli, jonka ideana on muodostaa datasta avainarvo pareja.
Massadata	Työssä massadatalla tarkoitetaan big dataa. Big datan määritelmä löytyy kohdasta ”Big datan määritelmä”.
PLM	Product lifecycle management, eli tuotteen elinkaaren hallinta, on liiketoimintaa, jolla hallitaan yrityksen tuotteita koko niiden elinkaar- en ajan tuotteen alkuideasta sen käytöstä poistoon asti (Stark 2011, s. 1).
Raakadata	Jalostamaton dataa, jota syntyy moninaisissa muodoissa ja joka voi elinkaarensa aikana kokea monia transformaatioita ja eri käsit- telyvaiheita (Tieteen termipankki 2020).
RDBMS	Relational Database Management System, eli rinnakkainen tietoa- kanta tai reaalitytokanta on työkalu, jolla voidaan tallentaa tietoja jäsenneyssä muodossa rivejä ja sarakkeita käyttäen. Tekniikka hel- pottaa tiettyjen arvojen löytämistä ja käyttämistä tietokannasta. (Techterms 2017)
RFID-tunniste	Radio Frequency Identification, eli radiotaajuinen etätunnistus on teknologinen siru, joka passiivisesti vahvistaa itsensä ja siihen liitetyt tiedot radiotaajuuksia hyödyntämällä (Hayes 2020).

1. JOHDANTO

Kandin aiheeksi valikoitui big datan merkitys tuotekehityksessä ja päätöksenteossa, koska datan käsittely ja siitä saadut hyödyt ovat keskeisessä osassa kilpailukyvyyn saavuttamisessa. Aihe käsittelee pääosin datan hyötyjä tuotekehityksessä, mutta en halua sulkea sen merkitystä päätöksentekoon pois, koska tuotekehitykseen liittyy vahvasti myös erilaiset päätöksenteot.

Big datan merkitystä nykypäivän tuotekehityksen kannalta on erittäin kiinnostavaa tutkia, koska monet tuotteet ja palvelut tuottavat digitalisaation kautta entistäkin enemmän selkeää dataa, jota pystyttäisiin hyödyntämään. Valitsin tutkimuksen osatekijäksi big datan, koska kiinnostukseni tiedolla johtamiseen opintojen edetessä on kasvanut entistä enemmän. Lisäksi big data on uskoakseni erittäin keskeisessä nykypäivän organisaation haasteissa, koska sen tarjoamaa potentiaalia ei olla vielä pystytty täysin ymmärtämään eikä hyödyntämään.

Big datan hyödyntäminen ei kuitenkaan välttämättä aina ole tehokasta ja edes järkevää. Suuret datamäärät kasvavat kiihtyvällä vauhdilla, mikä aiheuttaa myös ongelmia, jotka tulisi ratkaista nopeasti. Viimeisimmät edistysaskeleet tietotekniikassa mahdollistavat helpomman tiedon tuottavuuden, esimerkiksi Google käsittelee satoja petatavuja ja Facebook tuottaa lokidataa yli 10 petatavua kuukaudessa. On suuri haaste kerätä ja integroida tämä tieto laajasti levinneistä tietolähteistä. (Chen et al. 2014, s. 2) Tutkimuksen tarkoituksena on siis myös tutkia big datan käyttöä useasta näkökulmasta. Esimerkiksi ovatko sen hyödyntämiseen tarvittavat resurssit liian kalliita mahdollisesti saavutettavan hyödyn rinnalla.

Big datan hyödyntämiskohteita organisaatioissa voi olla useita, mutta erityisesti tuotteen tai palvelukehityksen näkökulmasta big datalla voi olla suuri merkitys oikeiden ratkaisuiden löytämiseksi. Koska useat tuotteet tai palvelut nykypäivänä tuottavat jonkinlaista katkeamatonta datavirtaa, jota voidaan kutsua myös big dataksi, tämän datan hyödyntäminen päätöksentekoon liittyvissä asioissa ja tuotekehityksessä voi olla ratkaisevana tekijänä markkinoilla. Niinpä big datan merkitystä tuotekehityksessä on aiheellista tutkia.

Tutkimuksessa olisi tarkoitus myös perehtyä, kuinka ja erityisesti missä vaiheessa tuotteen elinkaarta big datasta voisi olla apua. Tuotteen elinkaaren hallinta ja tuotekehitys

kulkevat käsi kädessä. Etenkin tuotteen elinkaaren puolivälissä mahdolliset palveluihin liittyvät kysymykset kasvavat ja niihin on kiinnitettävä suurta huomiota (Li 2015).

1.1 Tutkimusongelman rajausta ja tutkimuskysymykset

Tässä kirjallisuustutkimuksessa tutkimusongelman tarkastelu pyritään suorittamaan tuotekehityksen näkökulmasta. Työssä ei esitetä tarkkoja tilannekohtaisia ratkaisuja, vaan pyritään tuottamaan yleisnäkemyksiä big dataan liittyvistä mahdollisuuksista ja haasteista tuotekehityksessä ja päätöksenteossa. Työssä tullaan tarkastelemaan esimerkiksi sitä, kuinka ja missä tilanteissa big datalla voi olla vaikutusta tuotekehitykseen ja päätöksentekoon sekä mitä mahdollisuuksia ja haasteita big datan hyödyntämiseen liittyy. Big dataa ei välttämättä synny organisaatioon automaattisesti, vaan sen saamiseksi tulee ehkä toteuttaa joitain toimenpiteitä. Tämän jälkeen datalla itsellään ei vielä tee mitään, vaan sitä tulee osata jatkojalostaa informaatioksi. Erityisesti pienemmille ja kokemattomille yrityksille suurien datamäärien analysointi ja niiden hyödyntäminen voi tuottaa ylitsepääsemättömiä haasteita (Wilberg et al. 2017). Tässä työssä pyritään siis selvittämään, millainen vaikutus big datalla on tuote tai palvelukehitykseen. Tutkimus pyrkii vastaamaan siihen, että onko tuotekehityksessä relevanttia hyödyntää big dataa.

Työn rajauksen myötä päätutkimuskysymykseksi muodostuu:

- Kannattaako big dataa pyrkiä hyödyntämään tuotekehityksessä?

Tutkimuksen tueksi on muodostettu seuraavia alatutkimuskysymyksiä:

- Missä vaiheissa tuotteen elinkaarta big datasta on hyötyä?
- kuinka tärkeää on suunnitella big datan hyödyntäminen jo tuotteen kehitysvaiheissa?
- Paljonko resursseja big datan analysointi vaatii?
- Millainen käytettävien resurssien ja big datasta saadun hyödyn suhde on?

1.2 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus koostuu kuudesta luvusta. Johdantoluvun jälkeen käsitellään tutkimusmenetelmää ja esitellään joitakin keskeisiä aineistoja. Tämän jälkeen esitellään tutkimuksen pääaiheet, big data ja tuotekehitys, sekä niihin liittyviä yleisiä asioita. Viides luku yhdistää big datan ja tuotekehityksen ja siinä käsitellään tutkimusongelmia ja haetaan vastauksia tutkimuskysymyksiin. Tämä luku on jaettu käsittelemään big datan merkitystä erikseen päätöksenteossa ja tuotekehityksessä sen eri vaiheissa.

Viimeinen luku, tiivistelmä, käsittelee tutkimuksen tuloksia, päätelmiä ja mahdollisia jatkotutkimuskysymyksiä. Tässä luvussa pyritään perustelemaan tuloksia erityisesti viidennessä luvussa esitettyjen asioiden valossa.

2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus on toteutettu kirjallisuustutkielmana. Tutkimusaineistoa on etsitty lähinnä Tampereen yliopiston kirjaston palveluiden kautta etsimällä sopivaa materiaalia ja ennakkotietoa aiheesta. Käytössä on Tampereen yliopiston kirjaston Andor-palvelu, josta aiheen pääsanoilla, voidaan löytää asiaa käsitteleviä kirjoja, artikkeleita ja konferenssijulkaisuja. Myös muita kirjaston listattuja tietokantoja on hyödynnetty. Teosten lähemmän tarkastelun seurauksena on myös lähdetty hyödyntämään niiden lähdeaineistoja. Lisäksi tietoa on haettu luotettavaksi katsotuilta verkkosivuilta, jotka ovat sisältäneet muun muassa käsitteenmäärittelyjä ja tieteellisiä artikkeleita.

Big datan luonteesta, sen haasteista ja mahdollisuuksista etsitään runsaasti aineistoa. Aineistojen avulla pyritään saamaan selkeä yleiskuva big datasta. Lisäksi aineistoista pyritään etsimään tietoa big datan käyttöesimerkeistä, jotka lisäävät ymmärtämistä big datan soveltamisesta käytännössä.

Tuotekehityksen kannalta tärkeäksi aiheeksi nousee tuotteen elinkaaren tutkimus, joka vaikuttaa siihen, millaista tuotekehitys on luonteeltaan missäkin tuotteen elinkaaren vaiheessa. Tuotekehityksen osalta tullaan etsimään tietoa siitä, miten nykypäivän yritykset pääsääntöisesti pyrkivät kehittämään tuotteitaan ja mihin tehdyt päätökset perustuvat. Tutkimuskysymykseen pyritään vastaamaan siihen liittyvän löydetyn tutkimusaineiston avulla, mutta myös yhdistämällä big dataan ja tuotekehitykseen liittyviä aineistoja.

Tutkimusaineiston etsinnässä on käytetty muun muassa seuraavia hakusanoja: "Big Data", "Product development", "PLM", "Big data AND difficulties AND challenges", "Data-driven business".

2.2 Tutkimusaineisto

Työhön soveltuvaa tutkimusaineistoa on selvästi paljon ja aihetta on osittain jo tutkittu. Big dataan liittyvää aineistoa löytyy monesta eri näkökulmasta, kuten teknisten ratkaisuiden ja hyödyntämismahdollisuuksien näkökulmista. Tuotekehityksestä on saatavilla yleisen tiedon lisäksi muun muassa aineistoja siitä, minkä tiedon avulla tuotekehitystä voidaan ajaa eteenpäin ja kehittää. Sellaista aineistoa, joka yhdistää big datan tuotekehitykseen yleisnäkökulmallisesti, on kuitenkin melko vähän.

Aineiston valinnassa tarvitsee olla tarkkana, jotta niiden sanomat tukevat toisiaan. Koska big data voidaan ymmärtää monella tavalla, pyritään aineistot valitsemaan siten, että ne jakavat yhtenäisen mielipiteen tutkimukselle olennaisista asioista ja määrittelevät käsitteet mahdollisimman samalla tavalla. Lisäksi tuotekehitykseen liittyvät käsitteet ja se, mitä tuotekehityksellä tilannekohtaisesti tarkoitetaan, voivat vaihdella runsaasti. Näin ollen aineiston valinnassa tullaan kiinnittämään erityistä huomiota näihin asioihin.

Seuraavassa taulukossa on esitelty hakulausekkeiden tuottamien tulosten määrää. Taulukon muodostamisessa tiedonhakukoneena on käytetty Andoria. Haussa ei ole ollut käytössä Andorin tarjoamia filttoreitä. ”Verkossa saatavilla” ja ”vertaisarvioidut lehdet” filttoreilla hakutuloksien määrä pienenee huomattavasti. Tulosten määrästä voidaan päätellä, että big datasta ja tuotekehityksestä löytyy runsaasti tietoa. Jo taulukosta huomataan kuitenkin se, että molempia aiheita käsitteleviä teoksia on huomattavasti vähemmän. Tarkempi aineistoon tutustuminen myös vahvistaa sen, että big datan hyödyntämistä tuotekehityksessä yleisesti ei olla tutkittu paljoa.

Taulukko 1. Hakulausekkeita ja niiden tuloksia

Hakulauseke	Tulosten määrä
”big data”	6 7979 422
”product development AND product design OR PDMA”	7 194 644
”big data AND difficulties AND challenges”	468 911
”big data AND data-driven business”	100 247
”big data AND product development AND product lifecycle management”	55 409
”big data AND product development AND data-driven”	56 344

Taulukossa 2 on esitelty työn merkittävimpiä tutkimusaineistoja. Esitellyt tutkimusaineistot valikoituvat työhön siksi, että niiden asiakohtaiset näkökulmat ovat työn määrittelyn kannalta sopivia. Lisäksi näiden aineistojen avulla työssä onnistutaan saavuttamaan tavoitteenmukainen yleisnäkemyksellinen tutkimustulos. Taulukon esittelemän tutkimusaineiston lisäksi työssä käytettiin useita muita lähteitä. Näitä lähteitä hyödynnettiin erityisesti työn teoriaosuudessa, mutta myös tutkimuskysymyksiin vastattaessa.

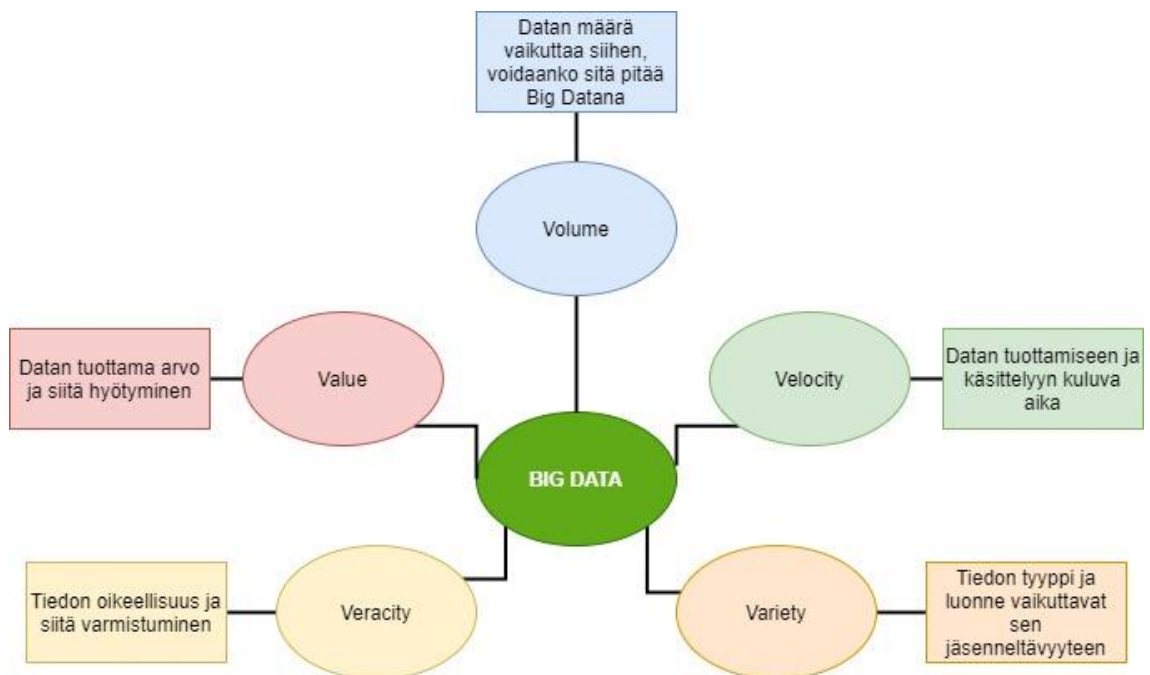
Taulukko 2. Keskeisimmät tutkimusaineistot

Otsikko	Kirjoittajat	Sisältö	Vuosi
Big data: related technologies, challenges and future prospects	Chen, M., Mao, S., Zhang, Y. & Leung, V. C. M.	Esittelee big datan taustaa ja viimeaikaista kehitystä. Lisäksi esittelee big datan arvoketjun ja sen vaiheisiin liittyviä tekniikoita, mahdollisuuksia ja haasteita	2014
Big Data in product lifecycle management	Li, T.	Esittelee big dataa, tuotekehityksen elinkaareen vaikuttavia tietolähteitä sekä yhdistää big datan käsitteen näihin tietolähteisiin.	2015
How strategists use “big data” to support internal business decisions, discovery and production	Davenport, T.	Davenport esittelee big datan sovellusmahdollisuuksia innovaatioihin liittyvissä päätöksenteoissa. Hän perustelee näkemyksiään sillä, miten johtavat yritykset hyödyntävät big dataa.	2014
The PDMA Handbook of New Product Development	Kahn, K.B.	Käsittelee aikansa uusimpia oivalluksia tuotekehitykseen liittyen, sekä tuo esille mahdollisia haasteita. Tarjoaa kattavan oppaan käytäntöihin, prosesseihin ja työkaluihin, jotka ovat kriittisiä uusien tuotteiden / palvelujen kehityksen onnistumisen saavuttamiseksi	2012

3. BIG DATA

3.1 Big datan määritelmä

Big datalle ei löydy yksiselitteistä määritelmää, mutta sitä on pyritty kuvaamaan big datalle ominaisten piirteiden, käytötapausten ja sen olomuotojen avulla. Big datalla kuvataan suuria järjestämättömiä tietomassoja ja niiden keräämistä eri lähteistä ja eri tietomuodoista sekä tämän tiedon säilömistä ja osittain myös analysointia. Big data voidaan jakaa kolmen V:n määritelmään: Volume (valtava määrä), Velocity (nopea syntyvauhti) ja Variety (monimuotisuus) (Oracle 2020). Tämä ”Kolmen V:n” määritelmä tunnetaan myös paremmin Gartnerin määritelmänä (Gartner 2020). Chen et al. (2014, s. 4) esittävät myös neljännen V:n, ”Value” eli tiedon arvon. Myös Oracle (2020) tuo esille tiedon arvon näkökulman, mutta samalla myös viidennen V-kirjaimen, ”Veracity”, joka tarkoittaa tiedon laatua. Big dataa määrittelevässä kirjallisuudessa esiintyy myös muita mainitsemattomia V-kirjainmääritelmiä, mutta yllä mainitut viisi V-kirjainta sisältävät melko hyvin niiden tarkoitukset.



Kuva 1. Big datan ”Viiden V:n” määritelmä

Kuvassa 1 on esitetty edellä mainitut viisi big datalle olennaista piirrettä. International Data Corporationin (ICD, 2020) mukaan vuonna 2011 maailmassa datan määrä oli kai-

ken kaikkiaan noin 1,8 ZB (tsettatavua). Määrä lähes yhdeksänkertaistui viidessä vuodessa (Chen et al. 2014, s. 1). Vuonna 2020 International Data Corporation arvioi, että maailmassa luodaan, kaapataan, kopioidaan ja kulutetaan yli 59 tsettatavua dataa (IDC 2020). Chen et al. (2014, s. 5) jatkavat, että big data terminä kehittyi maailmanlaajuisen datan kasvaessa kuvaamaan erittäin suuria datamääriä. Kuvassa 1 ”Viiden V:n” määritelmässä ”Volume” tarkoittaa siis suurta tietomäärää. ”Velocity” kuvaa tiedon nopeaa muodostumista, sen keräämistä, mutta myös sen vanhentumista ja häviämistä. ”Variety” tarkoittaa Gartnerin määritelmässä laajuutta eli tietomassojen monimuotisuutta. ”Veracity” tarkoittaa tiedon laatua ja kyseenalaistaa näin tiedon hyödyllisyyden. Puuttuuko tietomassasta jotain oleellista? ”Value” viittaa hieman samaan, kuin ”Veracity”, mutta se korostaa tiedon muodostamaa arvoa.

3.2 Big datan muodostuminen ja kerääminen

Datan määrän kasvua voidaan selittää osittain tietyillä teknologisilla innovaatioilla. Suuria datamääriä tuottavia keksintöjä on muun muassa Internet, World Wide Web (WWW), sosiaalisen median suuret palvelut (Facebook, Twitter, Youtube jne.) ja uusimpana innovaationa esineiden internet (IoT). Näiden innovaatioiden kautta maailmassa saatavilla olevan datan määrä sekä mahdollisuudet luoda dataa ovat parantuneet. Datan valtavaa määrää kuvaa hyvin tieto siitä, että sitä virtaa maailmassa joka sekunti enemmän kuin 20 vuotta sitten koko internet sisälsi tietoa (McAfee & Brynjolfsson 2012).

Jotta voidaan puhua big datasta, täytyy prosessin alkaa ensin tiedon muodostumisesta. Big data on pääsääntöisesti laajamittaisia, hyvin monimuotoisia ja monimutkaisia aineistoja, joita tuotetaan erilaisten tietolähteiden kautta. Tietolähteitä voivat olla erilaiset anturit, videot, käyttäjäsyötteet tai mitkä tahansa muut saatavilla olevat tietolähteet. Suuria tietolähteitä ovat muun muassa toiminta- ja kaupankäyntitiedot yrityksissä sekä logistiikka ja tunnistetiedot IoT-maailmassa. Myös ihmisten vuorovaikutustiedot ja sijaintitiedot ovat suuria tietolähteitä internetmaailmassa. Tieteellisten sovellusten kasvaessa tietojoukkojen laajuus kasvaa vähitellen. Lisäksi tietoteknisten ratkaisujen kehittyessä tiedon määrä kasvaa vähintäänkin yhtä paljon.

Aiemmassa kappaleessa mainitut, sekä yleisesti big datan määritelmän täyttävät tietolähteet, ylittävät helposti IT-arkkitehtuurien ja olemassa olevien yritysten infrastruktuurien kapasiteetin (Chen et al. 2014, s. 7). Lisäksi big datalle ominainen piirre, tiedon reaaliaikaisuus voi vaatia huomattavasti enemmän laskentatehoa kuin organisaatioilla on mahdollisuus tarjota. Laitteilta ja sovelluksilta vaaditaan suurta tallennuskapasiteettia ja suorituskykyä massadatan käsittelyssä (Antikainen et al. 2016).

Big datan muodostumisen alkulähteitä on monenlaisia. Tiedonkeruun tarkoituksena on hyödyntää erityisiä tiedonkeruutekniikoita raakadatan hankkimiseksi tietystä tiedonluontiympäristöstä (Chen et al. 2014, s. 23). Chen et al. (2014, s. 24-26) esittävät lisäksi muutamia yleisimpiä tiedonkeruumenetelmiä. Seuraavat kappaleet esittelevät nämä tiedonkeruumenetelmät, koska niiden ymmärtäminen helpottaa myös Big Datan muodostumisen ymmärtämistä.

Ensimmäinen tiedonkeruumenetelmä on lokitiedostot. Lokitiedostot ovat tietolähdejärjestelmän automaattisesti luomia tiedostoja, joiden avulla voidaan tallentaa toiminnot nimettyihin tiedostomuotoihin myöhempää analysointia varten (Chen et al. 2014, s. 24). Tietolähdejärjestelmän ylläpitäjällä on lisäksi mahdollisuus vaikuttaa siihen, mitä tietoja lokitiedostoihin tallennetaan. Lokitiedostot ovat yleisesti käytössä kaikissa digitaalisissa laitteissa. Esimerkiksi verkkopalvelimet tallentavat lokitiedostoihin verkkosivuilla käyntien määrän. Lokianalyysialustalla, joka on suunniteltu käsittelemään suuria määriä dataa, voidaan kerätä ja tallentaa raakalokitiedostoja useista yritysjärjestelmistä jopa useita satoja gigabittejä päivittäin (Nelson 2020).

Antureilla ja sensoreilla mitataan päivittäin fyysisiä tietoja, jotka muutetaan ja tallennetaan myöhemmin luettavaksi dataksi. Sensoreilla kerättävää dataa voivat olla muun muassa ääniaallot, värinä, paine, lämpötila jne. Tiedot siirretään keräyksen jälkeen langallisesti tai langattomasti tiedonkeruupisteeseen. Sensorit digitaalisissa laitteissa ovat yleistyneet digitalisaation ja IoT-laitteiden myötä. Mobiililaitteiden yleistyttyä ja niiden toimintojen monimutkaistuttua sensoreilla kerättävä data on laajentunut entisestään. Mobiililaitteet voivat hankkia muun muassa maantieteellistä sijaintitietoa paikannusjärjestelmien kautta, äänitietoja mikrofونien kautta, kuvia, videoita, katumaisemia, kaksiulotteisia viivakoodeja ja muuta multimediatietoa kameroiden kautta. Lisäksi mobiililaitteet kykenevät havaitsemaan käyttäjän eleitä ja muuta kehon kielitietoa kosketusnäyttöjen ja painovoiman antureiden avulla. Vuosien varrella langattomat operaattorit ovat parantaneet langattoman Internetin palvelutasoa hankkimalla ja analysoimalla tällaista tietoa. Esimerkiksi iPhone itsessään on "mobiilivakooja". Se voi kerätä langattomia tietoja ja maantieteellisiä sijaintitietoja ja lähettää nämä tiedot takaisin Apple Inc:lle käsittelyä varten. Applen lisäksi älypuhelin käyttöjärjestelmät, kuten Googlen Android ja Microsoft Windows Phone, voivat myös kerätä tietoja samalla tavalla. (Chen et al. 2014, s. 26)

Hakurobotit eli tietokantaohjelmat tuottavat suuria massoja tietoa verkkosivuista ja niille tehdyistä hauista. Hakurobotin toiminta perustuu webin palvelimissa olevien verkkosivujen indeksointiin ja niiden sisältämien tiettyjen kenttien tallentamiseen. Tällaista tietoa voidaan pitää tiedonkeruun alkukohteena. Esimerkiksi valmistaja saattaa haluta

seurata markkinoiden suuntauksia ja paljastaa asiakkaiden todelliset asenteet luottamatta jälleenmyyjän kuukausiraportteihin. Hakurobotin toimintaan perustuvan työkalun avulla yritys voi kerätä valtavan datamäärän muun muassa tuotekuvauksista vähittäiskauppiassivustoilla, asiakasarvosteluista ja palautteesta jälleenmyyjien verkkosivustoilla. (Fedak 2018)

3.3 Big datan tallentaminen ja analysointi

Big datan tallentamiseen tarvitaan massiivinen tallennusjärjestelmä, koska sen tulee pystyä tallentamaan todella suuria määriä dataa niin, että tallennusinfrastruktuuri kykenee edelleen lukemaan tallennettua dataa. Laitteiston tulee kyetä myös tekemään tallennustilaan mahdollisia kyselyitä, jotta datan analysointi olisi mahdollista. Big datan vaatima tallennusinfrastruktuuri koostuu yleensä laitteistoinfrastruktuurista sekä useista tallennusmekanismeista. Suuri osa tallennusmekanismeista ei kuitenkaan pysty vastaamaan big datan tuomiin haasteisiin. (Chen et al. 2014, s. 2).

Big datan tallentamisessa ja analysoinnissa kaksi yleistä lähestymistapaa ovat rinnakkaiset tietokantajärjestelmät (RDBMS) ja MapReduce-pohjaiset järjestelmät. (Ho 2017, s.7). Suurien datamäärien tallentamismahdollisuudet kehittyvät koko ajan ja koska tällaiset suuret massadatat ovat yleistyneet, on yhdeksi tärkeäksi näkökulmaksi muodostunut myös itse tallennuskustannukset, jotka voivat nousta todella suuriksi. Itse tietojen tallennuskustannukset ovat monien internet yritysten pääkustannuksia (Chen et al. 2014, s. 33).

Datan analysointi on viimeisin ja tärkein vaihe big datan arvonluonnissa (Chen et al. 2014, s. 55). Arvonluonnilla tarkoitetaan sitä, että muutettaessa data informaatioksi, voidaan siitä saada hyötyä ja näin ollen se luo arvoa hyötyjilleen. Data analytiikka itsessään on määritelty kohdassa ”Lyhenteet ja keskeiset käsitteet”. Suurillakaan datamäärillä ei kuitenkaan ole sinällään arvoa, ennen kuin ne muutetaan analyysin avulla ymmärrykseksi (Datatiede 2020).

Tarkastellaan seuraavaksi, miten big data -analytiikka eroaa pienempien datamäärien analysoimisesta. Big data -analytiikka on joukko menetelmiä, jotka on kehitetty nimenomaan suurten, heterogeenisten ja liikkuvien datojen analysointiin. Tilastollinen analyysi on termi, jonka käyttö ja suosio on vakiintunutta ja siinä käytetyt menetelmät ovat osittain perustana monille big data -analytiikan menetelmille. (Aunimo 2017) Tilastollisessa analyysissä valitaan ensin tilastollinen malli sekä määritellään ennestään tiedossa olevat ja tiedostamattomat muuttujat. Tämän jälkeen mallia sovitetaan käsillä olevaan dataan ja

pyritään estimoimaan eli arvioimaan mallin parametrit. Tämä eroaa big datan analysoinnista siten, että sen analysointi aloitetaan tutustumalla itse dataan avoimin mielin. (Pier-son & Porway 2017) Toinen suuri ero tilastolliseen analytiikkaan nähden, big datan analysoinnissa otetaan huomioon koko datajoukko, eli populaatio. Big datan perusfilosofiana pidetään sitä, että palveluiden ja prosessien digitalisoitumisen takia, sillä pyritään yhä enemmän hyödyntämään muuten käyttämätöntä dataa (Aunimo 2017). Big datan analysoinnissa pyritään siis hyödyntämään koko datajoukkoa, eikä vain pientä osaa siitä.

Big datan analysointi on tekniikan ja käytettävyyden kannalta vaikeampaa sen vaatiman muistin ja laskentatehon vuoksi (Ahmed & Pathan 2019). Big datan analysointia ei välttämättä pystytä tekemään edes tilastollisia ohjelmistoja varten pystytetyillä palvelimilla, sillä niiden prosessointikyky ja keskusmuisti eivät riitä (Aunimo 2017).

Big data voi olla hyvin heterogeenista ja se voi koostua useasta eri lähteestä ja sisältää useaa erityyppistä dataa. Tätä korostaa myös big datan viiden V:n määritelmässä sen monimuotoisuus. Tämän piirteen takia, big datan analysoinnissa tärkeäksi osaksi nousee sen esikäsittely sellaiseen rakenteelliseen muotoon, jossa sen analysointi on mahdollista. Tämä eroaa tilastollisesta analyysistä siten, että prosessi on paljon monimutkaisempi ja pidempi. Tilastollinen analyysi alkaa vasta sitten, kun data on hyvin strukturoitua eli järjestettyä.

Aunimo (2017) esittää big data -analytiikkaan lisäksi vielä yhden näkökulman, joka eroaa normaalista data- ja tilastoanalytiikasta. Big data on usein nopeasti päivittyvää (viiden V:n mallissa "Velocity"), jonka vuoksi analyysin tulee valmistua reaaliaikaisesti tai hyvin lyhyellä viiveellä. Lyhyellä viiveellä tarkoitetaan tässä tapauksessa minuutteja. Tilastollinen analyysi toteutetaan usein staattiselle joukolle, joka ei itsessään muutu. Tällöin analyysin valmistumisella ei ole kiire ja se tehdään vain kerran. Hu (2017, s. 6) vahvistaa, että big datan analysointijärjestelmissä tärkein vaatimus on kyselyvastaus nopeus.

3.4 Big datan hyödyntäminen

Tiedonhankinta on ollut analytiikan tavoitteena aina, mutta big datan mukanaan tuomat johtamishaasteet ja liiketoimintamahdollisuudet ovat kasvattaneet sen merkitystä. Jotta big dataa voidaan hyödyntää, pitää massadatastrategian laatiminen aloittaa organisaation massadatan tunnistamisesta ja priorisoinnista. (Antikainen et al. 2016) Aiemmissä kappaleissa esitellyt teknologiset innovaatiot ovat kasvattaneet mahdollisuuksia big datan hyödyntämisessä, mutta samalla esitetyt big dataan liittyvät haasteet, kuten analysointiin vaadittava laskentateho tai massadatan tallentaminen, ovat kuitenkin läsnä. Eri-tyisesti big datan keruun mahdollistuminen digitalisaation myötä nostattaa väkisin halun

hyödyntää muuten pimentoon jäävää dataa. Big datan ja tuotekehityksen parissa työskentelevät usein sellaiset henkilöt, jotka kuuluvat organisaatiossa dataintensiivimpään osaan, ja jotka tuntevat uusimmat työkalut, osaavat rakentaa ja seurata tuotekokeiluja ja eivät pelkää epäonnistumisia (Davenport 2014). Antikainen et al. (2016) tiivistävät big datan hyödyntämisen alkutaipaleen, eli tiedonkeruun seuraavasti: ”Tiedonhankinta toimii, kun sitä tukee rohkea kokeilukulttuuri ja lupa epäonnistua.”

Big data tulee kasvamaan yhdeksi merkittävimmistä kilpailuedun tuottajista. Yritysten on kuitenkin kyettävä kohdistamaan resurssinsa, kykynsä ja saatavilla oleva tekniikka oikein, jotta big datan hyödyt olisivat optimaaliset. Yritysten tulee kyetä integroimaan tietojaan useista eri lähteistä ja usein kolmansilta osapuolilta. (Manyika 2011) Tietojen integrointi voi kuitenkin vaatia suuriakin muutoksia organisaation sisäisessä rakenteessa, jonka seurauksena joudutaan pohtimaan asioita uudesta näkökulmasta. Järjestelmien päivittäminen ei ole halpaa sekä siihen liittyy usein epäonnistumisen riski. Voi olla järkevämpää ja kustannustehokkaampaa esimerkiksi ottaa käyttöön aivan uusi järjestelmä, joka tukee samalla big datan käsittelyä.

Big datan hyödyntämiselle liiketoiminnassa on useita mahdollisuuksia. Uudet tuotteet ja palvelut ovat kenties kunnianhimoisin massadatan sovellus. Verkkopalveluyritysten uudehkot innovaatiot kuten Googlen sosiaalisen median alustat, esimerkiksi Facebook ja LinkedIn, ja niiden käyttämät suositusalgoritmit perustuvatkin jo big datan soveltamiseen. Lisäksi muun muassa käyttäjien mukaan räätälöidyt palvelut ja oppivat järjestelmät ovat hyviä big datan hyödyntämiskohteita. Big datan hyödyntäminen tuotekehityksessä vaatii sille perustetun massadataympäristön ja toimintamallin perustamisen. Hyvänä esimerkkinä tällaisesta ympäristöstä toimivat muun muassa älykaupunginosat, kuten Helsingin Kalasatama. Viimeisempänä mainittakoon big datan hyödyntäminen paremmassa päätöksenteossa. Päätöksenteon kehittäminen on ollut tiedon hyödyntämisen ja data-analytiikan tavoite jo teollistumisen alkua ajoista lähtien. Big datan yleistyttyä ja teknologioiden kehittyttyä on datan kokoaminen ja analysointi ollut mahdollista entistä suuremmista ja järjestäytymättömmistä kohteista. Päätöksenteon tukena big datan sovelluksien hyödyntämiselle ei ole rajaa, mutta esimerkiksi sensorien tuottama reaaliaikainen data kaupungin infrastruktuurin kestävydestä tai asiakaspalveluprosessien seuraminen verkkopalvelujen klikkausten analysoinnin avulla voi johtaa parempaan päätöksentekoon. (Antikainen et al. 2016)

4. TUOTEKEHITYS

4.1 Tuotekehitys yleisesti

Tässä työssä tuotteilla tarkoitetaan mitä tahansa tuotetta tai palvelua, jonka on tarkoitus tuottaa arvoa käyttäjilleen. Käyttäjien kokema arvo voi muodostua useista eri tekijöistä ja käyttäjän arvoksi luokittelemat asiat voivat vaihdella mieltymysten, kokemusten ja tarkoituserien mukaan. Tuotekehityksen tarkoituksena on parantaa tuotetta siten, että se luo entistä enemmän arvoa käyttäjilleen. Arvon kohentumisen tai sen ennallaan pysymisen myötä seuraukset voivat vaikuttaa kaikkiin välillisesti tai välittömästi tuotteeseen liittyviin sidosryhmiin. Tuotekehitys voidaan jakaa kahteen näkökulmaan, käyttäjänäkökulmaan sekä yrityksen näkökulmaan. Käyttäjän näkökulmasta tuotekehitys sisältää tuotteen uuden toiminnallisuuden tai ominaisuuden kehittämisen ja julkaisun, jolla pyritään luomaan asiakkaalle lisäarvoa uusilla ratkaisuilla. Yrityksen näkökulmasta tuotekehitys sisältää selvitystä, suunnittelua, valmistusta ja markkinointia sekä myyntiä, jolla pyritään julkaisemaan uusi tuote tai tuotteen ominaisuus hyödyntäen käytössä olevia resursseja. (Andreasen et al. 2015, s 21)

Tuotekehityksen ja tuotesuunnittelun prosessit sisältävät osittain samanlaisia vaiheita, mutta ne voidaan kuitenkin käsittää eri prosesseiksi. Tuotekehitys on jatkuva prosessi tuotteiden tai palveluiden kehittämisestä yrityksen strategisten ja visuaalisten päätösten mukaisesti, kun taas tuotesuunnittelu voidaan rajata tietyn ajanjakson sisälle. Kahn (2011, s. 3) mukaan tuotesuunnittelu on visioinnin, käsitteellistämisen, kehittämisen, tuottamisen, testaamisen, kaupallistamisen, ylläpidon ja hävittämisen prosessi, jolla organisaatio pyrkii tyydyttämään asiakkaiden tarpeita. Li (2015) mukaan tuotesuunnittelu on iteratiivinen ja monimutkainen päätöksentekoprosessi. Prosessi alkaa tarpeiden tunnistamisella ja siinä pyritään etsimään ratkaisuja tiedostettuihin ongelmiin.

Tuotesuunnittelusta voidaan eritellä konseptisuunnittelu. Konseptisuunnittelu on kehittynyt, kun on syntynyt tarve siirtyä teknologia- ja tuotantolähtöisestä suunnittelusta tarve- ja asiakaslähtöiseen ajatteluun. (Tuulaniemi 2011, s. 97) Tässä työssä konseptisuunnittelua tarkastellaan erityisesti työn määrittelemän tuotekehityksen näkökulmasta. Näin ollen konseptisuunnittelulla tarkoitetaan innovaatioiden ja ratkaisuiden yhdistämistä, jonka seurauksena syntyy jokin tuote.

4.2 Tuotekehitys tuotteen elinkaaren hallinnassa

Tuotteen elinkaaren hallinta, eli ”product lifecycle management” (PLM) on syntynyt 2000-luvun alkupuolella helpottamaan tietointensiivisten prosessien hallintaa. PLM koostuu pääasiassa markkina-analyysistä, tuotesuunnittelusta, prosessikehityksestä, tuotteen valmistuksesta, jakelemisesta, tuotteen käyttöajasta, huollosta ja tuotteen käytön poistamisesta. Kuten tuotteen elinkaaren hallinta nimellään antaa ymmärtää, sen avulla yritys pystyy hallinnoimaan tuotetta sen eri elinkaaren vaiheissa. Tuotteen elinkaaren hallinnalla on positiivisia vaikutuksia tuotteen suunnitteluun, kehittämiseen ja kulujen hallintaan. (Li 2015) Stark (2011, s. 1) toteaa, että tuotteen elinkaaren hallinnan tarkoitus on lisätä tuotteen tuottoja, vähentää tuotteisiin liittyviä kustannuksia, maksimoida tuoteportfolion arvo ja maksimoida nykyisten ja tulevien tuotteiden arvo sekä asiakkaille että osakkeenomistajille.

PLM voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen. Beginning of life (BOL) vaihe käsittää tuotteen konseptin kehittämisen ja suunnittelun ja myöhemmin tuotteen fyysisen toteutumisen. Middle of life (MOL) on vaihe, jossa tapahtuu tuotteen jakelu, käyttö ja mahdollisesti tuotteeseen sisältyvät huolto ja kunnossapito palvelut. End of life (EOL) vaiheessa valmistaja hävittää tai kierrättää tuotteen. (Li 2015)

4.2.1 Asiakkaan ääni tuotekehityksessä

Tuotekehitys on osa jokaista vaihetta tuotteen elinkaareissa. Se miten tuotekehitys näkyy ja miten sitä toteutetaan, riippuu suuresti ympäristöstä sekä elinkaaren vaiheesta. Asiakkaan rooli tuotekehityksessä nousee yhdeksi merkittäväksi tekijäksi lähes koko elinkaaren aikana. Jos ymmärretään asiakkaan tarpeet ja halut, voidaan luoda markkinoille kilpailukykyinen asetelma, jonka seurauksena syntyy menestyvä tuote. Kahn (2012, s. 8) väittää, että tätä ajatusmaailmaa tukee jokainen tutkimus onnistuneen tuotteen kehittämisen tekijöistä. Yritysten tulee ymmärtää, että heidän toimintansa määräytyy asiakkaiden mukaan ja että asiakkaiden tarpeiden tunnistaminen on tärkein asiaa tuotekehityksessä (Andreasen et al. 2015, s 21). Rissen (2019) kuitenkin tuo esille sen, että yritysten tulee välttää helposti syntyvää tilannetta, jossa kerätään asiakasdataa vain sen takia, että se on mahdollista. Selvitystyö olisi hyvä aloittaa siitä, mihin kysymyksiin halutaan vastauksia ja kuinka paljon dataa niiden vastaamiseen tarvitaan. Suuremman datamäärän kerääminen, kuin on tarpeellista, on turhaa. (Rissen 2019)

Elinkaaren alkuvaiheessa (BOL vaiheessa) tuotteen ideoinnissa parhaat ajatukset tulevat asiakkailta. BOL vaiheessa markkinointiin orientoituneessa tuotekehityksessä kuunnellaan asiakkaiden ideoita ja toiveita siitä, mihin ongelmiin he haluaisivat ratkaisun ja

millainen tuote toisi heille mahdollisimman paljon arvoa. (Kahn 2012, s. 8) Tiedon hankkiminen asiakkailta voi tapahtua monella eri tavalla. Yrityksellä saattaa olla jo entuudestaan asiakaskunta, jolta he voivat kerätä dataa aikaisempien tuotteiden avulla. Toinen vaihtoehto on suunnitella kokonaan uusi strategia asiakkaiden kuuntelemiseen. Asiakkaiden kuunteleminen on tärkeää myös tuotteen suunnittelu vaiheessa. Valitettavan usein tuotteen suunnittelu on keretty jo toteuttamaan ennen kuin selviää, että asiakkailta saatu palaute ei olekaan aivan sellaista mitä oli odotettu (Kahn 2012, s. 8). Asiakkaiden kuuntelemiseen hyödynnettäviä keinoja ovat muun muassa haastattelut, kyselyt ja tarkkailu.

Ennen tuotteen kaupallistamista, on suositeltavaa testata tuotetta tulevilla asiakkailta esimerkiksi prototyypin avulla. Asiakkailta saadaan monenlaista palautetta, kuten tykkäävätkö asiakkaat tuotteesta ja olisiko se sellainen, josta he voisivat maksaa? Tässä vaiheessa tuotteen elinkaarta on vielä mahdollista tehdä suuriakin muutoksia tuotteeseen. Kun tuote on julkaistu ja jaeltu asiakkaille, on siihen tehtävät muutokset huomattavasti kalliimpia ja haastavampia.

MOL vaiheessa yritys voi kerätä asiakkailtaan tietoa siitä toimiiko tuote oikein. Lisäksi tuote itsessään saattaa pystyä keräämään sellaista dataa käyttäjiltään, jota voidaan hyödyntää tuotekehityksessä. Samassa prosessissa tuote kerää tietoa itsestään ja toiminnastaan sen käytön elinkaaren aikana ja lähettää tiedot kehittäjälleen. Näitä tietoja voidaan hyödyntää myös tuotteen huolto- ja ylläpitotoiminnassa. (Li 2015) Myös tuotteen elinkaaren loppuvaiheessa voidaan hyödyntää asiakkaita keräämällä tietoa liittyen esimerkiksi siihen, millainen kokemus tuotteesta asiakkaalle jäi ja onko asiakkailta parannusehdotuksia mahdollista uutta korvaavaa tuotetta silmällä pitäen.

4.2.2 Muu hyödynnettävä data tuotekehityksessä

Jotta tuotteen elinkaaren hallinnalla voidaan saavuttaa hyviä tuloksia, täytyy ensin selvittää, minkälaista dataa elinkaaren hallinnassa voitaisiin hyödyntää, jotta data-analytiikasta olisi myöhemmässä vaiheessa mahdollisimman paljon hyötyä. Big dataan ja siihen liittyvillä tekniikoilla voidaan ratkaista tuotteisiin liittyviä ongelmia. (Li 2015) Kuten aikaisemmin on mainittu, hyödyllisen datan löytäminen voi olla haasteellista. Data, joka ajaa käynnissä olevaa liiketoimintaa eteenpäin, ei aina vastaa oletuksia ja sen tunnistaminen voi olla haasteellista (Roberts & Vani 2020). Lähdetään kuitenkin liikkeelle siitä, millaisia hyödynnettävissä olevia datalähteitä liittyy tuotekehitykseen yleisesti.

Datapohjaisessa liiketoiminnassa voidaan hyödynnettävä data jakaa ulkoiseen ja sisäiseen dataan (Sorescu 2017). Mahdollisuudet hyödyntää erilaisia datalähteitä tuotteen

elinkaaren eri vaiheissa ovat täysin riippuvaisia tilanteesta ja yrityksen tuotteesta. Tietyn tyyppistä dataa voi olla saatavilla vasta kun tuote on päätenyt asiakkaille. Toisaalta mikäli yritys on aiemmin jo toimittanut tuotteitaan asiakasmarkkinoille, voi se hyödyntää osittain tätä aiemmin kerättyä dataa uuden tuotteen kehitysvaiheessa.

Nykypäivän markkina on täynnä datankuluttajia yksityishenkilöistä kansallisiin ja kansainvälisiin yrityksiin. Kuluttajien tarpeiden tyydyttämiseksi yritykset hyödyntävät paljon ulkoisia datalähteitä. (Sorecu 2017) Saatavilla olevat ulkoiset datalähteet vaikuttavat erityisesti yritysten liiketoimintamalleihin, mutta myös sisäiseen tuotekehitykseen ja tuotesuunnitteluun. Saatavilla olevien ulkoisten datalähteiden hyödyntämisellä voidaan saavuttaa parempia päätöksiä tuotekehityksessä. Davenport (2014) mukaan esimerkiksi PROS niminen hinnoitteluyhtiö käyttää hyväkseen ulkoista big dataa. Se kerää kaikille saatavilla olevaa sääennuste tietoa ja syöttää sen algoritmeille, jotka ennustavat sään vaikutuksen eri tuotteiden hinnoille.

Sisäisen datan hyödyntämisessä suurena osana on aiemmassa kappaleessa käsitelty asiakkailta saatavan datan hyödyntäminen. Muita tuotekehityksen kannalta tärkeitä tiedonlähteitä organisaation sisällä voivat olla esimerkiksi yrityksen talouspuolen tai yrityksen tuoteprosessien tuottama data.

Helposti tunnistettavaa dataa voidaan kerätä mittareilla. Mittariksi voidaan kutsua toimenpidettä, jolla kerätään tietoa mittarin määrittelemästä kohteesta tietyllä tavalla. Yrityksillä voi olla käytössä useita mittareita, jotka keräävät erilaista tietoa liiketoiminnasta ja joiden tuottaman tiedon avulla voidaan vaikuttaa itse liiketoimintaan. Mittareiden tavoitteena on tuoda tietoa sekä varmuutta organisaation päätöksentekoon. Esimerkiksi Tampereen kaupungin rakennusvalvonta kerää tietoa mittareilla muun muassa rakennuslupahakemusten käsittelyajoista ja hyväksytyjen rakennuslupien määristä. Mittareilla voidaan kerätä sekä ulkoista että sisäistä dataa. (Houhala 2020)

5. BIG DATA TUOTEKEHITYKSEN TUKENA

5.1 Big data päätöksenteon tukena

Perinteisen pienen datan ja sen analysoinnin ensisijainen tarkoitus on tukea sisäistä päätöksentekoa. Data-analytiikan turvin voidaan perustella päätöksiä, jotka liittyvät liiketoiminnan eri osa-alueisiin. Data voi tarjota vastauksia useisiin kysymyksiin. Mitä tarjouksia asiakkaille tulisi esittää? Mikä saa asiakkaat lopettamaan asiakassuhteensa? Kuinka suuri varaston kapasiteetin tulisi olla ja kuinka tuotteet olisi hyvä hinnoitella? Luovalla ajattelulla myös big data -analytiikka voi tarjota ratkaisuja samoihin kysymyksiin. Big data tarjoaa lisäksi uusia ulottuvuuksia, joiden avulla on mahdollista tarjota asiakkaille entistä enemmän arvoa tuottavia tuotteita tai palveluita. (Davenport 2014)

Big data eroaa suuresti perinteisestä tiedonhallinnasta ja data-analytiikasta. Sen sijaan, että luodaan raportteja tai esityksiä, jotka hyödyttävät sisäistä johtoa päätöksenteossa, big datan asiantuntijat työskentelevät usein asiakkaille suunnattujen tuotteiden ja palvelujen parissa. (Davenport 2014) Syitä sille miksi big datan hyödyt päätöksenteossa ovat erityisesti asiakasprojekteissa voidaan perustella datan synnyn kautta. Kuten aiemmin työssä on mainittu, big dataksi määriteltyä tietoa syntyy ulkoisten lähteiden lisäksi erityisesti tuotteista itsestään. Kuitenkin vaikka big datan hyödyntäminen tapahtuu ensisijaisesti sen ympärillä työskentelevien asiantuntijoiden keskuudessa, voi siihen perustuviin päätöksiin kuitenkin osallistua myös muita asiaan kuuluvia henkilöitä.

Big datalle olennainen datan jatkuvuus tuo haasteita sen käyttöön päätöksenteon tukena. Koska massadatavirratt ovat jatkuvia, täytyy niiden analysointiin keksiä aivan uusia tapoja. Toisin kuin pienempää rajattua dataa, jota on selkeä tutkia ja josta voidaan muodostaa selkeitä johtopäätöksiä, big data päivittyy koko ajan. (Davenport 2014) Reaaliaikaisen päätöksenteon soveltuvuutta tulisi tarkastella täysin tilannekohtaisella tasolla, mutta kuten Davenport toteaa, liittyy siihen erityisiä haasteita (Davenport 2014). Koska big datan analysointi on haastavaa ja tilannekohtaista, on siihen tästä syystä kannattavampaa varautua aikaisessa vaiheessa. Erityisesti tilannekohtaisuus aiheuttaa sen, että big datan mahdollisesta tunnistamisesta, keräämisestä ja hyödyntämisestä olisi hyvä olla tietoinen jo tuotteen tai palvelun suunnitteluvaiheessa. Mikäli Big Datan hyödyntämismahdollisuuksia ei olla suunniteltu, tekee se big data -tekniikoiden sekä big data -analytiikan käyttöönotosta huomattavasti haastavampaa.

5.2 Big datan hyödyntäminen tuotteen elinkaaren aikana

Tuotteen elinkaaren aikana on runsaasti vaihteita, joissa big datalle on selvästi nähtävissä hyödyntämismahdollisuuksia. Tällaisia tuotekehityksessä vastaan tulevia aiheita ovat muun muassa:

- Tuotesuunnittelun laadun ja innovoinnin parantaminen
- Tarkan, laadukkaan ja yksilöllisen tuotteen tarjoaminen
- Tuotevaatimusten tarkka ennustaminen.

Seuraavat kappaleet käsittelevät tarkemmin millaisia mahdollisuuksia big datan hyödyntämisessä olisi tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Nämä kappaleet pyrkivät esittämään muutamia todellisia esimerkkitapauksia, mutta tuovat esille myös kuvitteellisia ehdotuksia erilaisista hyödyntämismahdollisuuksista.

5.2.1 BOL-vaihe

Tuotekehityksen alkuvaiheessa, jossa toteutetaan markkina-analyysia, on huomioitava kaksi tärkeää asiaa: asiakkaiden ja asiakastarpeiden tunnistaminen. (Li 2015) Voidaan kuvitella tilanne, jossa asiakaskunta sekä tuotetarjonta on laaja. Sopivien asiakkaiden yhdistäminen heille sopiviin tuotteisiin, tai kokonaan uuden tuotteen kehittäminen uudentyyppisille asiakkaille vaatii tutkimustyötä. Li (2015) esittää kolme tärkeää huomiota asiakkaiden tunnistamisessa ja heidän tarpeiden kartoittamisessa. Asiakkaiden historiatietojen analysointi, kuten millaisia tuotteita he ovat ennestään käyttäneet. Toisena tulee huomioida data mahdollisista yrityksen tuottamista kyselyistä ja markkinatutkimuksista. Kolmas vaihe on tutkia asiakkaiden internet käyttäytymistä, jossa erityisesti big datasta on hyötyä. Big datan avulla voitaisiin muun muassa tutkia mahdollisten asiakkaiden internet käyttäytymistä verkkopalvelimien tuottaman datan kautta. Tällainen data voi olla esimerkiksi sellaista, josta paljastuu millaisilla hakusanoilla he hakevat samankaltaisia tuotteita tai millaiset verkkosivut ovat heille mieluisia. Kimble et al. (2015) vahvistavat, että big datan avulla saatetaan saada tietoon asioita, joita muuten olisi mahdotonta saada, kuten tietoa asiakkaiden omista ostamisprosesseista.

Tuotesuunnittelun konseptivaiheessa on tavoitteena saada yksityiskohtainen kuvaus tuotteesta. Konseptivaiheella on merkittävä vaikutus tuotteen kustannuksiin, suorituskykyyn, luotettavuuteen, turvallisuuteen ja sen ympäristövaikutuksiin. Konseptisuunnittelussa Big Datalla ja siihen liittyvillä tekniikoilla on paljon potentiaalia. (Li 2015) Internetin ja verkkotekniikoiden pohjalta on esitetty erilaisia tekniikoita ja työkaluja, joiden tarkoituksena on esittää sopivia ratkaisuja konseptisuunnittelussa syntyneen spesifikaation

täyttämiseksi. Big datan hyödyntämiskohteita voisivat olla muun muassa muiden tuotteiden ja mahdollisten tuoteperheiden suunnittelun jakaminen alustapohjaiseen tuotekehitykseen, tuotekohtaiseen suunnitteluun liittyvä päätöksentekoa helpottava tietohallintajärjestelmä ja sen perustaminen tai verkkopohjainen päätöksentekotyökalu, joka tukisi ja selventäisi moninaisten tuotevaatimusten täyttymistä (Caldwell et al. 2000; Wang et al. 2002; Jiao et al. 2007). Kaikki edellä mainitut esimerkit perustuvat tietokanta- ja tiedonhallintajärjestelmiin. Tällä hetkellä tällaisia järjestelmiä on käytössä tuotekehityksessä, mutta tulevaisuudessa Li (2015) uskoo, että suunnittelutietovarastot tulevat kasvamaan niin suuriksi, että niiden hyödyntämiseen tehokkaasti tullaan tarvitsemaan big data -teknologioita.

Yhdeksi kriittiseksi tekijäksi tuotekehityksessä muodostuu itse tuotteen testaus ennen sen julkaisemista. MOL-vaiheessa testauksen toteuttaminen siirtyy monissa tapauksissa suurimmaksi osaksi asiakkaille ja tuotteen käyttäjille. MOL-vaiheessa testausdata siirtyy edelleen tuotekehittäjälle, mutta kustannusten kannalta on kuitenkin toivottavaa kohdata mahdolliset testauksessa ilmenevät ongelmat jo ennen julkaisua. Tästä syystä tuotteiden testaus ennen julkaisua yleistyy koko ajan. Teknologioiden kehittymisen myötä testausta suoritetaan koko ajan enemmän automatisoiduissa ympäristöissä. Automatisoidut testausympäristöt tuottavat valtavia määriä dataa. Big data voi tarjota mahdollisuuksia käsitellä näitä valtavia datamääriä tulevaisuudessa. Esimerkiksi ilmailu- ja avaruusteollisuudessa ollaan saavuttamassa tilanne, jossa testauksen tuottamien suurien datamäärien visualisointi ei ole enää mahdollista. Big data -teknologioita voidaan tulevaisuudessa soveltaa näiden valtavien testidata massojen arvioimiseen. (Li 2015)

5.2.2 MOL-vaihe

Big data -analytiikan teknologiat mahdollistavat esimerkiksi uusien strukturoimattomien tietolähteiden hyödyntämisen. Esimerkiksi United Healthcare, suuri sairausvakuutusyhtiö, kehittää asiakastytyvyyttään tallentamalla asiakkaiden puheluita puhelinvastaanottoon. Ennen puheluiden sisältämää dataa ei voitu hyödyntää täysin, mutta nykyään United Healthcare muuttaa puhelun äänen tekstiksi ja analysoi tietoja tietojenkäsittelyohjelmalla. Tietojenkäsittelyohjelman avulla voidaan puhelusta tunnistaa asiakkaita, jotka käyttävät voimakkaaseen tyytymättömyyteen viittaavia termejä. Tämän ansioista United Healthcare pystyy paremmin tutkimaan asiakastytymättömyyksen syitä. (Davenport 2014). United Healthcare esimerkissä voidaan havaita, että big datan tuomat mahdollisuudet voivat avata uusia ovia ja näkökulmia datan hyödyntämisessä. Esimerkissä big data avasi uuden mahdollisuuden kehittää yrityksen palvelua hyödyntämällä sellaista dataa, joka heillä on ollut jo aiemmin saatavana, mutta jota ei olla voitu täysin hyödyntää.

Asiakaspalveluprosessin parantamisella voidaan saavuttaa parannuksia tuotekehityksen osalta. Asiakasarvo muodostuu tuotteen lisäksi myös tuotteeseen välillisesti vaikuttavista asioista ja niistä syntyvistä mielikuvista. Näin ollen myös muut asiat, kuin tuote itse, vaikuttavat tuotteen luomaan arvoon. Esimerkiksi tuotteen mukana toimitettava käyttöohje, voi vaikuttaa asiakaskokemukseen. Epäselkeä ja vaikeasti ymmärrettävä tuoteselostus tai käyttöohje voi laskea tuotteen arvoa. Usein tuotteen viallisen toiminnan tai väärinkäytön taustalla on epätietoinen käyttäjä. Nykypäivän trendien ja mahdollisuuksien ohjaamana tuotteen käyttöohjeet yms. ovat luonteeltaan yksi-yhteen-mallin kaltaisia, eli ne ovat samat jokaiselle tuotteen käyttäjälle. Perinteisillä tekniikoilla on haasteellista luoda käyttäjän mukaan soveltuvia käyttöohjeita, mutta big data -teknologioiden avulla, tämä voisi olla mahdollista. Massadatan nopealla analysoinnilla voitaisiin saavuttaa sellainen informaatio, jonka perusteella asiakkaat voitaisiin huomioida henkilökohtaisella tasolla paremmin ja muun muassa esimerkkitapauksessa toimittaa asiakkaille tuotteen mukana henkilökohtaisesti räätälöityjä käyttöohjeita. (Li 2015)

Kuten BOL-vaiheen käsittelyssä todettiin, tuotteen testaus siirtyy MOL-vaiheessa asiakkaille. Tuotteen ylläpitoon, huoltoon ja parantamiseen voidaan käyttää asiakkailta saatavaa dataa. Tuotteiden välityksellä voidaan kerätä monin eri keinoin dataa. Liittyen big dataan, esimerkiksi RFID-tekniikoiden avulla voidaan tuottaa suuria määriä RFID-yhteensopivaa dataa. Tämän datan hyödyntämisessä tulee väistämättä tarve käyttää big data tekniikoita. Tällaisen datan avulla voidaan reaaliaikaisesti seurata muun muassa tuotteen laatua. (Zhong et al. 2014)

5.2.3 EOL-vaihe

Tuotteen elinkaaren loppuvaiheessa, tuote hävitetään. Tuotteiden kierrättäminen on kasvattanut suosiotaan viimevuosien aikana. Erityisesti viimevuosikymmenen aikana elektronisten tuotteiden hävittäminen on kerännyt paljon huomiota. Tavoitteena on vähentää tuotteiden negatiivisia vaikutuksia ympäristöön ja ihmisiin niiden hävittämisen jälkeen. Jätteet on käsiteltävä, hävitettävä, kierrätettävä tai tarvittaessa korjattava. (Dat et al. 2012)

Kun tuotteiden hävittäminen tulee ajankohtaiseksi, suurin osa tuotteista sisältää kuitenkin vielä osia, joiden maksimi elinikä ei olla saavutettu. Jotta voidaan päättää mitkä osat hävitetään ja mitä osia voi edelleen käyttää, tulee tuotteen osille tehdä arvio niiden kunnosta. Ennakointiprosessi ei ole helppoa, mutta big datan avulla prosessissa voidaan hyödyntää tuotteen elinkaaren aikana kerättyä muuta dataa. Hyödynnettävää dataa voisi olla esimerkiksi tuotteen huoltohistoriatiedot ja tarkka komponenttitunnistus (esimerkiksi RFID-teknologioita hyödyntäen). (Li 2015)

Kun tuotteen komponenttien jäljellä oleva elinikä on onnistuttu arvioimaan, voidaan tuote saada vielä käyttöön vaihtamalla joitain osia. Uusi käyttökohde voi olla jopa aivan erilainen, mitä tuotteelle oli alun perin tarkoitettu. Big datan hyödyntämismahdollisuudet tuotteen kierrättämisessä voivat liittyä muun muassa kierrätysmahdollisuuksien tai uudelleenkäytön kartoittamiseen. Esimerkiksi tuotteen tilaa voidaan käyttää tämän arvioinnin perusteena. (Jun et al. 2009)

6. YHTEENVETO

6.1 Päätelmät

Riippumatta siitä, onko big datan käyttökohde sisäinen päätöksenteko, innovaatiot tai tuotteet, maksavat siihen investoidut resurssit itsensä takaisin analysoinnin kautta syntyneinä oivalluksina, tuotteina ja palveluina, joiden arvo on noussut. Ei ole epäilystäkään siitä, etteikö big data -analytiikka voisi kasvattaa organisaatioiden ja yritysten, jotka ymmärtävät massadatan mahdollisuuksien laajuuden, arvoa. (Davenport 2014). Tutkimus tuo esille moneen kertaan sen, että big datan hyödyntäminen on vielä kehityksensä alkuvaiheessa. Sen ympärille muodostuvat mahdollisuudet ovat luonteeltaan sellaisia, että niiden löytämiseksi tulee ympäristöä tarkastella todella avoimin silmin. Mikäli onnistutaan esittämään oikeat kysymykset ja soveltamaan big dataa sille potentiaalisessa ympäristössä, voivat tulokset olla todella hyviä.

Kuten luvussa viisi esiteltiin, on big dataa mahdollista hyödyntää riippumatta tuotteen elinkaaren vaiheesta. Yhdeksi suurimmaksi big datan hyödyntämiskohteeksi tuotekehityksessä nousi asiakkailta saatavan datan jalostaminen ja hyödyntäminen. Asiakkailta saatavaa dataa pystytään hyödyntämään jokaisessa tuotteen elinkaaren vaiheessa. Lisäksi asiakaslähtöinen tuotekehitys on nostattanut viimevuosikymmenten aikana suosioon. Asiakasmarkkinoilta uskotaan löytyvän todella paljon potentiaalia datan keräämisen ja hyödyntämisen osalta. Toinen suuri big datan hyödyntämiskohde liittyy muuhun ulkoiseen saatavilla olevaan dataan. Tällaisen datan tunnistaminen ja sen hyödyntäminen big datan avulla on merkittävässä osassa reaaliaikaisen markkinatilanteen ymmärtämistä ja kilpailukyvyn ylläpitämistä.

Big datan hyödyntäminen kuitenkin kannattaa suunnitella mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta big data teknologioiden käyttöönotto ja niihin liittyvät prosessit sujuvat mahdollisimman vaivattomasti. Koska big datan käyttö vaatii tietotekniikalta runsaasti laskentatehoa ja muistia sekä asiantuntijoiden osallistumista työskentelyyn, voidaan todeta, että sen hyödyntäminen tulee aiheuttamaan paljon kustannuksia. Ennalta arvaamattomia kustannuksia voi syntyä paljon ja niiden vähentäminen on kriittinen tekijä kaikessa liiketoiminnassa. Etukäteen ja hyvin suunniteltu big data -strategia auttaa kustannusten hallinnassa ja mahdollisesti myös nopeuttaa big datasta saatavan hyödyn syntymistä.

Tutkimuksessa tutkittiin myös big datan merkitystä päätöksenteossa. Lähdemateriaalin perusteella voidaan todeta, että big datalla on suuri potentiaali tuottaa sellaista tietoa ja

arvoa, millä voidaan tukea päätöksentekoa. Tuotekehityksen kannalta big datan hyödyt esiintyvät oivalluksina, uusina vaihtoehtoina ja näkökulmina. Hyödyt eivät aina suoraan vaikuta päätöksentekoon, mutta sen tuottaman tiedon pohjalta syntyvät ajatukset voidaan perustella big datan avulla. On myös tilanteita, joissa big datan avulla voidaan perustella jo aiemmin harkinnassa olleita päätöksiä liittyen tuotteeseen tai palveluun.

6.2 Tulosten arviointi ja jatkotutkimusmahdollisuudet

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää, kannattaako big dataa hyödyntää tuotekehityksessä. Työssä pyrittiin vastaamaan päätutkimuskysymykseen niin, että päätelmät olisivat voimassa mahdollisimman monissa eri tilanteissa. Lähestymistavan vuoksi työssä ei lähdetty hyödyntämään suuria case-esimerkkejä, vaan lähteiksi pyrittiin poimimaan sellaisia tutkimusaineistoja, joiden avulla yleisnäkemyksellinen tutkimus pystyttiin suorittamaan. Työssä onnistuttiin vastaamaan päätutkimuskysymykseen hyvin ja työn päätelmät olivat odotusten mukaisia.

Työssä oli tarkoituksena tutkia myös big datan kannattavuutta muun muassa vertaamalla siihen käytettävien resurssien ja sen tuottaman hyödyn suhdetta. Tähän alatutkimuskysymykseen on kuitenkin erittäin vaikea vastata, sillä big datan tuottama hyöty ja siihen tarvittavat resurssit vaihtelevat todella suuresti tilanteen mukaan. Aiheen mahdollinen jatkotutkimus olisi helpompi keskittää johonkin tiettyyn alaan tai käyttökohteeseen. Tutkimus kuitenkin vastaa siihen, että big datalla saavutettava hyöty tuotekehityksessä, on luonteeltaan sellaista, mitä on muuten lähes mahdotonta saavuttaa. Tuotekehityksellä pyritään saamaan kilpailuetua ja taistelemaan markkinaosuuksista. Näille asioille voi olla vaikea muodostaa arvoa, mutta niin on myös big datalle, koska sen tuomaa arvoa ei voida havainnollistaa ilman, että se olisi koettu.

Toinen jatkotutkimusmahdollisuus olisi selvittää, millaisia big data teknologioita nykypäivänä on olemassa ja missä tilanteissa niitä on hyödynnetty. Tutkimuksen aikana tuli esille useita tilanteita, joissa maailman johtavat ja suurimmat yhtiöt olivat hyödyntäneet big dataa. Big datan hyödyntäminen on heille mahdollista, sillä heillä on valmiiksi käytössään mm. suuria palvelimia ja lähes loputtomasti resursseja. Näin ollen erityisesti pienempien yhtiöiden todellisia big datan hyödyntämismahdollisuuksia, olisi mielenkiintoista selvittää. Tällä hetkellä kuitenkin teknologia on vielä siinä vaiheessa, että tarpeeksi suuria palvelinkeskuksia big datan käytön mahdollistamiseksi, ei ole kaikille saatavilla.

Kolmas jatkotutkimusmahdollisuus liittyy yleisemmin big dataan, kuin itse tuotekehitykseen. Big dataan liittyviä haasteita on selvästi tällä hetkellä paljon. Tällaisia haasteita voivat olla muun muassa datan säilyttämismahdollisuudet, turvallisen datankäsittelyn

haasteet sekä datan analysointiin ja visualisointiin liittyvät haasteet. Koska big data ja siihen liittyvät teknologiat kehittyvät valtavaa vauhtia, voi näiden aiheiden tutkiminen ja saadut vastaukset vanhentua hyvinkin nopeasti. Kuitenkin haasteiden tarkempi ymmärtäminen edesauttaa kehityksen jatkumista.

LÄHTEET

- Ahmed, M. & Pathan, A.-S. K. (2019). *Data analytics: concepts, techniques and applications*. Boca Raton. CRC Press/Taylor & Francis Group.
- Andreasen, M.M., Hansen, C.T. & Cash, P. (2015). *Conceptual Design: Interpretations, Mindset and Models*. Cham: Springer International Publishing.
- Antikainen, J., Eskelinen, J., Kosk, H., Niemi, T., Pajarinen, M., Pyykkönen, S. & de Vries, M. (2016). *Massadatasta liiketoimintaa ja tehokkaita julkisia palveluja*. Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoimikunta. Viitattu 7.11.2020. Saatavissa: https://www.etla.fi/wp-content/uploads/vnk_raportti_2016_16-1.pdf
- Aunimo, L. (2017). "Big data -analytiikka – uusi tapa analysoida dataa vai synonyymi tilastolliselle analyysille?". *Esignals*. Viitattu 19.11.2020. Saatavissa: <https://esignals.fi/kategoria/digitaalisuus/big-data-analytiikka-uusi-tapa-analysoida-dataa-vai-synonyymi-tilastolliselle-analyysille/>
- Awacademy (2019). "Mitä data-analytiikka on ja miten se pyörittää maailmaa?". Viitattu 18.11.2020. Saatavissa: <https://www.awacademy.fi/news/mita-data-analytiikka-on-ja-miten-se-pyorittaa-maailmaa>
- Caldwell, N.H.M., Clarkson P.J., Rodgers, P.A. & Huxor, A.P. (2000). *Webbased knowledge management for distributed design*. *Intell Syst Appl*. Vol. 15(3). pp.40–47.
- Chen, M., Mao, S., Zhang, Y. & Leung, V. C. M. (2014). *Big data related technologies, challenges and future prospects*. Cham: Springer International Publishing.
- Dat, L.Q., Truc Linh, D.T., Chou, S.Y. & Vincent, F.Y. (2012). *Optimizing reverse logistic costs for recycling end-of-life electrical and electronic products*. *Expert Syst Appl*. Vol. 39(7). pp.6380–6387.
- Datatiede (2020). "Mikä datatiede?". Viitattu 19.11.2020. Saatavissa: <https://www.datatiede.fi/mika-datatiede/>
- Davenport, T. (2014). *How strategists use 'big data' to support internal business decisions, discovery, and production*. *Strategy & leadership*. Vol. 42 (4), pp. 45–50.
- Fedak, V. (2018). *Big Data: What is Web Scraping and how to use it*. Towards data science. Viitattu 18.11.2020. Saatavissa: <https://towardsdatascience.com/big-data-what-is-web-scraping-and-how-to-use-it-74e7e8b58fd6>

- Frankenfield, J. (2019). Data Analytics. Investopedia. Viitattu 18.11.2020. Saatavissa: <https://www.investopedia.com/terms/d/data-analytics.asp>
- Gartner (2020). Big Data. Viitattu 7.11.2020. Saatavissa: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data>
- Hayes, A. (2020). Radio Frequency Identification (RFID). Investopedia. Viitattu 23.11.2020. Saatavissa: <https://www.investopedia.com/terms/r/radio-frequency-identification-rfid.asp>
- Houhala, K. (2020). Arvovaaka kehittämistyökaluna. Tampereen kaupunki.
- Hu, F. (2017). Big data: storage, sharing, and security. 1st edition. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- IDC (2020). IDC's Global DataSphere Forecast Shows Continued Steady Growth in the Creation and Consumption of Data. Viitattu 18.11.2020. Saatavissa: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46286020>
- Jiao, J.R., Simpson, T.W. & Siddique, Z. (2007). Product family design and platform-based product development: a state-of-the-art review. *J Intell Manuf.* Vol. 18(1). pp.5–29.
- Jun, H.B., Shin, J.H., Kim, Y.S., Kiritsis, D. & Xirouchakis, P. (2009). A framework for RFID applications in product lifecycle management. *Int J Comput Integr Manuf.* Vol. 22(7). pp.595–615.
- Kahn, K. B. (2012). *The PDMA handbook of new product development.* Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Kahn, K.B. (2011). *Product Planning Essentials, 2nd edition.* Routledge Taylor & Francis Group, London & New York.
- Kimble, M. (2015). Big Data and Business Intelligence: Debunking the Myths. *Global business and organizational excellence.* Vol. 35 (1), pp. 23–34.
- Li, T. (2015). Big Data in product lifecycle management. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology,* Vol. 81(1-4), pp. 667–684.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. & Byers, A.H. (2011). *Big Data: The Next frontier for innovation, competition and productivity.* McKinsey Global Institute. Viitattu 19.11.2020. Saatavissa: <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/ourinsights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>
- McAfee, A. & Brynjolfsson, E. (2012). Big data: The management revolution. *Harvard Business Review.* pp. 61–67.

- Nelson, P. (2020). An Open Source Approach to Log Analytics with Big Data. Accenture. Viitattu 18.11.2020. Saatavissa. <https://www.searchtechnologies.com/blog/big-data-open-source-log-analytics>
- Oracle (2020). "What Is Big Data?". Viitattu 7.11.2020. Saatavissa: <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data.html>
- Pierson, P. & Porway, J. (2017). Data Science For Dummies, 2nd Edition. John Wiley & Sons.
- Rissen, P. (2019) Experiment-Driven Product Development: How to Use a Data-Informed Approach to Learn, Iterate, and Succeed Faster. 1st edition. Berkeley, CA: Apress L. P.
- Roberts, S. & Vani, K. (2020). "How to develop products from a data-driven perspective?". Accenture. Verkkoartikkeli. Viitattu 20.11.2020. Saatavissa: <https://www.accenture.com/us-en/blogs/industry-digitization/how-to-develop-products-from-a-data-driven-perspective>
- Sorescu, A. (2017). Data-Driven Business Model Innovation. The Journal of product innovation management. Vol. 34 (5), pp. 691–696.
- Stark, J. (2011). Product Lifecycle Management. 21st Century Paradigm for Product Realisation. Second edition. London: Springer London.
- Techterms. (2017). RDBMS. Viitattu 19.11.2020. Saatavissa: <https://techterms.com/definition/rdbms>
- Tieteen termipankki. (2020). Raakadata. Viitattu 25.11.2020. Saatavissa: <https://tieteen-termipankki.fi/wiki/Nimitys:raakadata>
- Tuulaniemi, J. 2011. Palvelumuotoilu. Talentum: Hämeenlinna.
- Wang, L., Shen, W., Xie, H., Neelamkavil, J. & Pardasani, A. (2002). Collaborative conceptual design—state of the art and future trends. Comput Aided Des. Vol. 34(13). pp.981–996.
- Wilberg, J. (2017). Big Data in Product Development: Need for a Data Strategy, Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). pp. 1–10.
- Zhong, R.Y., Huang, G.Q. & Dai, Q. (2014). A "Big Data" cleansing approach for n-dimensional RFID-Cuboids. Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD). 8th International Conference On. IEEE. pp. 289–294.