



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ALEKSI OJA
LOHKOKETJUN HYÖDYNTÄMINEN TOIMITUSKETJUSSA

Kandidaatintyö

Tarkastaja: Pasi Hellsten
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
talouden ja rakentamisen tiedekunnan
tiedekuntaneuvoston kokouksessa 9.
toukokuuta 2018

TIIVISTELMÄ

ALEKSI OJA: Lohkoketjun hyödyntäminen toimitusketjussa
Tampereen teknillinen yliopisto
Kandidaatintyö, 27 sivua, 0 liitesivua
Maaliskuu 2018
Teknis-taloudellinen tekniikan kandidaattitutkinto-ohjelma
Pääaine: Tietojohtaminen
Tarkastaja: Pasi Hellsten

Avainsanat: lohkoketju, toimitusketju, hajautettu tietokanta, tiedon jakaminen

Lohkoketju on uusi hajautettua tietokantaa hyödyntävä teknologia, joka on mahdollistanut kryptovaluuttojen syntymisen. Lohkoketju on teknologiana vakuuttava, ja sitä on verrattu jopa internetin syntymiseen. Sen ominaisuudet tekevät teknologiasta poikkeuksellisen läpinäkyvän, varman ja kestävänsä käsitellä tietoa.

Lohkoketjua ei ole paljoa tutkittu finanssialan ulkopuolella. Nyt sen käyttömahdollisuuksia on alettu tutkia muilla aloilla kuten toimitusketjuissa. Toimitusketjut ovat valtavan kilpailupaineen alla nykypäivänä, ja tarvitsevat jatkuvasti uusia innovaatioita toimintansa kehittämiseen. Yksi merkittävimmistä ongelmista on tiedon jakaminen ja hyödyntäminen toimitusketjun osapuolten välillä aina raaka-aineiden hankkimisesta jälleenmyyjiin asti.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että lohkoketjun ominaisuudet voivat ratkaista osan toimitusketjujen haasteista, sekä kehittää toimitusketjujen prosesseja kustannustehokkaammaksi. Teknologiaa on kuitenkin tutkittava lisää, ja odotettava konkreettista näyttöä lohkoketjun toiminasta finanssimaailman ulkopuolelta. Tämän tutkimuksen pääkysymykseen vastaaminen vaatii jatkotutkimusta, jossa selvitetään tarkemmin lohkoketjun teknisiä puolia ja vertaillaan lohkoketjun käyttämistä muihin vaihtoehtoihin.

ALKUSANAT

Tämä kandidaatintyö aloitettiin syksyllä 2017. Työtä oli mielenkiintoista tehdä, vaikka aihe oli haasteellinen. Haluaisin kiittää kaikkia killan ja kellarin opiskelutovereitani, tarkastajaa sekä erityisesti perhettäni ja avovaimoani Tiiaa.

28.03.2018, TAMPERE

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TUTKIMUSMENETELMÄ.....	2
2.1	Teoreettinen tausta ja tavoitteet.....	2
2.2	Tutkimusmenetelmä ja rajaus.....	2
3.	LOHKOKETJU JA SEN OMINAISUUDET	4
3.1	Lohkoketjun määrittely ja sen ominaisuudet	4
3.2	Lohkoketjun käyttö Bitcoinissa.....	6
3.3	Lohkoketjun käyttö finanssimaailman ulkopuolella	8
3.4	Lohkoketjun haasteet.....	9
4.	TOIMITUSKETJU JA SEN HAASTEET.....	10
4.1	Toimitusketjun määrittely ja tiedon jakaminen.....	10
4.2	Toimitusketjun haasteet.....	12
4.2.1	Organisaatioiden haluttomuus jakaa tietoa	12
4.2.2	Sääntely ja tietojen luotettavuus	13
4.2.3	Toimitusketjujen kilpailusta aiheutuvat haasteet	13
4.2.4	Tietojärjestelmien yhteensovittaminen	14
4.2.5	Tietojärjestelmien tietovirheet	14
4.2.6	Tietojärjestelmien tietovirtojen rajapinnat	15
4.3	Toimitusketjujen tiedon jakamisen haasteiden kooste	15
5.	LOHKOKETJUN HYÖDYNTÄMINEN TOIMITUSKETJUN HAASTEISSA ..	17
5.1	Lohkoketjun hyödyntäminen toimitusketjujen haluttomuuteen jakaa tietoa	17
5.2	Lohkoketjun hyödyntäminen sääntelyissä ja tietojen luotettavuudessa	18
5.3	Kilpailusta aiheutuvien haasteiden ratkaiseminen lohkokenetjun avulla	18
5.4	Lohkoketjun hyödyntäminen yhteisen tietojärjestelmän luomisessa	19
5.5	Lohkoketjun hyödyntäminen tietovirheissä ja automaation ongelmassa.....	20
5.6	Lohkoketjun hyödyntäminen tietovirtojen yhdistämisessä.....	20
5.7	Kooste lohkokenetjun hyödyntämisestä toimitusketjujen tiedon jakamisen ongelmiiin	21
6.	YHTEENVETO	23
6.1	Jatkotutkimus ehdotukset	23
7.	LÄHTEET	24

LYHENTEET JA MERKINNÄT

DLT	Distributed ledger technology	Hajautettu, asiakirjaa hyödyntävä teknologia
IOT	Interet of things	Esineiden internet
P2P	Peer to peer network	Vertaisverkko

1. JOHDANTO

Lohkoketju on tunnettu kryptovaluutta Bitcoinin taustalla toimivana teknologiana, joka on hajautettua tietokantaa hyödyntävä teknologia. Käytännössä se toimii jaetun asiakirjan avulla. Lohkoketju on teknologiana vakuuttava, ja sen keksimistä on verrattu jopa internetin syntymiseen. Sen läpinäkyvyys ja luotettavuus ovat nostaneet lohkaketjuteknologian jalustalle viime vuosina. Finanssialaa lukuun ottamatta lohkaketjun hyödyntäminen on ollut vähäistä. Nyt kuitenkin sen käyttömahdollisuuksia muilla aloilla on alettu tutkia, ja uusia startup-yrityksiä on syntynyt myös kryptovaluutta-alan ulkopuolelle.

Tässä tutkimuksessa tutkitaan lohkaketjun hyödyntämistä toimitusketjuissa. Toimitusketjut ovat useiden organisaatioiden yhdessä luomia kokonaisuuksia, joissa tietojen jakaminen on elintärkeää nykyajan kilpaillussa markkinatilanteessa. Lohkoketjun ominaisuudet voivat ratkaista useita erityyppisiä ongelmia, kun tiedon arvo ja merkitys kasvavat vuosi vuodelta kaikilla toimialoilla. Juuri tiedon merkityksen, tiedon jakamisen ja toimitusketjujen kilpailullisen tilanteen johdosta tämä tutkimus voi olla arvokas.

Tutkimus aloitetaan esittelemällä tutkimuksen menetelmä ja taustat, minkä jälkeen määritellään lohkaketju ja sen ominaisuudet tieteellisten lähteiden pohjalta. Lisäksi esitetään sen tämänhetkisiä potentiaalisia käyttökohteita. Seuraavaksi määritetään toimitusketju ja sen tiedonjakamisen ongelmat. Lopuksi esitetään, kuinka hyvin lohkaketjun ominaisuudet vastaavat toimitusketjujen haasteisiin ja miten lohkaketjua voidaan hyödyntää toimitusketjuissa. Tavoitteena on saada tietoa lohkaketjun käyttömahdollisuudesta toimitusketjuissa.

2. TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TUTKIMUSMENETELMÄ

2.1 Teoreettinen tausta ja tavoitteet

Lohkoketju on uusi hajautettua tietokantaa hyödyntävä teknologia, joka on mahdollistanut kryptovaluutta Bitcoinin syntymisen. Lohkoketjuteknologian ominaisuuksien ansiosta kryptovaluutat ovat mullistamassa modernia finanssialaa. Teknologiaa on kuitenkin mahdollista käyttää myös muissa käyttökohteissa, kuten esimerkiksi elektronisissa vaaleissa (Boucher 2016) tai toimitusketjuissa (Mattila, Seppälä, Holmström 2016).

Toimitusketjuilla on suuri kilpailu toisiaan vastaan, ja tästä johtuen niiden on kehitettävä uusia innovatiivisia tekniikoita ja prosesseja, saadakseen kilpailuetua globaalissa markkinatilanteessa. Toimitusketjun toimiessa hyvin, tieto liikkuu tehokkaasti organisaatiosta toiseen koko toimitusketjun kattavasti (Skjøtt-Larsen 2007, s. 104). Jos näin ei ole, voi toimitusketjuun syntyä pahoja pullonkauloja, jolloin arvonaluonti asiakkaalle häiriintyy.

Digitalisaation vaikutuksesta tieto liikkuu nopeasti organisaatioiden välillä. Toimitusketjujen yksiä merkittävimpiä kehityskohteita ovat uudet tietojärjestelmät sekä niiden tehokas hyödyntäminen. Lohkoketjuilla on mahdollisuus luoda kaivattua kilpailuetua toimitusketjuille, samalla parantaen toimitusketjujen organisaatioiden välistä tietovirtaa.

Tässä tutkimuksessa tutkitaan tieteellisten lähteiden pohjalta lohkoketjun ominaisuuksia sekä toimitusketjujen haasteita. Tavoitteena on saada uutta arvokasta tietoa lohkoketjun hyödyntämisestä toimitusketjuissa.

2.2 Tutkimusmenetelmä ja rajaus

Teoreettisen taustan pohjalta voidaan todeta, että toimitusketjut ovat hyvin kilpaillussa asemassa, minkä seurauksena tämän kandidaatintyön tutkimusongelmana on toimitusketjujen kilpailullinen asema ja niiden tarve uusille innovaatioille. Yksi merkittävimmistä kehityskohteista on toimitusketjun tietovirran parantaminen, johon uutta lohkoketjuteknologiaa voidaan mahdollisesti käyttää.

Tässä tutkimuksessa pyritään vastaamaan päätutkimuskysymykseen, joka on:

Voivatko toimitusketjut hyötyä lohkoketjun ominaisuuksista?

Päätutkimuskysymykseen vastataan johdattelevilla alatutkimuskysymysten avulla:

1. Mikä on lohkoketju?
2. Mitkä ovat lohkoketjun ominaisuudet?
3. Mitkä ovat toimitusketjujen yleiset haasteet?

Alatutkimuskysymykseen 1 ja 2 vastataan kappaleessa 3, jossa määritellään lohkoketju ja sen ominaisuudet, sekä kuvataan lohkoketjun käyttökohteita. Kappaleessa 4 määritellään toimitusketju ja vastataan alatutkimuskysymykseen numero 3. Alatutkimuskysymysten vastaamisen jälkeen voidaan vastata päätutkimuskysymykseen kappaleessa 5.

Tässä laadullisessa kirjallisuuskatsauksessa käytetään tutkimusmenetelmänä sisällysanalyysia, joka sopii tähän kandidaatintyöhön, jossa vertaillaan kahta eri teoriaa hajanaisen aineiston pohjalta. Tämän tutkimuksen aineisto koostuu pääosin tieteellisistä lähteistä, jotka kerättiin käyttämällä kahta tieteellistä hakutietokantaa - Scopusta ja Andoria. Tietokantoja käytettiin syöttämällä relevantteja hakulausekkeita, jotka on kuvattu seuraavassa taulukossa:

Taulukko 1 Aineiston hakutulokset

Tietokanta	Hakulauseke	Osumat
Andor	"supply chain" AND "information sharing" AND ("issue"* OR "challenge"*)	22391
Andor	("blockchain" OR "block chain") AND "supply chain"	5584
Andor	"distributed ledger technology" and "supply chain"	552
Scopus	("blockchain" OR "block chain") AND "supply chain"	40
Scopus	"distributed ledger technology"	35
Scopus	"supply chain" AND "information sharing" AND ("issue"* OR "challenge"*)	32

Taulukon 1 hakutuloksista valittiin aineiston tieteelliset artikkelit, jotka liittyivät eniten tutkittuun aiheeseen. Aineiston pohjalta voidaan vastata päätutkimuskysymykseen sekä alatutkimuskysymyksiin. Hakutuloksia ei rajata pois vuosiluvun perusteella, sillä lohkoketju teknologia on hyvin tuore.

3. LOHKOKETJU JA SEN OMINAISUUDET

3.1 Lohkoketjun määrittely ja sen ominaisuudet

Lohkoketju on tuore hajautettua tietokantaa hyödyntävä teknologia, joka on parhaimmin tunnettu Bitcoin virtuaalivaluutan taustalla olevana teknologiana. Sen keksiminen on antanut vastauksia useisiin internetin ongelmiin. Samalla se on mahdollistanut kryptovaluuttojen kehittämisen. Toisaalta se on myös luonut uusia laillisia ja tietoteknisiä haasteita. Lohkoketjun syvällinen sisäistäminen on haastavaa, ja sen tekniikkaa käsitellään vain pintapuoleisesti tässä tutkimuksessa. Lisäksi keskitytään lohkoketjuteknologian tarjoamiin käyttömahdollisuuksiin, lohkoketjujen ominaisuuksiin sekä sen käytön haasteisiin.

Yksinkertaistetusti voidaan todeta, että lohkoketju on hajautettu jatkuvasti kasvava tietokanta, joka koostuu tietoa sisältävistä, toisiinsa linkitetyistä lohkoista. Nämä lohkot voivat sisältää mitä tahansa dataa, kuten esimerkiksi tekstiä, tiedostoja, mediaa tai koodia. Perinteisesti lohkoketjua pidetään tapana jakaa, tuottaa ja ylläpitää hajautettuja tietokantoja ilman, että osapuolten tarvitsee tuntee keskenään - saati luottaa toisiinsa. Tämä toimii esimerkiksi Bitcoinissa, jossa vieraat ihmiset voivat siirtää virtuaalirahaa toisilleen luotettavasti niin, että muut lohkoketjun osapuolet hyväksyvät rahansiirron, eli lohkoketjun muutoksen (Crosby et.al, s.7).

Lohkoketjussa olevat tiedot ovat eheitä ja luotettavia tiivistefunktion ansiosta. Tiivistefunktio luodaan lohkoissa olevista tiedoista ja edellisen lohkon tiivisteestä, eli käytännössä tiivistefunktion luomasta merkkijonosta. Tiivistefunktio on yhdelle lohkoketjulle sama, joten ketjun eheys voidaan varmistaa laskemalla tiiviste useiden eri lähteiden kautta. Lohkoketjussa olevaan tietoon voi luottaa, koska tiivistefunktion avulla kaikki lohkoketjua käyttävät osapuolet huomaavat tietokannan muutokset välittömästi, sillä muutos tiedoissa muuttaa kaikkien lohkojen tiivisteitä (Storås 2016; Decker, Wattenhofer 2013). Seuraavassa kuvassa (1) on esitetty lohkoketjun yksinkertaistettu toimintaperiaate, sekä lohkojen, että tiivistefunktion käyttöä.

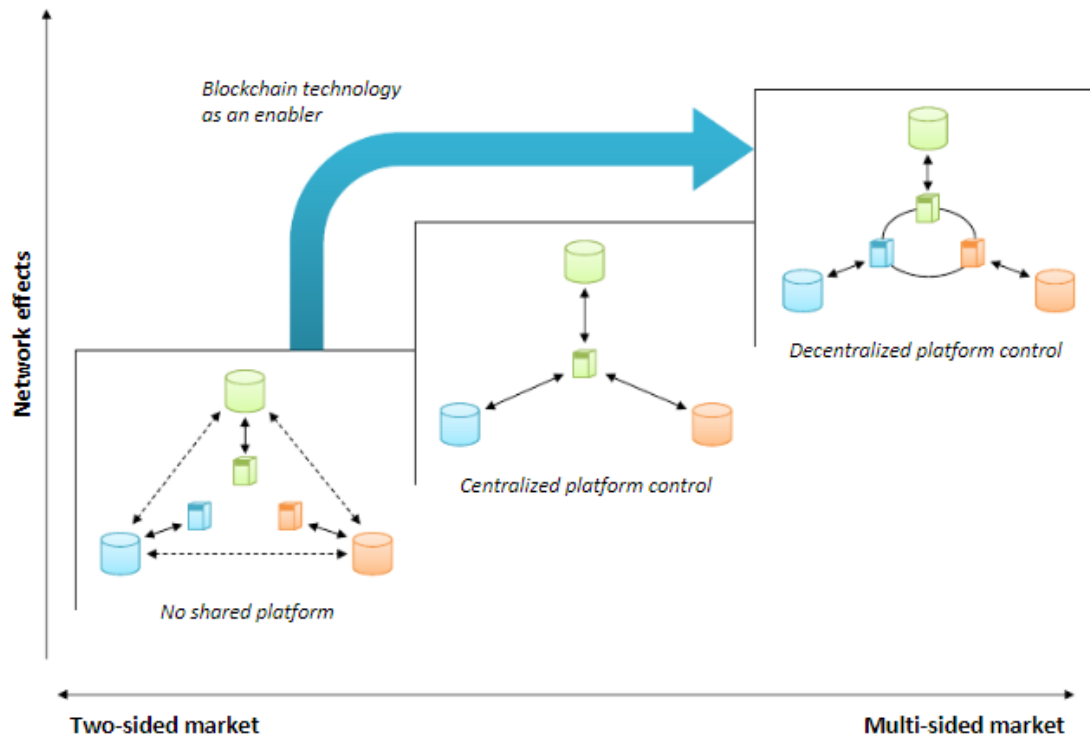


Kuva 1 Lohkoketjun yksinkertaistettu toimintaperiaate

Lohkoketjuteknologian avulla voidaan välttää kolmansien osapuolien käyttö tiedon ylläpitoon ja jakamiseen liittyen, sillä hajautettu tietokanta on kaikilla osapuolilla käytössä luotettavasti ilman ylläpitäjiä (Yli-Huumo et.al 2016). Näin vältetään ylimääräisiltä kustannuksilta sekä riippuvuussuhteilta, joita ulkopuolisten osapuolten ylläpitämien pilvipalveluiden käyttö osaltaan aiheuttaa. Kolmansien osapuolien ja pilvipalveluiden käyttöön liittyy myös omat tietoturvariskinsä, jotka ovat vältettävissä lohkoketjun hyödyntämisen avulla.

Hajautetun tietokannan pääperiaatteena toimii tietojen hyväksyttäminen hajautetussa vertaisverkossa muiden verkon osapuolten toimesta automaationa (Viitala 2016). Lohkoketju on yksi versio jaetusta asiakirjateknologiasta (DLT, distributed ledger technology), joka sisältää jaetun tietovaraston vertaisverkon (peer-to-peer network, P2P) välittämänä. DLT:n avulla voidaan suorittaa tiedon jakaminen, varmistaminen ja varastointi uudella tehokkaalla teknologialla. Verkkoa voidaan hyödyntää monella eri tavalla joko suljetussa tai avoimessa systeemissä ilman yksittäistä keskusta, joka varastoi ja hallinnoi tietoja. Vertaisverkon jäsenillä voi olla erilaisia rooleja, oikeuksia ja tehtäviä tietokannassa (Mills et. al., s.10-11).

Esimerkiksi Bitcoin toimii avoimessa systeemissä, johon kuka tahansa voi liittyä. Suljettu systeemi voi sopia sellaisiin käyttötarkoituksiin, joissa vertaisverkon jäsenet eivät halua jakaa tietoja julkisesti. DLT ja lohkoketjut voivat sopia useisiin käyttötarkoituksiin, ja niiden avulla voidaan tehostaa niitä käytäviä verkostoja, sekä varmistaa tietojen saatavuus ja eheys. Vertaisverkkoja käyttävät verkostot ovat merkittävästi kustannustehokkaampia ja niiden tiedon saatavuus on varmempaa, kuin perinteiset keskuspalvelimeen riippuvuussuhteessa olevat verkostot, tai sellaiset verkostot, joilla ei ole mitään jaettua alustaa. Kuva 2 kuvaa, miten esimerkiksi tuotekeskeisessä tiedonhallinnassa lohkoketjun voi mahdollistaa jaetun tietokannan paremmalle tiedon jakamiselle ja varastoimiselle:



Kuva 2 Lohkoketjun luoma hajautettu tietokanta (Mattila, Seppälä, Holmström 2016)

Kuvasta on nähtävissä, kuinka lohkoketjun avulla voidaan luoda organisaatioidenvälinen tietokanta, joka on hajautettu kaikille osapuolille. Näin ollen yhteinen tietokanta ei ole minkään yksittäisen tahon hallinnassa, vaan sen on jaettuna kaikille, jolloin voidaan varmistua siitä, että tiedot ovat pysyviä ja varmemmin kaikkien käytettävissä. Lisäksi organisaatiot voivat luoda helposti yhteisen konsensuksen siitä, miten prosessien tapahtumien kulku on todellisuudessa mennyt. (Mattila, Seppälä, Holmström 2016)

3.2 Lohkoketjun käyttö Bitcoinissa

Lohkoketjun ensimmäinen käyttökohte on Bitcoin, joka toimii jaetun asiakirjan avulla (Yli-Huumo et.al 2016). Bitcoin on yleisin käytössä oleva globaali kryptovaluutta, ja se on hyvä esimerkki lohkoketjujen toimintatavasta sekä teknologian potentiaalista. Toinen tunnettu lohkoketjua hyödyntävä maailmalla tunnettu alusta on Ethereum. Kyseinen teknologia on ratkaissut useita virtuaalivaluutan ongelmia tietoturvallisuuteen, varmuuteen ja anonymitettiin liittyen.

Bitcoin on ensimmäinen hajautettu digitaalinen valuuttajärjestelmä, joka julkaistiin 2008 vuoden loppupuolella. Se eroaa perinteisistä valuutoista siten, että sitä ei hallinnoi mikään keskitetty taho, kuten esimerkiksi jonkin yksittäisen valtion hallinto, vaan tämän sijaan joukko vapaaehtoisia. Vapaaehtoisten tehtävä on varmistaa tilitapahtumia, eli transaktioita tietokoneen avulla palkkiota vastaan. Tämän varmistuksen avulla luodaan yksimielinen tila jaetusta asiakirjasta, joka on jaettuna kaikille Bitcoinin käyttäjille. Jaettu asiakirja sisältää kaikki Bitcoinin historian transaktiot ja tilitiedot, jonka vuoksi

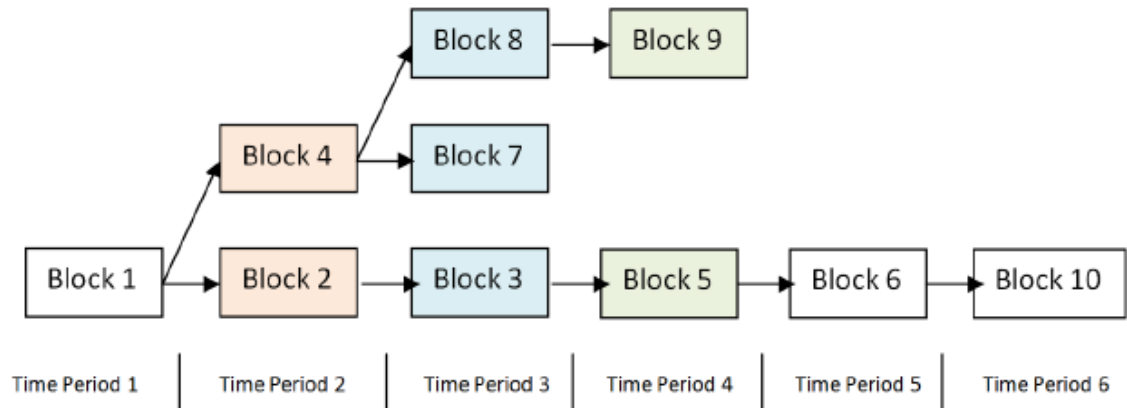
valuuttajärjestelmä on poikkeuksellisen läpinäkyvä ja varma. (Decker, Wattenhofer 2013).

Tieto transaktiosta eli siirrosta tallentuu asiakirjaan pysyvästi, kun lohkoketjun muut jäsenet varmistavat rahansiirron omistajalta toiselle jaetussa asiakirjassa. Sitä ei voi muuttaa tai peukaloida jälkikäteen niin, että valuuttajärjestelmä ei huomaisi sitä. Aiemmin tässä tutkimuksessa kuvattu tiivistefunktio tekee Bitcoinista luotettavan, vaikka se ei ole minkään hallituksen säätelemä tai hallinnoima valuutta. Tämä seikka aiheuttaa kuitenkin lakisääteisiä ongelmia ja haasteita Bitcoinin käyttämisessä (Yli-Huumo et. al 2016).

Bitcoinin transaktiot tapahtuvat anonymisti julkisten avainten perusteella (Meiklejohn et.al 2013). Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka transaktiot ovat julkisesti nähtävillä, muut eivät voi tietää kuka henkilö on lähettänyt, ja kuka on vastaanottanut bitcoineja, koska julkisen avaimen perusteella ei voi selvittää kenenkään henkilöllisyyttä. Tämän avulla Bitcoin on hyvin läpinäkyvä valuuttajärjestelmä, jossa voi anonymisti ja turvallisesti suorittaa transaktioita ympäri maailmaa.

Transaktioiden varmistaminen tapahtuu muiden jäsenten louhinnalla (engl. mining). Uudet transaktiot menevät uuteen lohkoon odottamaan varmistusta tietyn väliajoin, jolloin muut osapuolet voivat varmistaa lohkon tapahtumat louhinnalla. Louhinta tapahtuu käytännön tasolla siten, että louhija ratkaisee haastavan kryptograafisen ongelman tietokoneen avulla. Ongelman ratkaisemisella varmistetaan transaktion paikkansapitävyys, jolloin ratkaisijat saavat palkkion itselleen bitcoineina. Järjestyksessään ensimmäinen ongelman ratkaisija lisää tarkastamansa uuden lohkon muille louhijoille varmistettavaksi lohkoketjun päähän Tällöin lohko tulee pysyväksi osaksi lohkoketjua, jos sen tiiviste vastaa edellisen lohkon tietoja (Decker, Wattenhofer 2013).

Mitä useampi osapuoli ratkaisee ongelman, sitä varmemmaksi lohkon tapahtumat voidaan todentaa. Palkkio rohkaisee louhintaan, ja sen avulla voidaan hylätä virheellisiä transaktioita. Virheellisiä transaktioita ovat tilanteet, joissa esimerkiksi maksavalla osapuolella ei ole tarpeeksi katetta eli kryptovaluuttaa tilillään. Kuvassa 3 kuvataan, miten lohkoja syntyy lisää lohkoketjuun määrätyn väliajoin:



Kuva 3 Lohkoketjun kasvaminen

Yllä olevassa kuvassa on lisäksi hahmotettu, miten lohkoketju käyttäytyy, jos kaksi louhijaa ratkaisee ongelman samanaikaisesti. Tällöin syntyy haarauma lohkoketjuun, joka myöhemmin palaa yhdeksi yhtenäiseksi ketjuksi. Palautuminen tapahtuu lohkoketjun säännön mukaan, jossa pisintä muodostettua ketjua pidetään oikeana (Decker, Wattenhofer 2013). Jos lohkoketjua haluttaisiin jälkikäteen muuttaa, vaadittaisiin siihen enemmistö Bitcoinin käyttäjistä. Tässä piilee lohkoketjujen vaara, jota käsitellään myöhemmin tässä kappaleessa.

3.3 Lohkoketjun käyttö finanssimaailman ulkopuolella

Lohkoketjun käyttömahdollisuuksia on alettu tutkia aktiivisemmin sen jälkeen, kun Bitcoin alkoi saada laajempaa julkisuutta 2000-luvun lopussa (Yli-Huumo et.al 2016). Finanssialaa lukuun ottamatta lohkoketjun hyödyntämisen tutkiminen on ollut vähäistä. Nyt kuitenkin sen käyttömahdollisuuksia muilla aloilla on alettu tutkia. Lohkoketjua voidaan hyödyntää monissa eri käyttötarkoituksissa sen hyvien teknisten ominaisuuksien ansioista, vaikka siihen edelleen liittyy selvitettäviä haasteita. Esimerkiksi toimitusketjuissa on mahdollista soveltaa lohkoketjujen mahdollistamaa uutta teknologiaa (Crosby et. al. s. 8, 2016).

Lohkoketjut voivat kehittää myös esineiden internetin käyttöä (Kshetri 2017). Esineiden internet on uusi yhä enemmän käytetty ja tutkittu teknologia, jossa erilaiset esineet kodeissa ja teollisuudessa ovat yhteydessä keskenään. Näiden esineiden lähettämät tiedot on mahdollista tallentaa lohkoketjuun, jolloin esineiden internetiin voidaan saada lohkoketjun tarjoamat hyvät ominaisuudet.

Tämän lisäksi uudenlaisia älysopimuksia voidaan kehittää lohkoketjujen avulla (Crosby et. al. s. 6, 2016). Älysopimukset ovat tietokoneohjelmia, jotka automaattisesti toimeenpaneavat sopimuksen ehdot, kun sen vaatimukset ovat täytetty. Tällä tavalla voidaan välttää ulkopuolisten osapuolien käyttäminen sopimuksien varmistamisissa. Näiden sopimusten osapuolien ei tarvitse luottaa tai tuntea toisiaan lohkoketjun ansiosta, koska

se toimii loogisesti ja sen toiminta on varmasti ennakoitavissa (Christidis, Devetsikiotis 2016). Tämä tutkimus keskittyy lohkoketjujen hyödyntämiseen toimitusketjuissa, ja sitä käsitellään tarkemmin myöhäisemmässä vaiheessa.

3.4 Lohkoketjun haasteet

Swan (2015) on listannut Bitcoinin ja lohkoketjun haasteita ja esittänyt niitä artikkelissaan. Suurin osa näistä haasteista koskevat lohkoketjun teknisiä ominaisuuksia, jotka käyvät nykyisellään ilmi Bitcoinissa. Yksi haaste on se, että Bitcoinin taustalla toimivalta teknologialla pystytään suorittamaan vähemmän transaktioita tietyssä ajassa, verrattessa esimerkiksi Visaan. Jotta saavutetaan lohkoketjuteknologian mahdollistama luotettavuus sekä varmuus, joudutaan näiden kustannuksella tyytymään pitkään viiveeseen transaktioiden välillä.

Swan korosti artikkelissaan, että lohkoketjun taustalla oleva jaettu rekisteri kasvaa jatkuvasti sitä käytettäessä. Tästä voi syntyä käytännön tasolla käytettävyyden ongelmia rekisterin kasvaessa liian suureksi. Muut Swanin listaamat haasteet koskevat Bitcoinin varmuutta. Yksi esitetty ongelmatilanne saattaa syntyä, jos suuri osa käyttäjistä yhdessä päämäärätietoisesti toimiessaan ottaa tarkoituksellisesti hallintaansa koko lohkoketjun, mikä on tietoturvallisesti hyvin vaarallista.

Yleisesti ottaen lohkoketjuteknologia on hyvin varteenotettava teknologia etenkin kryptovaluutoissa, mutta myös muissa käyttökohteissa, mikäli nämä haasteet saadaan ratkaistua (Yli-Huumo et. al. 2016). Tässä tutkimuksessa ei suoranaisesti pyritä ratkaisemaan näitä haasteita, mutta ne tullaan ottamaan huomioon. Merkittävä osa näistä haasteista koskee ainoastaan kryptovaluuttoja, eikä niinkään kaikkia lohkoketjun käyttökohteita. Näitä ei käsitellä tässä työssä syvällisesti, sillä suljetuissa systeemeissä lohkoketjuun ei tule niin suurta teknillistä räsytystä, kuin avoimissa systeemeissä.

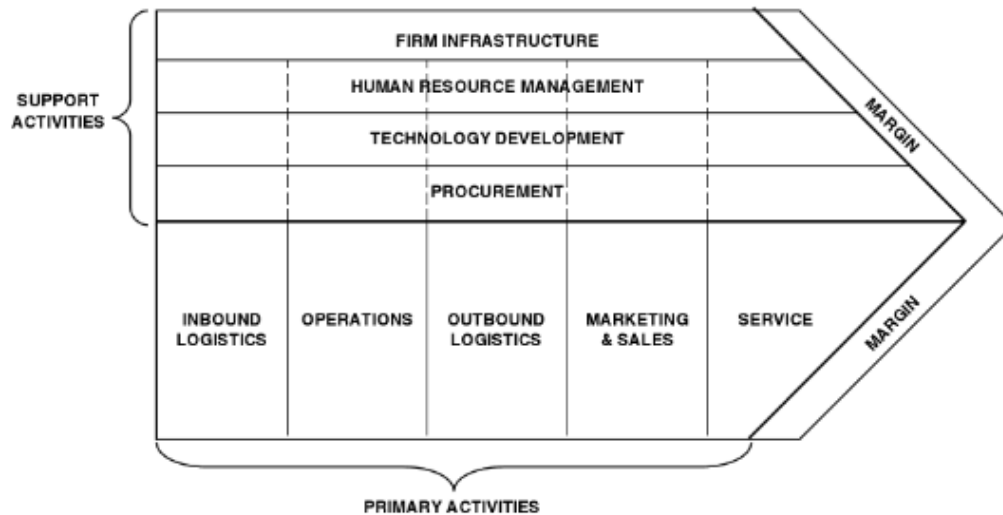
4. TOIMITUSKETJU JA SEN HAASTEET

4.1 Toimitusketjun määrittely ja tiedon jakaminen

Nykyisessä globaalissa kilpaillussa markkinatilanteessa ei yksikään organisaatio voi toimia yksinään. Sen sijaan organisaatioiden ovat osa laajempaa toimitusketjua. Jokainen toimitusketjuun kuuluva organisaatio suorittaa omaa ydinosaamistaan vastaavia prosesseja, jolloin tuote kulkee prosessista toiseen aina raaka-aineista ja valmistuksesta tuotteen toimittamiseen, varastoitumiseen ja jälleenmyyntiin asti. Toimitusketju on tarkoin koordinoitu useiden organisaatioiden verkosto, joka kilpailee muita toimitusketjuja vastaan, ja tekee syvää yhteistyötä toimitusketjua tukevien organisaatioiden kanssa (Skjøtt-Larsen 2007, s. 17).

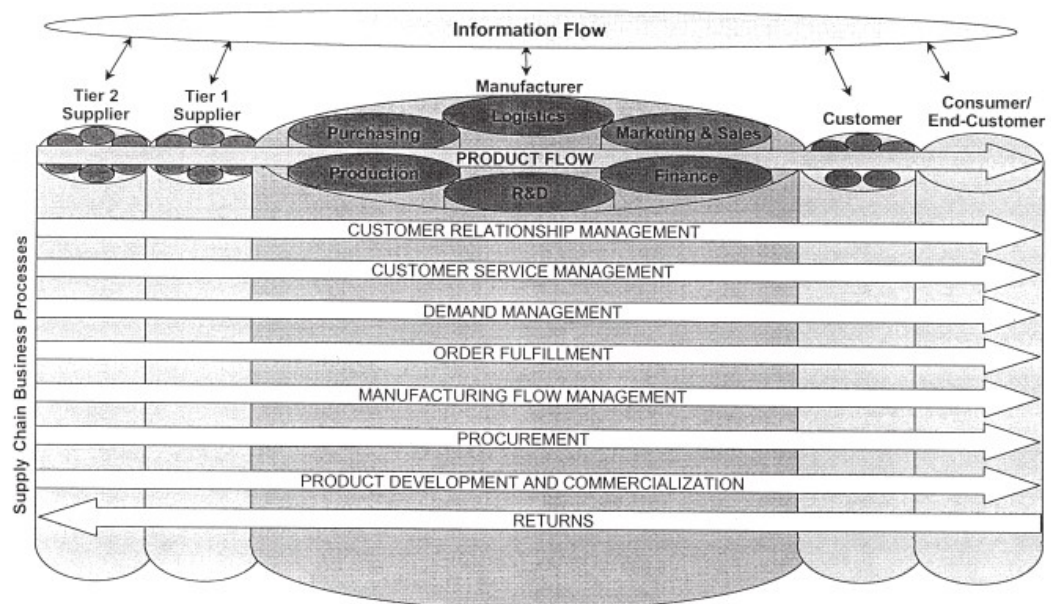
Toimitusketjun kaikki osapuolet ovat keskenään kumppaneita, jotka pyrkivät keskenään kehittämään koko toimitusketjun toimintaa innovatiivisella tuote- ja prosessikehityksellä, ottaen huomioon koko toimintaympäristön asiakastarpeet sekä mahdolliset viranomaisvaatimukset. Tämä vaatii toimitusketjun kumppaneiden vahvaa vuorovaikutusta ja tiedon jakamista kaikista valmistusprosessista, toimituksista sekä asiakkaista (Skjøtt-Larsen 2007, s. 104). Kilpailuedun saamiseksi toimitusketjun on luotava arvoa asiakkailleen ja osakkeenomistajilleen mahdollisimman tehokkaasti. Tähän arvonluomiseen osallistuu jokainen organisaatio omalla työpanoksellaan.

Toimitusketjut vaativat kokonaisvaltaista organisaatioiden välistä toimitusketjun hallintaa, minkä avulla arvoa voidaan siirtää asiakkaille mahdollisimman kilpailukykyisesti. Tätä arvoketjun toimintaa kuvataan kuvassa 4, jossa ketjun toiminnot ovat jaoteltu kahteen osaan: ensisijaiset toiminnot ja tukitoiminnot. Organisaation on huolehdittava molempien arvoketjun toimintojen koordinoinnista sekä suunnittelusta. Tämänkaltaisen arvoketju on jokaisella organisaatiolla, ja usean organisaation arvoketjut luovat yhdessä arvosysteemin (Porter 1985, s. 34). Onnistunut arvosysteemi luo arvoa asiakkaille kilpailukykyisesti. Kokonaisvaltainen toimitusketjun hallinta sisältää koko toimitusketjun kaikkien organisaatioiden strategista ja operationaalista suunnittelua, taloushallintaa sekä laadun valvontaa.



Kuva 4 Arvoketju (Porter 1985)

Tehokas toimitusketju kykenee vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin nopeasti ja edullisesti. Tämä edellyttää informaatioteknologian tehokasta käyttöä ja hyvää kommunikointia koko toimitusketjun sisällä (Skjøtt-Larsen et. al. 2007, s. 18). Toimiva tiedon jakaminen toimitusketjuissa parantaa kokonaisvaltaisesti toimitusketjun kaikkia prosesseja (Zhou & Benton Jr 2007). Täten voidaan sanoa, että tiedon jakaminen on yksi merkittävimmistä kilpailutekijöistä nykyajan globaalissa toimitusketjujen kilpailussa markkinatilanteessa. Toimitusketjujen eri organisaatioiden välinen tietovirta kuvaa organisaatioiden välistä tiedon jakamista. Tämä on kuvattu kuvassa 5:



Kuva 5 Toimitusketju ja sen tietovirta (Lambert & Cooper 2000. s.67)

Mahdollisimman onnistuneiden toimitusketjujen toiminnan saavuttamiseksi on hyödynnettävä jatkuvaa tietovirtaa, minkä avulla voidaan luoda asiakaskeskeinen toimitusketju (Lambert & Cooper 2000, s.72). Kuvasta 5 voidaan nähdä, kuinka tietoa on jaettava koko toimitusketjun kesken onnistuneen tietovirran saavuttamiseksi.

4.2 Toimitusketjun haasteet

Tässä vaiheessa tutkimusta on saatu selville, että toimitusketjujen arvonaluomisen ja kilpailuedun saamisen yksi edellytys on tiedon tehokas jakaminen sekä sen hyödyntäminen. Organisaatiot voivat optimoida omia prosessejaan muiden toimitusketjun organisaatioiden jakamien tietojen perusteella. Tämä vaatii saumatonta ja jatkuvaa tiedon vaihtamista, mikä on usein ongelmana nykypäivän globaaleissa toimitusketjuissa.

Yksi merkittävimmistä seuraamuksista, joka syntyy heikosta tiedon jakamisesta, on piiskavaikutus (engl. bullwhip effect). Ilmiö tapahtuu, kun toimitusketjun jäsenet tekevät virheellisiä arvioita kysynnän ja tuotteiden valmistuksen tarpeen välillä. Tämän seurauksena koko toimitusketju voi kärsiä taloudellisesti (Lee, Padmanabhan, Whang 1997). Virheelliset arviot syntyvät usein heikosta tietojen jakamisesta toimitusketjun jäsenten välillä, jolloin jäsenten omat arviot perustuvat muiden jäsenten arvioihin. Tällöin virheiden määrä kasaantuu etenkin toimitusketjun valmistuspäässä, jolloin toimittajat tuottavat joko liikaa tai liian vähän tuotteita asiakastarpeeseen nähden. Tästä voi aiheutua merkittäviä kustannuksia koko toimitusketjulle.

Toimitusketjun organisaatioiden tietojen integroimisella on mahdollista tarjota arvoa kuluttajille asti, kun kaikki toimitusketjujen osapuolet voivat optimoida toimintaansa muiden toimitusketjun osapuolten tarjoamien tietojen avulla. Tämän avulla on myös mahdollista välttyä piiskavaikutukselta. Lisäksi voidaan todeta, että toimitusketjujen tiedonjakamisen avulla voidaan kehittää etenkin tuotantoketjun alkupään osaa toimitusketjussa, kun ennakoimisen, ylituotannon ja varmuusvarastojen ylläpitämisen tarve laskee (Tran, Childerhouse, Deakins 2016).

Seuraavaksi tullaan luokittelemaan tieteellisistä lähteistä löydettyjä toimitusketjun haasteita, joihin tullaan vastaamaan myöhemmin tässä tutkimuksessa. Haasteet ovat käsitelty kuudessa kategoriassa, jonka jälkeen ne esitetään havainnollisessa taulukossa.

4.2.1 Organisaatioiden haluttomuus jakaa tietoa

Osa toimitusketjujen ammattilaisista ovat vastahakoisia jakamaan tietoja toimitusketjujen kumppanien kanssa. Tämän koetaan olevan monimutkaista, riskialtista ja kallista (Tran, Childerhouse & Deakins 2016). Tämä voi johtua pääosin toimitusketjujen jäsenten organisaatiokulttuurista, vanhoista toimintatavoista sekä tottumuksista. Tietojen jakamista voidaan pitää kilpailuedun vaarantamisena, vaikka todellisuudessa se voi parantaa ja tehostaa toimitusketjujen toimintaa.

Eriytyisen tärkeää toimitusketjujen tiedon vaihdossa on tietojen läpinäkyvyys ja organisaatioiden luottamus toisiinsa tehokkaan toimitusketjun toiminnan takaamiseksi (Skjøtt-Larsen et al. 2007, s. 363). Ilman toisten toimitusketjun jäsenten luottamusta ei voida varmistua siitä, että jaetut tiedot ovat oikeellisia ja kokonaisia, joiden perusteella voitaisiin tehdä oikeita johtopäätöksiä ja ratkaisuja toimitusketjujen toiminnoissa.

Vaikka toimitusketjun tietojen jakamisessa on paljon etuja, ei moni organisaatio halua jakaa tietojaan täydellisesti muiden kanssa tietoturvallisuudesta johtuen (Hassini et al. 2008; Vanpoucke et al. 2009). Nykypäivänä on olemassa paljon tietojärjestelmien heikkouksia hyväksikäyttäviä tahoja, kuten esimerkiksi hakkereita, jotka voivat toimillaan heikentää toimitusketjujen tiedon jakamisen halukkuutta sekä tietojen oikeellisuutta, ja viedä täten kilpailuetua toimitusketjulta.

4.2.2 Sääntely ja tietojen luotettavuus

Yksi merkittävimmistä toimitusketjun hallinnan tehtävistä on riskien minimoiminen. Tätä hankaloittaa toimitusketjujen kumppaneiden käyttäytyminen tietoja kohtaan, jolloin jaettuja tietoja vääristellään tahallisesti tai tahattomasti (Baird & Thomas 1991; Bettis & Mahajan 1985). Tietoja, joihin ei voida luottaa, ei voida myöskään käyttää. Tämä heikentää toimitusketjun optimaalista toimintaa.

Joillakin toimitusketjuilla voi olla paine tai velvoite jakaa tietoa toimitusketjun sisäpuolen lisäksi myös ulkopuolisille tahoille, kuten esimerkiksi valvontaa tekeville viranomaisille. Tällaiset toimitusketjut toimivat usein elintarvike- tai farmasia-alalla, joilla voi olla tiukat sääntelyt toimitettavien tuotteiden olotiloista, ympäristöstä sekä toimituksista toimitusten alkupäästä loppupäähän asti. Sääntelyt voivat koskea muun muassa siirrettävien tai varastoitavien tuotteiden lämpötilaa, ilmankosteutta tai valon määrää (Allen, 2017). Sääntelyt voivat koskea myös tuotteiden tai raaka-aineiden alkuperän todistamista, joka voi toisinaan olla haastavaa (Scott 2017).

4.2.3 Toimitusketjujen kilpailusta aiheutuvat haasteet

Kuten aiemmin on mainittu, toimitusketjut ovat tänä päivänä hyvin kilpaillussa tilanteessa, minkä seurauksena toimitusketjujen toiminta on suunniteltava mahdollisimman kustannustehokkaaksi. Säästöt ja kehityskohteet on kohdistettava oikeisiin paikkoihin, jotta kaikista asiakkaiden vaatimuksista ja viranomaisten määräyksistä huolehdittaisiin kunnolla.

Toimitusketjun toiminnan on oltava kestävä ja joustava (Rao & Holt 2005). Kilpailukykyinen toimitusketju kykenee luomaan asiakkaille arvoa laadukkaasti, nopeasti ja käyttövarmasti, samalla pitäen toimitusketjun riskit alhaisina (Baird & Thomas 1991; Bettis & Mahajan 1985). Näihin kaikkiin vaikuttaminen on hyvin haastavaa, minkä

vuoksi toimitusketjujen on jatkuvasti kehitettävä uusia innovatiivisia ratkaisuja prosessien kehittämiseksi.

4.2.4 Tietojärjestelmien yhteensovittaminen

Toimitusketjujen tuotetiedon välittäminen osapuolelta toiselle on haastavaa, sillä jokainen toimitusketjun osa poimii ja muokkaa saapuvasta tavarasta tiedot omien tarpeidensa ja tietojärjestelmiensä mukaan, minkä seurauksena tietoa voi tuhoutua tai vääristyä. Jaetun tietokannan, kuten esimerkiksi lohkoketjun avulla, tiedot eivät pirstaloidu moneen osaan tuotteen elinkaaren eri vaiheissa, vaan kaikki tiedot säilyvät tuotteen raaka-aineiden hankkimisesta aina jälleenmyyntiin asti. (Mattila, Seppälä, Holmström 2016)

Tietojen jakaminen toimitusketjussa on usein monimutkaista ja tämän lisäksi tietojärjestelmien implementointi on kallista (Samaddar et al. 2006). Jos eheää tietoa ei jaeta tarpeeksi, voi siitä syntyä suuria kustannuksia (Madenas et al. 2015). Näiden ongelmien takia toimitusketjulle on löydettävä sopiva yhteinen tietojärjestelmä, joka tuo merkittävää kilpailuetua toimitusketjulle.

Perusvaatimus tehokkaan toimitusketjun tietojärjestelmän toiminnan taustalla on kaikkien toimitusketjun jäsenten sisällyttäminen järjestelmään perusteellisesti. Tämä onnistuu vain organisaatioiden välisellä yhteisellä tietojärjestelmällä (Skjøtt-Larsen 2007, s. 105). Yhteisen tietojärjestelmän käyttäminen on haastavaa, sillä organisaatiot käyttävät pääosin sellaisia tietojärjestelmiä, jotka soveltuvat parhaiten juuri heidän ydinsaamisen tukemiseen. Uuden tietojärjestelmän integroiminen kullekin toimitusketjun jäsenelle voi myös aiheuttaa suuria kustannuksia ja muutosvastarintaa.

4.2.5 Tietojärjestelmien tietovirheet

Tämän hetken toimitusketjujen tietojärjestelmissä voi sattua toistuvasti virhetilanteita liiallisen tietojärjestelmien automatisaation ja tietovirheiden seurauksena. Nämä voivat pitkällä aikavälillä aiheuttaa paljon tuhoa toimitusketjujen tiedon jakamisessa. Tietovirheet voivat kertyä jatkuvasti ilman ihmisen valvontaa, ja näin halvaannuttaa koko toimitusketjun tietojärjestelmän (Skjøtt-Larsen 2007, s. 100). Tietojärjestelmän on toimittava niin, että tietovirheitä pääsisi tapahtumaan vain harvoin, jolloin ne voitaisiin selvittää helposti ja tehokkaasti.

Automatisoitu tiedon keräys, analysointi ja päätöksenteko helpottavat organisaatioiden hallintaa, mutta siinä on vaarana luoda ja omaksua organisaatioon tietoa, josta kukaan henkilö ei todellisuudessa tiedä mitään (Skjøtt-Larsen 2007, s. 128). Toimitusketjuissa on tärkeää selvittää mistä tiedot ovat tulleet, jotta niiden paikkansapitävyys voidaan selvittää ja todentaa. Ilman tätä saatetaan ajautua tilanteeseen, jossa huonoja päätöksiä tehdään virheellisten tietojen pohjalta ja perusteelta.

4.2.6 Tietojärjestelmien tietovirtojen rajapinnat

Organisaatioiden välisten tietojärjestelmien optimoinnissa on haasteita kolmella eri tasolla. Nämä tasot ovat sisäinen, ulkoinen ja näiden kahden välinen rajapinnan taso. Kaikki edellä mainitut tasot voivat aiheuttaa ongelmia toimitusketjun tiedon jakamisessa. Ulkoisen tason optimoimisella tarkoitetaan organisaatioiden välisen koordinoinnin parantamista, ja sisäisen tason optimoimisella tarkoitetaan puolestaan organisaatioiden sisäisten tapahtumien kustannusten vähentämistä ja tehokkuuden parantamista. Näiden kahden tason rajapinnassa organisaation sisäiset tietovirrat yhdistyvät ulkoisiin tietovirtoihin. Juuri tässä liitoskohdassa ilmenee useimmiten kehitettäviä kohteita (Skjøtt-Larsen 2007, s. 110).

Jotta kukin organisaatio voi optimoida toimintaansa organisaation sisäisellä tasolla, on sen saatava tietoa toimintaympäristöstään organisaationsa ulkopuolelta. Ulkopuolisten tietojen hyödyntäminen vaatii niiden integroimista omiin tietovirtoihin tehokkaasti niin, että tietojen tuoma arvo voidaan hyödyntää välittömästi.

Mitä enemmän toimitusketjussa jaetaan tietoa, niin sitä tehokkaampia ovat toimitusketjujen prosessit sekä logistiset toimet ajan, laadun ja nopeuden suhteen. Useimmiten ongelmana ei ole eri organisaatioiden sisäinen tiedon jakaminen, vaan organisaatioiden välisten tietovirtojen hyödyntäminen. Toistuvana ongelmana niissä on tietojen standardointi (Skjøtt-Larsen 2007, s. 103). Organisaatiot haluavat käsitellä toimitusketjun tietoa ja juuri siinä muodossa, jossa ne sopivat heidän omiin organisaatioiden sisäisiin tietojärjestelmiinsä parhaiten. Tämän seurauksena tietojen jakaminen muille toimitusketjun osapuolille on haastavaa, koska ne eivät teknisesti sovi toisiinsa tietojärjestelmiin.

4.3 Toimitusketjujen tiedon jakamisen haasteiden kooste

Käsitellyt toimitusketjujen ongelmat ovat koottu seuraavaan taulukkoon. Ongelmat on numeroitu edellä olevien alaotsikoiden mukaisesti, ja niihin on koottu ongelman nimi ja lyhyt selitys. Taulukon tarkoituksena on koota ongelmat yhteen niiden käsittelemisen helpottamista varten.

Nämä toimitusketjun haasteet heikentävät toimitusketjun kilpailukykyä aiheuttamalla ylimääräisiä kustannuksia tai viivästyksiä toimitusketjun toiminnassa. Tiedon jakamisen ongelmat toimitusketjuissa vaikuttavat päätöksentekoon negatiivisella tavalla.

Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan, miten lohkoketjun ominaisuudet vastaavat taulukossa esitettyihin ongelmiin. Haasteisiin vastaamisen jälkeen voidaan vastata tämän kandidaattityön päätutkimuskysymykseen.

Taulukko 2 Toimitusketjujen tiedon jakamisen haasteet

Numero	Ongelma	Selitys
1	Organisaatioiden haluttomuus jakaa tietoa	Vastahakoinen asenne tiedon jakamista kohtaan ja pelko tietoturvasta.
2	Sääntelyt ja tietojen luotettavuus	Virheellisten tietojen jakaminen tahattomasti tai tahallisesti. Sääntelyiden määräämien tietojen osoittaminen on haasteellista.
3	Toimitusketjujen kilpailusta aiheutuvat haasteet	Kustannustehokkuuden ja toiminnan optimisoinnin jatkuva tarve.
4	Tietojärjestelmien yhteensovittaminen	Toimitusketjun tietojärjestelmien yhteensovittaminen iso investointi. Organisaatiot käyttävät juuri oman ydinosamisalueensa mukaisia tietojärjestelmiä.
5	Tietovirheet	Tietovirheiden määrän jatkuva kasvaminen automatisaation seurauksena. Toimitusketjun uusia tietoja ei varmisteta.
6	Tietojärjestelmien tietovirtojen rajapinnat	Organisaation ulkoisten ja sisäisten tietovirtojen yhdistäminen. Toimitusketjun tiedot ei standardimuotoisia.

5. LOHKOKETJUN HYÖDYNTÄMINEN TOIMITUSKETJUN HAASTEISSA

Tässä tutkimuksen osassa käsitellään sitä, miten lohkoketjun ominaisuudet vastaavat esitettyihin toimitusketjujen tiedon jakamisen ongelmiin. Lohkoketjun tarkkaa käyttötapaa ei käsitellä tässä tutkimuksessa, mutta sen sijaan tutkitaan, että miten sen ominaisuudet vastaavat ongelmiin teoriatasolla. Seuraavaksi tutkitaan voiko suljettu lohkoketju ratkaista toimitusketjujen tiedonjakamisen haasteita.

5.1 Lohkoketjun hyödyntäminen toimitusketjujen haluttomuuden jakaa tietoa

Organisaatioiden välisiä tietojärjestelmiä tuotetaan ja kehitetään yhä enemmän maailmalla, mutta niiden käyttöönottoa ei rajoita niinkään eri teknologioiden haasteet, vaan toimitusketjujen jäsenten suhteet toisiinsa, vaikka uudet teknologiat voivat tarjota tehokasta reaaliaikaista tiedon jakamista koko toimitusketjulle (Skjøtt-Larsen 2007, s. 106). Vaikka lohkoketju tarjoaisi ratkaisuja useisiin ongelmiin, organisaatiokulttuurien on muututtava avoimemmiksi toimitusketjun muita osapuolia kohtaan. Tämä vaatii lisäksi tiiviimpää yhteistyötä, jotta voidaan saavuttaa parempi kilpailuetu.

Suljetussa DLT:ssä toimitusketjussa olevan organisaation ei tarvitse luottaa toisiin verkon käyttäjiin, mikäli he päättävät hyödyntää lohkoketjuteknologiaa. Suljetussa lohkoketjussa voidaan rajoittaa sitä, kuka voi muunnella tiettyjä tietokannan osia. Näin toimitusketjujen jäsenet voivat rajoittaa mitä tietoja muut osapuolet näkevät tietokannassa. Toisaalta tämä kumoaa toimitusketjujen organisaatioiden välisten yhteisen tietojärjestelmän pääperiaatetta, jonka mukaan tietoa tulisi jakaa avoimesti. Tämä voi myös aiheuttaa haittaa toimitusketjulle.

Avoimessa lohkoketjussa, kuten esimerkiksi Bitcoinissa, tiedon varmistaminen tapahtuu tuntemattomien henkilöiden suorittamalla louhimisella palkkiota vastaan. Suljetussa systeemissä näin ei voi tehdä, mutta palkkion sijaan sen käyttäjillä on muita intressejä varmistaa tietojen oikeellisuus, kuten työtehtävän velvollisuus tai toimitusketjun yhteinen päämäärä. Suljettu systeemi on tämän johdosta myös tehokkaampi ja sen kapasiteetti on parempi, koska uusi lohko varmistetaan nopeammin ja lohkoketjun koko pysyy maltillisena, verrattuna avoimeen miljoonien käyttäjien muodostamaan systeemiin. (Pecker 2017)

Samoin kuin avoimessa systeemissä, suljetussa lohkoketjussa tiedot on aina varmistettava. Tämä lisää tietoturvallisuutta, mikä saattaa lisätä toimitusketjujen organisaatioiden halua jakaa tietojään. Tämän työn alkupuolella mainitun tiivistefunktion käyttö luo varmuutta tietokannalle, ja estää jälkikäteen peukaloinnin lohkoketjussa. Tällä hetkellä lohkoketjua hyödyntävää toimitusketjun tietoturvallisuus- ja toimitusketjun riskienhallintajärjestelmää ollaan jo kehittämässä (Higgins 2018).

Lohkoketjun ominaisuudet vastaavat kohtalaisen hyvin toimitusketjujen tiedonjakamisen ensimmäiseen ongelmaan, joka koskee organisaation haluttomuutta jakaa tietojään, vaikka se ei sinällään ratkaise organisaatiokulttuurin ja toimitusketjujen organisaatioiden suhteiden välisiä ongelmia.

5.2 Lohkoketjun hyödyntäminen sääntelyissä ja tietojen luotettavuudessa

Toimitusketjuilla on mahdollisuus hyödyntää esineiden internetiä (engl. Internet of things, IOT), minkä avulla luetut tiedot ja arvot esimerkiksi toimitusketjun lähetyksistä voidaan jakaa toisille organisaatioille lohkoketjun avulla. Näin jaetut tiedot ovat varmasti luotettavia, joita myös viranomaiset ja yhteistyökumppanit voivat hyödyntää luotettavasti.

Esimerkiksi Gemalto -niminen organisaatio on alkanut tehdä yhteistyötä vakuutusyhtiön kanssa, jossa lämpötilaherkkien lääkkeiden tietoja jaetaan lohkoketjun avulla luotettavasti kaikille osapuolille (Mathieson 2017). Tämän kaltaisten ratkaisujen avulla lohkoketju voi kehittää ja parantaa toimitusketjujen tietojen luotettavuutta merkittävästi.

5.3 Kilpailusta aiheutuvien haasteiden ratkaiseminen lohkoketjun avulla

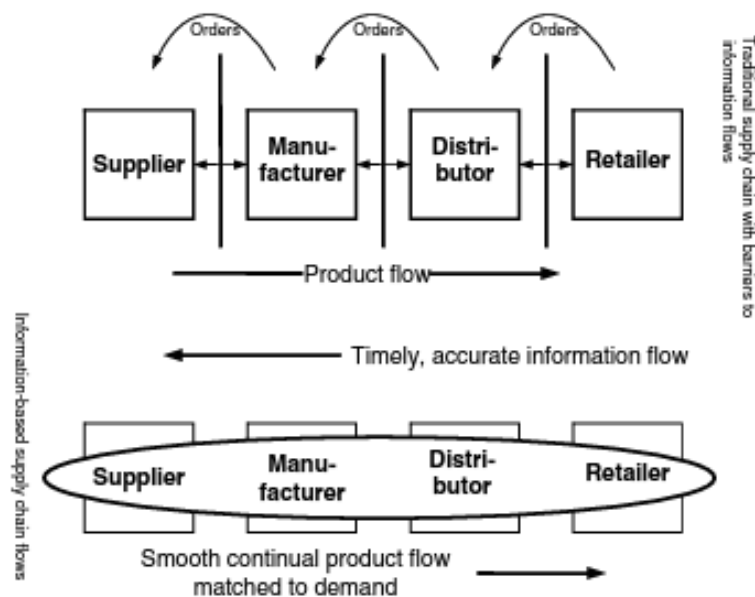
Kuten tämän tutkimuksen teoriaosuudessa mainittiin, lohkoketjun yksi merkittävin ominaisuus on kyky päästä eroon kolmansien osapuolien käyttämisestä tietokannan ylläpitämisessä ja valvonnassa. Lohkoketjulla on siis potentiaalia vähentää toimitusketjun jaetusta tietokannasta aiheutuvia kuluja ja riippuvuussuhteita kolmansia osapuolia kohtaan.

Tähän haasteeseen on jo kehitteillä ratkaisu. Maersk on valtava logistiikka-alan organisaatio, joka omistaa noin 20% merikonttimarkkinoista (Groenfeldt 2017). Organisaatio on etsinyt vuosien ajan uusia keinoja kehittää toimitusketjujen toimintaa tuotteiden jäljityksen osalta. Tästä osasta aiheutuu valtava määrä dokumentaatiota ja paperitöitä yritykselle. Nyt Maersk on onnistunut jäljittämään merikonttien reaaliaikaisia tietoja lohkoketjuteknologian avulla (White 2018), minkä ansiosta toimitusketjujen kustannustehokkuutta ja tietojen jakamista on voitu kehittää merkittävästi.

5.4 Lohkoketjun hyödyntäminen yhteisen tietojärjestelmän luomisessa

Kuvassa 7 on esitetty perinteinen ja moderni tapa jakaa tietoa toimitusketjun sisällä. Kuvan alempi kaavio esittää modernia tapaa, jossa tiedot toimitusketjun prosesseista ovat jaettuna kaikille, jolloin vältetään tiedon askelmaisesta siirtämisestä. Ylempi kaavio esittää toimitusketjujen perinteistä tapaa jakaa tietoa, jossa tietovirta ei ole saumaton.

Lohkoketjua voi hyödyntää, kun luodaan modernia tietojärjestelmää toimitusketjulle, jossa suljetussa lohkokejussa kaikki toimitusketjun osapuolet voivat nähdä kaikkien organisaatioiden prosessien tiedot luotettavasti. Näin toimitusketjun kaikki organisaatiot voivat optimoida toimintaansa, ja välttää esimerkiksi piiskavaikutuksen syntymistä. On olemassa myös muita tietojärjestelmiä, jotka toimivat kaikkien toimitusketjun organisaatioiden välillä, joten lohkokejtu ei ole ainoa tapa yhdistää kaikkien organisaatioiden tietojärjestelmiä. Se on kuitenkin hyvä vaihtoehto muiden joukossa.



Kuva 7 Perinteinen- ja moderni tietovirta toimitusketjussa (Skjøtt-Larsen 2007, s. 104)

Niin kuin aiemmin on todettu, lohkokejtu ei vaadi kolmansiä osapuolia tietokannan ylläpitämiseen, joten se on kustannustehokas tapa jakaa tietoa toimitusketjun sisällä. Lisäksi sen avulla voidaan välttää riippuvuussuhteet toimitusketjun ulkopuolisista tahoista, kuten pilvipalveluista. Nämä asiat erottavat lohkokejtu muista tietojärjestelmistä. Kuitenkin tähän haasteeseen on vaikea antaa yksiselitteistä vastausta, sillä tässä kandidaatintyössä ei käsitellä lohkokejtu teknisiä ominaisuuksia tarpeeksi tarkasti. Tämä

haaste vaatii lisätutkimusta tai näyttöä lohkoketjun toiminnasta organisaatioiden välisessä tietojärjestelmässä.

5.5 Lohkoketjun hyödyntäminen tietovirheissä ja automaation ongelmassa

Lohkoketjun tietojen varmistaminen voi ehkäistä tietojärjestelmän menemisen jumiin useiden tietovirheiden seurauksena. Se ei kuitenkaan kykene korjaamaan virheitä, joten ihmisen valvontaa vaaditaan, vaikka lohkoketjua käytettäisiinkin. Ongelma automaation aiheuttamista tiedoista ilman omistajaa, voidaan kuitenkin ratkaista lohkoketjun avulla. Kaikki lohkoketjun tapahtumat jäävät osaksi tietokantaa pysyvästi, joten kaikkien tietojen lähtökohdat ja syyt voidaan nähdä koska vain tulevaisuudessa.

Automaation kannalta lohkoketju tarjoaa uusia mahdollisuuksia tulevaisuudessa toimitusketjun osapuolten välisille sopimuksille aiemmin tässä tutkimuksessa mainituilla älysopimuksilla. Niihin voidaan asettaa ehdot toimitusketjun jäsenten välille, jonka perusteella valuuttaa vaihtaa omistajaa automaattisesti ehtojen täytyttyä. Lisäksi esineiden internetin käyttämisessä voidaan hyödyntää lohkoketjua, mikä voi kehittää organisaation automaattisia tietojärjestelmiä. On kuitenkin vaikea vastata, ratkaiseeko nimenomaan lohkoketju tämän haasteen kokonaisuudessaan. Tähän vastaaminen ei onnistu teoreettiselta pohjalta, vaan vaatii lisätutkimusta ja näyttöä käytännössä.

5.6 Lohkoketjun hyödyntäminen tietovirtojen yhdistämisessä

XML ja HTML ovat suosittuja tietomuotoja tiedon välittämiseen internetin välityksellä. Kuten muut vastaavat tietomuodot, XML tarjoaa avoimen ja joustavan standardisoidun tavan varastoida, julkaista ja vaihtaa tietoja internetin ympäristössä (Daum & Horak 2001). XML:n kaltaisten tietomuotojen käytöllä voidaan määrittää sellaiset standardit toimitusketjun tiedoille, josta kaikki hyötyisivät mahdollisimman paljon.

Kuten aiemmin on mainittu, lohkoketju voi sisältää mitä tahansa dataa kuten myös XML:ää. Lohkoketjun muiden hyvien ominaisuuksien lisäksi se voi sisältää helposti käytettävää tietomuotoa tietojen välittämiseen, jota tietokoneet voivat käsitellä vaivatta. Toimitusketjun tiedon jakaminen voi parantua merkittävästi, jos standardisoitua ja eheää tietoa voidaan jakaa runsaasti ja tehokkaasti suljetun lohkoketjun avulla. Tämän kaltaista tietojen standardisointia voidaan hyödyntää kuitenkin ilman lohkoketjua, joten lohkoketju ei ole ainoa teknologia tämän haasteen ratkaisemiseen, ja tähän haasteeseen vastaamiseen vaaditaan tarkempaa tutkimusta ja muiden tietojärjestelmien vertailua.

5.7 Kooste lohkoketjun hyödyntämisestä toimitusketjujen tiedon jakamisen ongelmiin

Lohkoketju vastasi toimitusketjujen haasteisiin osittain. Teknologia on niin uutta, että sen käytännön toteutukset finanssialan ulkopuolella ovat vasta alkutekijöissä. Tästä syystä aihe vaatii lisätutkimusta, joissa voidaan vertailla muita ratkaisutapoja lohkoketjuun verrattuna, tai tutkia tarkemmin jo olemassa olevia lohkoketjun käyttökohteita. Tutkimuksen päätutkimuskysymys oli ”Voivatko toimitusketjut hyötyä lohkoketjun ominaisuuksista”. Tähän ei saatu yksiselitteistä vastausta tästä tutkimuksesta, mutta lohkoketju näyttää potentiaaliselta vaihtoehdolta toimitusketjujen haasteiden ratkaisuun. Taulukossa 3 on esitetty tämän tutkimuksen tulokset lohkoketjun hyödyntämisestä toimitusketjujen haasteissa.

Taulukko 3 Lohkoketjun hyödyntäminen toimitusketjujen haasteissa

Numero	Ongelma	Selitys	Lohkoketjun hyödyntäminen
1	Organisaatioiden haluttomuus jakaa tietoa	Vastahakoinen asenne tiedon jakamista kohtaan ja pelko tietoturvesta.	Lohkoketjun hyödyntäminen voi ratkaista haasteen. Teknologian ominaisuudet voivat ratkaista tietoturvan ongelmia, mutta organisaatiokulttuurin tason ongelmiin lohkoketju ei vastaa.
2	Sääntelyt ja tietojen luotettavuus	Virheellisten tietojen jakaminen tahattomasti tai tahallisesti. Sääntelyiden määräämien tietojen osoittaminen on haasteellista.	Lohkoketjun hyödyntäminen voi ratkaista haasteen esineiden internetin kanssa, jolloin tiedot toimitusketjujen tilasta voidaan jakaa yhteistyökumppaneille ja viranomaisesti läpinäkyvästi.
3	Toimitusketjujen kilpailusta aiheutuvat haasteet	Kustannustehokkuuden ja toiminnan optimisoinnin jatkuva tarve.	Lohkoketjun hyödyntäminen voi ratkaista haasteen vähentämällä paperisten dokumenttien määrää ja riippuvuussuhteita kolmansiin osapuoliin.
4	Tietojärjestelmien yhteensovittaminen	Toimitusketjun tietojärjestelmien yhteensovittaminen iso investointi. Organisaatiot käyttävät juuri oman ydinosaamisalueensa mukaisia tietojärjestelmiä.	Haasteeseen vastaamiseen vaaditaan lisätutkimusta, sillä on vaikea arvioida lohkoketjun suoriutumista tässä haasteessa verrattuna muihin tietojärjestelmiin.
5	Tietovirheet	Tietovirheiden määrän jatkuva kasvaminen automatisaation seurauksena. Toimitusketjun uusia tietoja ei varmisteta.	Haasteeseen vastaamiseen vaaditaan lisätutkimusta, sillä on vaikea arvioida lohkoketjun suoriutumista tässä haasteessa verrattuna muihin tietojärjestelmiin.

6	Tietojärjestelmien tietovirtojen rajapinnat	Organisaation ulkoisten ja sisäisten tietovirtojen yhdistäminen. Toimitusketjun tiedot ei standardimuotoisia.	Haasteeseen vastaamiseen vaaditaan lisätutkimusta, sillä on vaikea arvioida lohkoketjun suoriutumisesta tässä haasteessa verrattuna muihin tietojärjestelmiin.
---	---	---	--

6. YHTEENVETO

Lohkoketjuteknologia on uutta, joka tulee mullistamaan maailmaa tietoteknisillä toteutuksilla. Se on jo mahdollistanut kryptovaluutta Bitcoinin syntymisen, joka on merkittävästi vaikuttanut nykyajan finanssialaan. Lohkoketjun ominaisuuksien ansiosta teknologia on poikkeuksellisen läpinäkyvä ja varma tapa tallentaa sekä jakaa tietoa.

Toimitusketjujen haasteet ovat korostumassa kovan kilpailutilanteen seurauksena, ja uusia innovatiivisia ideoita kaivataan jatkuvasti eri toimitusketjuissa. Suurin osa haasteista johtuu toimitusketjujen eri jäsenten tiedon jakamisen ongelmista. Tässä kandidaattintyössä tutkittiin, voivatko toimitusketjut hyötyä lohkoketjun ominaisuuksista. Kysymystä varten kerättiin tietoa tieteellisistä lähteistä lohkoketjun ominaisuuksista ja toimitusketjujen nykypäivän ongelmista.

Yksiselitteistä vastausta tutkimuksen päätutkimuskysymykseen ei saatu johtuen lohkoketjun käytännön näytön puutteesta sekä teknologian teknisten ominaisuuksien arvioinnin haasteellisuudesta. Lohkoketjun ominaisuudet vastasivat osittain toimitusketjujen haasteisiin, mutta osa haasteista vaatii tarkempaa lohkoketjun teknillisten ominaisuuksien tarkastelua.

6.1 Jatkotutkimus ehdotukset

Tämän kandidaattintyön perusteella voidaan ehdottaa seuraavia jatkotutkimuksia aiheeseen liittyen.

Lohkoketju on uusi teknologia, jonka syvä ymmärrys ja sovelluksien mahdollisuuksien tutkiminen, vaatii tarkempaa teknillisen tason tarkastelua, jotta voidaan antaa yksiselitteisiä vastauksia lohkoketjun käyttömahdollisuuksista. Tällaisessa tutkimuksessa voidaan tutkia lohkoketjun jo olemassa olevien käyttökohteiden toimintaa yksityiskohtaisella tasolla.

Toimitusketjujen haasteet, jotka liittyvät tiedon jakamiseen tietojärjestelmissä, kannattaa suorittaa tarkempi vertaileva tutkimus eri tietojärjestelmien välillä, ja tutkia niiden ominaisuuksia toisiinsa. Tavoitteena olisi tarkastella, soveltuuko lohkoketju toimitusketjuihin paremmin kuin olemassa olevat tietojärjestelmät.

7. LÄHTEET

Allen, M. (2017). How blockchain could soon affect everyday lives. Saatavilla [www-muodossa: <https://www.swissinfo.ch/eng/business/joining-the-blocks_how-blockchain-could-soon-affect-everyday-lives/43003266>](http://www.muodossa: <https://www.swissinfo.ch/eng/business/joining-the-blocks_how-blockchain-could-soon-affect-everyday-lives/43003266>) [Viitattu 7.3.2018]

Baird, I. S. & Thomas, H. (1991). What is risk anyway? Using and measuring risk in strategic management. In R. A. Bettis & H. Thomas (Vol. Eds.), Risk, strategy and management: 24. Connecticut: Jai Press Inc.

Bettis, R. A. & Mahajan, V. (1985). Risk/return performance of diversified firms. Management Science, 31(7), 785-799.

Boucher, P. (2016). What if blockchain technology revolutionised voting? Scientific Foresight Unit (STOA), European Parliamentary Research Service, Sept. 2016.

Christidis & Devetsikiotis. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things (2016). Special section on the plethora of research in internet of things (IoT). Saatavilla [www-muodossa: <http://ieeexplore.ieee.org.libproxy.tut.fi/stamp/stamp.jsp?arnumber=7467408&tag=1>](http://www.muodossa: <http://ieeexplore.ieee.org.libproxy.tut.fi/stamp/stamp.jsp?arnumber=7467408&tag=1>) [Viitattu 15.10.2017]

Crosby, M. et. al. BlockChain Technology: Beyond Bitcoin (2016). Applied Innovation Review Issue No. 2. Saatavilla [www-muodossa: <http://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>](http://www.muodossa: <http://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>) [Viitattu 7.9.2017]

Daum, B. & Horak C. The XML shockwave. What every CEO needs to know about the key technology for the new economy (2001). Software AG, Lützelbach.

Decker & Wattenhofer. Information Propagation in the Bitcoin Network (2013). IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing. Saatavilla [www-muodossa: <http://ieeexplore.ieee.org.libproxy.tut.fi/stamp/stamp.jsp?arnumber=6688704>](http://www.muodossa: <http://ieeexplore.ieee.org.libproxy.tut.fi/stamp/stamp.jsp?arnumber=6688704>) [Viitattu 21.10.2017]

Groenfeldt, T. (2017). IBM and Maersk apply blockchain to container shipping. Forbes. Saatavilla [www-muodossa: <https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/03/05/ibm-and-maersk-apply-blockchain-to-container-shipping/#1f32241c3f05>](https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/03/05/ibm-and-maersk-apply-blockchain-to-container-shipping/#1f32241c3f05) [Viitattu 7.3.2018]

Hassini, E. et. al. Organizational culture and supply chain strategy: a framework for effective information flows (2008). Journal of Enterprise Information Management,

Vol. 21 No. 4. Saatavilla www-muodossa:
 <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17410390810888651>> [Viitattu
 22.10.2017]

Higgins, S. (2017). Defence Giant Lockheed Martin Integrates Blockchain. Coindesk.
 Saatavilla www-muodossa: < [https://www.coindesk.com/defense-giant-lockheed-
 martin-integrates-blockchain](https://www.coindesk.com/defense-giant-lockheed-martin-integrates-blockchain)> [Viitattu 1.3.2018]

Kshetri, N. (2017). Can Blockchain Strengthen the Internet of Things? IT Professional
 Volume: 19, Issue: 4 Saatavilla www-muodossa:
 <<http://ieeexplore.ieee.org.libproxy.tut.fi/document/8012302/>> [Viitattu 21.3.2018]

Lambert, D. & Cooper, C. Issues in Supply Chain Management (2000). Industrial Mar-
 keting Management 29. Saatavilla www-muodossa: <
[https://regent.blackboard.com/bbcswebdav/pid-3433175-dt-content-rid-
 322578_4/institution/School%20of%20GLE/Course%20Materials/BMBA/BMBA632/P
 eriod%206/Issues%20in%20Supply%20Chain%20Management%20.pdf](https://regent.blackboard.com/bbcswebdav/pid-3433175-dt-content-rid-322578_4/institution/School%20of%20GLE/Course%20Materials/BMBA/BMBA632/Period%206/Issues%20in%20Supply%20Chain%20Management%20.pdf)> [Viitattu
 22.10.2017]

Lee, H, Padmanabhan, V. & Whang S. Information Distortion in a Supply Chain: The
 Bullwhip Effect (1997). Department of Industrial Engineering and Engineering Man-
 agement, Stanford University. Saatavilla www-muodossa: <
[http://web.b.ebscohost.com.libproxy.tut.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=8d8a
 2796-563c-433c-a8e4-a724563c57b9%40sessionmgr101](http://web.b.ebscohost.com.libproxy.tut.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=8d8a2796-563c-433c-a8e4-a724563c57b9%40sessionmgr101)> [Viitattu 21.10.2017]

Madenas, N., et. al. An analysis of supply chain issues relating to information flow dur-
 ing the automotive product development (2015). Journal of Manufacturing Technology
 Management, Vol. 26 No. 8. Saatavilla www-muodossa:
 <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/JMTM-02-2014-0008>> [Viitattu
 22.10.2017]

Mathieson, M. (2017). Blockchain starts to prove its value outside of finance. Computer
 weekly. Saatavilla www-muodossa: <
[http://www.computerweekly.com/feature/Blockchain-starts-to-prove-its-value-outside-
 of-finance](http://www.computerweekly.com/feature/Blockchain-starts-to-prove-its-value-outside-of-finance)> [Viitattu 4.3.2018]

Mattila, Seppälä & Holmström. Product-centric Information Management: A Case
 Study of a Shared Platform with Blockchain Technology (2016). Industry Studies Assoc-
 iation Conference. Saatavilla www-muodossa:
 <<http://escholarship.org/uc/item/65s5s4b2#page-2>> [Viitattu 7.9.2017]

Meiklejohn, S. et. al. A Fistful of Bitcoins: Characterizing Payments Among Men with
 No Names (2013). Proceedings of the 2013 conference on Internet measurement confer-
 ence. Saatavilla www-muodossa: <

<http://web.a.ebscohost.com.libproxy.tut.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=e82be2c0-9e33-471f-9c3d-4e28660990fd%40sessionmgr4010>> [Viitattu 19.10.2017]

Mills, D. et. al. Distributed ledger technology in payments, clearing and settlement (2016). Finance and Economics Discussion Series Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs Federal Reserve Board, Washington, D.C. Saatavilla [www-muodossa: < https://www.federalreserve.gov/econresdata/feds/2016/files/2016095pap.pdf >](https://www.federalreserve.gov/econresdata/feds/2016/files/2016095pap.pdf) [Viitattu 21.10.2017]

Pecker, M. Do You Need a Blockchain? This chart will tell you if the technology can solve your problem (2017). Blockchain World. Saatavilla [www-muodossa: < http://ieeexplore.ieee.org.libproxy.tut.fi/stamp/stamp.jsp?arnumber=8048838 >](http://ieeexplore.ieee.org.libproxy.tut.fi/stamp/stamp.jsp?arnumber=8048838) [Viitattu 20.10.2017]

Porter, M.E.: Competitive Advantage (1985). New York: Free Press.

Rao, P. & Holt, D. Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance? (2005)

Samaddar, S., Nargundkar, S. & Daley, M. Inter-organizational information sharing: the role of supply network configuration and partner goal congruence (2006). European Journal of Operational Research, Vol. 147 No. 2. Saatavilla [www-muodossa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221705002407?via%3Dihub >](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221705002407?via%3Dihub) [Viitattu 22.10.2017]

Scott, M. (2017). Innovation percolates when coffee meets the blockchain. Nasdaq. Saatavilla [www-muodossa: < https://www.nasdaq.com/article/innovation-percolates-when-coffee-meets-the-blockchain-cm774790 >](https://www.nasdaq.com/article/innovation-percolates-when-coffee-meets-the-blockchain-cm774790) [Viitattu 7.3.2018]

Skjøtt-Larsen, T. et. al. Managing the Global Supply Chain (2007). Copenhagen Business School Press. Saatavilla [www-muodossa: < https://ebookcentral.proquest.com/lib/tut/reader.action?docID=3400801 >](https://ebookcentral.proquest.com/lib/tut/reader.action?docID=3400801) [Viitattu 19.10.2017]

Storås, N. Lohkoketjuteknologia pähkinäkuoressa – tämä kannattaa tietää (2016). Tivi. Saatavilla [www-muodossa: <\[http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/lohkoketjuteknologia-pahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa-6537904\]\(http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/lohkoketjuteknologia-pahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa-6537904\)>](http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/lohkoketjuteknologia-pahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa-6537904) [Viitattu 20.10.2017]

Swan, M. Blockchain: Blueprint for a New Economy (2015). O'Reilly Media, Inc.

Tran, T., Childerhouse, P & Deakins, E. Supply chain information sharing: challenges and risk mitigation strategies (2016). Journal of Manufacturing Technology Management Vol. 27 No. 8. Saatavilla

<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/JMTM-03-2016-0033>> [Viitattu 21.10.2017]

Vanpoucke, E., Boyer, K.K. & Vereecke, A. Supply chain information flow strategies: an empirical taxonomy (2009). *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29 No. 2. Saatavilla [www-muodossa: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/01443570911005974>](http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/01443570911005974) [Viitattu 22.10.2017]

Viitala, J. Lohkoketju - internetin seuraava megatrendi on jo täällä (2016). *Tekniikka & Talous*. Saatavilla [www-muodossa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/lohkoketju-internetin-seuraava-megatrendi-on-jo-taalla-6599124>](http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/lohkoketju-internetin-seuraava-megatrendi-on-jo-taalla-6599124) [Viitattu 7.9.2017]

White M. A global trade platform using blockchain technology aimed at improving the cost of transportation, lack of visibility and inefficiencies with paper-based processes (2018). Saatavilla [www-muodossa: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/01/digitizing-global-trade-maersk-ibm/>](https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/01/digitizing-global-trade-maersk-ibm/) [Viitattu 21.3.2018]

Yli-Huumo, J. et. al. Where is Current Research on Blockchain Technology? (2016). *PLOS ONE Research article*. Saatavilla [www-muodossa: <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0163477&type=printable>](http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0163477&type=printable) [Viitattu 7.9.2017]

Zhou, H. & Benton Jr W.C. Supply chain practice and information sharing. (2007). *Journal of Operations Management* 25 (2007). Saatavilla [www-muodossa: <https://ac.els-cdn.com/S0272696307000113/1-s2.0-S0272696307000113-main.pdf?_tid=4d05b253-26cd-4e29-bfb1-e91b25fc11c0&acdnat=1520432309_590c1f2deae051d7f4d13da6398d0ca2>](https://ac.els-cdn.com/S0272696307000113/1-s2.0-S0272696307000113-main.pdf?_tid=4d05b253-26cd-4e29-bfb1-e91b25fc11c0&acdnat=1520432309_590c1f2deae051d7f4d13da6398d0ca2) [Viitattu 7.3.2018]