

Eetu Periviita

# LOHKOKETJUTEKNOLOGIA TOIMITUS- KETJUN LÄPINÄKYVYYDEN MAHDOL- LISTAJANA

Kandidaatintyö  
Johtamisen ja talouden tiedekunta  
Tarkastaja: Pasi Hellsten  
Joulukuu 2022

# TIIVISTELMÄ

Eetu Periviita: Lohkoketjuteknologia toimitusketjun läpinäkyvyyden mahdollistajana  
Blockchain technology for increasing supply chain transparency  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Tietojohtaminen  
Joulukuu 2022

---

Modernit toimitusketjut ulottuvat kansallisten rajojen yli ja alihankintaketjut voivat koostua kymmenistä toimijoista. Toimitusketjujen globaalius ja kompleksisuus luovat monia haasteita toimitusketjun hallintaan; kokonaisvaltaisen tiedon tuottaminen koko toimitusketjun mitalta on vaikeaa, ellei mahdotonta. Organisaatioiden kyvyttömyys ymmärtää täysin omaa toimitusketjuaan voi mahdollistaa epäeettistä toimintaa toimitusketjuissa. Läpinäkyvyyden puute aiheuttaa myös toiminnallisia ongelmia ja kommunikaation katkoksia toimitusketjuissa, tehden niistä riskialttiita ongelmille. Lohkoketjuteknologiaa pidetään yhtenä potentiaalisimmista ratkaisuista toimitusketjujen läpinäkyvyyden parantamiseen.

Tässä kandidaatintyössä tutkitaan, miten toimitusketjun läpinäkyvyyttä voidaan lisätä lohkoketjuteknologian avulla. Termi läpinäkyvyys ja toimitusketju on määritelty tässä tutkimuksessa laajasti. Toimitusketjulla tarkoitetaan kaikkia tuotannon ja logistiikan vaiheita raaka-aineiden louhinnasta loppukäyttöön asti. Toimitusketjun läpinäkyvyys tarkoittaa yksinkertaisimmillaan sitä, kuinka paljon tietoa yritys jakaa toimitusketjustaan. Tässä tutkimuksessa läpinäkyvyyttä lähestytään kolmelta tasolta: mitä läpinäkyvyyden kannalta relevantti tieto on, kuka sitä jakaa ja kenelle, ja onko tiedon jakaminen aktiivista vai passiivista? Lohkoketjuteknologian uskotaan mullistavan toimitusketjujen hallintaa ja siitä ennustetaan ratkaisua nimenomaan läpinäkyvyyden lisäämiseen. Lohkoketjuteknologia itsessään perustuu läpinäkyvyyteen: lohkoketjut ovat muuttumattomia ja hajautettuja tietokantoja, joihin tallennettua tietoa ei käytännössä voi muuttaa jälkikäteen.

Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Tutkimusaineiston avulla määritellään, mistä läpinäkyvyys koostuu lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa: mitä tietoa verkostossa jaetaan, kuka tietoa jakaa, ja kenelle tietoa jaetaan. Lohkoketjuteknologian kykyä lisätä toimitusketjun läpinäkyvyyttä arvioidaan lohkoketjuteknologiaan liittyvien läpinäkyvyyttä lisäävien tekijöiden kautta, mutta tutkimuksessa tunnistetaan myös sellaisia läpinäkyvyyden rajoitteita, joihin lohkoketjuteknologia ei tarjoa ratkaisua.

Tutkimuksessa tunnistettiin useita läpinäkyvyyttä lisääviä tekijöitä. Näistä keskeisimpiä ovat lohkoketjuteknologian läpinäkyvyyttä lisäävät teknologisten ominaisuuksien lisäksi verkoston luominen ja sidosryhmien monipuolisempi osallistaminen tiedonvaihtoon. Läpinäkyvyyttä voidaan erityisesti lisätä yhteistyössä muiden teknologioiden kanssa. Tutkimuksessa tunnistettiin myös selkeitä rajoitteita läpinäkyvyyden lisäämiselle. Lohkoketjuteknologiaan perustuvassa toimitusketjussa läpinäkyvyyttä rajoittaa ainakin luottamuksellinen tieto. Lisäksi tiedon suojaaminen ja väärän tai puutteellisen tiedon jakaminen ovat riskejä. Toistaiseksi lohkoketjuteknologian alhainen maturiteetti ja standardien puute heikentävät myös teknologian hyödyntämistä läpinäkyvyyden lisäämisessä.

Avainsanat: toimitusketjun läpinäkyvyys, lohkoketjuteknologia, blockchain, toimitusketjun hallinta

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ALKUSANAT

Tämän kandidaatintyön aihe valikoitui puhtaasta mielenkiinnosta toimitusketjun läpinäkyvyyttä kohtaan. Toimitusketjun läpinäkyvyys on kiehtova ilmiö, mutta ei vielä jokapäiväistä todellisuutta. Sama pätee lohkoketjuteknologiaan. Lohkoketjuteknologia oli itselleni täysi mysteeri, mutta sain kunnian tutustua siihen näiden muutaman kuukauden aikana.

Kiitos työn ohjaajalle Pasi Hellstenille, sekä kaikille työn lukeneille opponoinneista.

Tampereella, 16.12.2021

Eetu Periviita

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Kohdeilmiön rajaus .....	2
1.2 Tutkimusongelma.....	2
1.3 Tutkimuksen tavoitteet .....	3
2. TOIMITUSKETJUT JA LÄPINÄKYVYYS.....	4
2.1 Toimitusketjun hallinta.....	4
2.2 Toimitusketjun läpinäkyvyys.....	5
2.3 Toimitusketjun läpinäkyvyyden haasteet .....	7
3. LOHKOKETJUTEKNOLOGIA TOIMITUSKETJUN HALLINNASSA .....	8
3.1 Lohkoketjuteknologia .....	8
3.2 Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjun hallinnassa .....	9
4. TUTKIMUSMENETELMÄ- JA AINEISTO .....	12
4.1 Tutkimusmenetelmä.....	12
4.2 Tutkimusaineisto .....	13
5. TOIMITUSKETJUN                      LÄPINÄKYVYYDEN                      LISÄÄMINEN LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN AVULLA.....	16
5.1 Tieto lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa.....	16
5.2 Tiedon jakaminen lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa .....	17
5.3 Toimitusketjun läpinäkyvyyttä lisäävät tekijät .....	18
5.4 Toimitusketjun läpinäkyvyyden rajoitteet .....	19
6. PÄÄTELMÄT .....	22
6.1 Tutkimuksen tulokset .....	22
6.2 Tutkimuksen arviointi .....	23
6.3 Jatkotutkimusmahdollisuudet .....	24
LÄHTEET .....	26
LIITTEET.....	30
LIITE 1: Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineisto .....	30

# 1. JOHDANTO

Raeste ja Sokala (2020, s. 155) kirjoittavat kirjassaan *Maailman 50 vaarallisinta yhtiötä* Brasilian lihantuottajien toimitusketjun eettisestä valvonnasta: ”Brasilian suuret lihantuottajat olivat tehneet 2009 liittovaltion ja ympäristöjärjestö Greenpeacen kanssa sopimuksen, jossa ne lupasivat olla ostamatta karjaa tiloilta, jotka sijaitsivat äskettäin hakatuilla [Amazonin sademetsän] alueilla. Yhtiöt lupasivat valvoa suorien karjantoimittajien lisäksi koko sitä toimitusketjua, joka myy karjan yritysten lihantoimittajille.” Kaikki yhtiöt rikkoivat sopimusta. Vuonna 2021 ympäristöjärjestö WWF ilmoitti luopuvansa MSC-sertifioidun kalan automattisesta suosittelusta kalaoppaassaan (Helsingin Sanomat, 2021). Tällaiset uutiset pakottavat kysymään, kertovatko yritysten lupaukset, standardit ja sertifikaatit tarpeeksi tuotteiden aikaansaamiseksi vaadituista resursseista?

Guo et al. (2020) korostavat oikean tiedon tuottamisen olevan sertifikaatteja ja standardeja tärkeämpää. Toimitusketjuihin liittyvän tiedon tuottamista kutsutaan toimitusketjun informaatiovirran hallinnaksi. Raesteen ja Sokalan (2020, s. 155) mukaan ”yritykset eivät ole rakentaneet järjestelmiä, joilla ne pystyisivät uskottavasti valvomaan tuotantoa koko ketjun mitalta”. Lohkoketjuteknologiaa pidetään potentiaalisena ratkaisuna tällaisen järjestelmän luomiseen. Lohkoketjuteknologiaan (engl. *blockchain*) kohdennetaankin paljon odotuksia toimitusketjun hallinnan kentällä. Koko toimitusketjunsä informaatiovirtaa hallitsemalla yritykset pystyvät vastaamaan toisten yhtiöiden, kuluttajien, sijoittajien ja lainsäätäjätien lisääntyneisiin vaatimuksiin toimitusketjun läpinäkyvyydestä.

Toimitusketjun läpinäkyvyys tarkoittaa yksinkertaisimmillaan sitä, kuinka paljon yritys jakaa tietoa toimitusketjuun (James & Montgomery, 2017). Toimitusketjun läpinäkyvyyden lisääminen vaatii organisaatioilta panostuksia tiedon keräämiseen, hallintaan ja jakamiseen. Käytännössä toimitusketjun läpinäkyvyyttä rajoittaa myös luottamuksellinen tieto (Xu et al., 2021) ja kilpailuedun kannalta kriittinen tieto (Ghode et al., 2022). Tässä kandidaatintyössä lähestytään ilmiötä tiedonhallinnallisesta näkökulmasta. Tässä kandidaatintyössä tutkitaan, miten toimitusketjun läpinäkyvyyttä voidaan lisätä lohkoketjuteknologian avulla.

Tutkielman rakenne on seuraavanlainen. Luvuissa 2 ja 3 esitellään tutkimuksen kannalta keskeistä teoriaa kirjallisuuden avulla: luvussa 2 määritellään toimitusketjun hallinta ja

toimitusketjun läpinäkyvyys, ja luvussa 3 esitellään lohkoketjuteknologiaa ja sen hyödyntämistä toimitusketjun hallinnan kentällä. Varsinainen tutkimus toteutetaan systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Tutkimusmenetelmää ja -aineistoa esitellään luvussa 4. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen synteesi on luvussa 5. Luku 6 sisältää tutkimuksen tulokset, arvioinnin ja jatkotutkimusmahdollisuudet.

## 1.1 Kohdeilmiön rajaus

Vaatimukset toimitusketjuihin liittyvän tiedon julkistamista kohtaan on lisääntynyt (Bhaduri & Ha-Brookshire, 2011), eivätkä yritykset ole kyenneet vastaamaan näihin vaatimuksiin riittävän nopeasti. Siksi toimitusketjujen läpinäkyvyys on ajankohtainen tutkimusaihe. Toimitusketjun läpinäkyvyyden edistäminen tarkoittaisi yritykselle valtaviin datamäärien keräämistä, varastoimista, analysoimista ja jakamista.

Toimitusketjun läpinäkyvyyden lisäämiseen ei ole yhtä soveltuvinta teknologista ratkaisua. Keskeisiä teknologioita ovat RFID-sirut, teollinen esineiden internet (engl. *Industrial Internet of Things, IIoT*) sekä lohkoketjuteknologia. Tässä tutkimuksessa tutkitaan lohkoketjuteknologiaa, koska sen varaan kohdistetaan runsaasti odotuksia. Se on toimitusketjun läpinäkyvyyden kannalta myös erittäin mielenkiintoinen teknologia, sillä sen ominaisuuksiin kuuluu korkea tiedon läpinäkyvyyden taso. On kuitenkin hyvä huomata, että tutkimuksissa (Zelbst et al., 2019; Guo et al., 2020) korostetaan usein teknologioiden yhteistyön tärkeyttä.

Lohkoketjuteknologia avulla voidaan ratkaista myös monia muita toimitusketjun hallinnan haasteita: sen avulla voidaan esimerkiksi parantaa toimitusketjujen nopeutta ja tietoturvaa (Dutta et al. 2020). Tässä tutkimuksessa keskitytään kuitenkin ainoastaan toimitusketjun läpinäkyvyyden parantamiseen lohkoketjuteknologian avulla.

## 1.2 Tutkimusongelma

Monimutkaisten, maailmanlaajuisten toimitusketjujen hallinta on vaikeaa. Organisaatioiden kyvyttömyys ymmärtää täysin omaa toimitusketjuaan voi mahdollistaa epäeettistä toimintaa toimitusketjun eri vaiheissa. Läpinäkyvyyden puute aiheuttaa myös toiminnallisia ongelmia ja kommunikaation katkoksia toimitusketjuissa, tehden niistä riskialttiita ongelmille.

Toimitusketjujen läpinäkyvyyttä rajoittaa yritysten haluttomuus julkaista tietoa toimitusketjustaan. Toinen suuri rajoittaja on toimitusketjujen monimutkaisuus: informaatiovirran hallinta on usein hidasta, työlästä ja kallista. Lohkoketjuteknologia on nouseva teknologia toimitusketjun hallinnan kentällä. Tämä tutkimus vastaakin kysymykseen:

- Miten lohkoketjuteknologian avulla voidaan parantaa toimitusketjun läpinäkyvyyttä?

Päätutkimuskysymykseen vastatakseen täytyy tutkimuksessa määritellä, mistä läpinäkyvyys koostuu lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa: mitä tietoa verkostossa jaetaan, kuka tietoa jakaa, ja kenelle tietoa jaetaan. Lohkoketjuteknologian kykyä lisätä toimitusketjun läpinäkyvyyttä arvioidaan sekä läpinäkyvyyttä lisäävien että rajoittavien tekijöiden avulla. Päätutkimuskysymykseen vastataan siis seuraavien alatutkimuskysymysten avulla:

- Mistä läpinäkyvyys koostuu lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa?
- Mitkä lohkoketjuteknologian ominaisuudet lisäävät toimitusketjun läpinäkyvyyttä?
- Mitä läpinäkyvyyden haasteita lohkoketjuteknologialla ei voida ratkaista?

### **1.3 Tutkimuksen tavoitteet**

Lohkoketjuteknologian soveltaminen toimitusketjun hallinnan kentällä on uusi ilmiö. Teknologian maturiteetti on alhainen ja sen ominaisuudet ovat suurelle yleisölle yhä tuntemattomat. Lohkoketjuteknologiaan itseensä liitetään usein termi läpinäkyvyys, sillä siinä yhdistyvät hajautettu tiedon omistus, avoin tiedonjako ja tiedon muuttumattomuus.

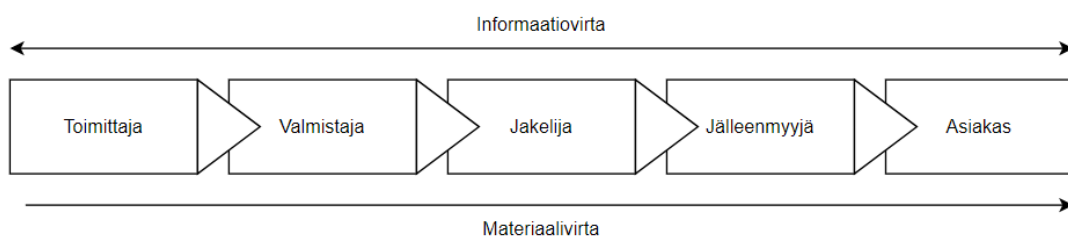
Tämän tutkimuksen tavoitteena on yhdistää lohkoketjuteknologian läpinäkyvyyttä lisäävät ominaisuudet laajempaan kontekstiin, eli koko toimitusketjun läpinäkyvyyteen. Tavoitteena on tunnistaa lohkoketjuteknologian keskeisiä hyötyjä ja rajoitteita läpinäkyvyyden tavoittelussa. Tutkimusaineiston valinnassa ei määritelty tiettyä toimialaa: tavoitteena on siis myös yhdistää tietämystä eri toimialoilta.

## 2. TOIMITUSKETJUT JA LÄPINÄKYVYYS

Tässä luvussa esitellään toimitusketjujen hallintaan liittyvää keskeistä teoriaa ja määritellään keskeiset käsitteet. Tämä luku koostuu kolmesta alaluvusta. Ensimmäisessä alaluvussa käsitellään toimitusketjun hallintaa yleisesti. Toisessa alaluvussa määritellään toimitusketjun läpinäkyvyys ja kolmannessa alaluvussa esitellään läpinäkyvyyden haasteita perinteisen toimitusketjun hallinnan näkökulmasta.

### 2.1 Toimitusketjun hallinta

Toimitusketju on toimijoiden verkosto, joka tarvitaan tietyn tuotteen tuottamiseen ja toimittamiseen loppuasiakkaalle. Tähän verkostoon kuuluvat tuottajat, toimittajat, jakelijat ja jälleenmyyjät. Toimitusketju sisältää kaikki vaiheet raaka-aineiden tuottamisesta lopputuotteen käyttöönottoon, sisältäen tarvittavat kuljetukset ja varastoinnit. (Hayes, 2022). Kuvassa 1 on esimerkki yksinkertaisesta toimitusketjusta.



**Kuva 1:** Perinteinen toimitusketju

Tavaran, tiedon ja rahan liikettä toimitusketjussa kuvataan erilaisten virtojen avulla. Materiaalivirtaan kuuluvat materiaalien kuljettaminen ja varastointi; informaatiovirtaan kuuluu kaikki toimitusketjuun liittyvä tieto, kuten sopimukset, transaktiot ja ennusteluvut (Logistiikan Maailma, 2022). Seuraavassa alaluvussa käsitellään tarkemmin toimitusketjun läpinäkyvyyden kannalta relevanttia tietoa.

Toimitusketjun hallinta (engl. *supply chain management*) syntyi 1980-luvulla laajentamaan logistiikan käsitettä (Felea & Albăstroiu, 2013). Alan pioneerien Oliverin & Webberin (1982) mukaan toimitusketjun hallintaan kuuluu toimitusketjujen suunnittelu, implementointi ja hallinta (engl. *control*). Toimitusketjun hallintaan kuuluu kaikki vaiheet raaka-aineista lopputuotteeseen (Oliver & Webber, 1982). Tan et al. (2020) laajentavat käsitteen koskemaan myös mahdollista raaka-aineiden tai lopputuotteiden uusiokäyttöä tai



kierrätystä. Toimitusketjun hallinnasta käytetään myös suppeampia määritelmiä, mutta toimitusketjun läpinäkyvyyden näkökulmasta kokonaisvaltainen määritelmä on relevantti.

## 2.2 Toimitusketjun läpinäkyvyys

Toimitusketjun läpinäkyvyydelle (engl. *supply chain transparency*) ei ole yksiselitteistä määritelmää. Läpinäkyvyys koostuu liiketoimintaa koskevan tiedon näkyvyydestä (engl. *visibility*) sekä saatavuudesta (engl. *accessibility*) (Merriam-Webster, 2022). Toimitusketjun läpinäkyvyyden yhteydessä käytetään usein myös termiä jäljitettävyys (engl. *traceability*). Kirjallisuudessa eri termejä käytetään sekä rinnakkaisina, että toisiaan täydentävinä, mutta usein läpinäkyvyys (engl. *transparency*) nähdään kattoterminä.

Useimmiten toimitusketjun läpinäkyvyys määritellään sen mukaan, kuinka paljon yritys jakaa tietoa toimitusketjustaan (James & Montgomery, 2017). Toimitusketjun eri vaiheissa syntyy runsaasti tietoa, joten ei ole yhdentekevää minkä tiedon jakamisesta läpinäkyvyyden yhteydessä puhutaan. Rawlins (2008, s. 75) korostaa, että läpinäkyvyyteen kuuluu sekä positiivisen että negatiivisen tiedon täsmällinen, oikea-aikainen, puolueeton ja yksiselitteinen jakaminen.

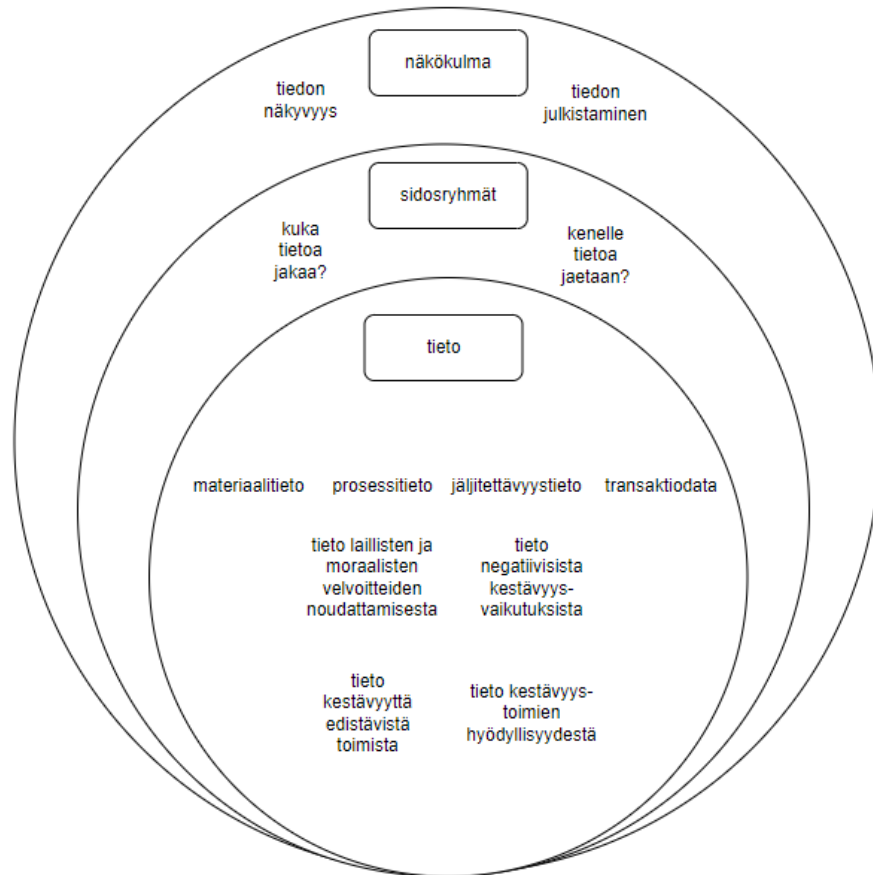
Schäfer (2022) pyrkii luomaan kokonaisvaltaista ymmärrystä läpinäkyvyydestä toimitusketjujen ja kestävyuden (engl. *sustainability*) konteksteissa. Schäfer (2022) jakaa toimitusketjun läpinäkyvyyden kolmeen tasoon:

1. tieto (engl. *sustainable supply chain information*)
2. sidosryhmät (engl. *involved stakeholders*)
3. näkökulma (engl. *perspective of sustainable supply chain transparency*).

Ensimmäisellä tasolla kyse on siitä, mitä tietoa jaetaan. Schäfer (2022) jakaa toimitusketjuihin liittyvän tiedon kahdeksaan kategoriaan. Kuvassa 2 on Schäferin (2022) tutkimusta mukaileva viitekehys toimitusketjun läpinäkyvyydelle.

Materiaalitieto, prosessitieto, jäljitettävyystieto (engl. *traceability information*) ja transaktiodata ovat perustietoa toimitusketjusta. Materiaali- ja prosessitieto koostuu raaka-aineista, energiasta, työvoimasta ja tuotantotavasta (Schäfer, 2022), jotka vaaditaan asiakastarpeeseen vastaamiseksi. Asiakastarpeeseen vastaaminen on pohjimmiltaan koko toimitusketjun olemassaolon tarkoitus (Felea & Albăstroi, 2013). Jäljitettävyystieto viittaa toimitusketjuun osallistuviin toimijoihin liittyvään tietoon: keitä toimijat ovat, missä

maassa he toimivat ja mikä on heidän roolinsa toimitusketjussa? Transaktiodataa kertyy useissa toimitusketjun vaiheissa ja sillä on erityisesti taloudellista arvoa. (Schäfer, 2022)



**Kuva 2:** Toimitusketjun läpinäkyvyyden osa-alueet (mukaillen Schäfer, 2020, s. 16)

Neljä muuta kategoriala Schäferin (2022) jaottelussa ovat tieto laillisten ja moraalisten velvoitteiden noudattamisesta, tieto negatiivisista kestävyysvaikutuksista, tieto kestävyyttä edistävästä toimista sekä tieto näiden kestävyystoimien hyödyllisyydestä. Nämä ovat huomattavasti moniselitteisempiä, subjektiivisempia ja vaikeammin mitattavissa olevia, kuin materiaali-, prosessi-, ja jäljitettävyystiето tai transaktiodata.

Toisella tasolla eli sidosryhmätasolla kyse on siitä, kuka tietoa jakaa ja kenelle. Toimitusketjussa tiedon vaihtoa tapahtuu vähintäänkin suoraan tekemisissä olevien toimijoiden kesken. Toimitusketjuun liittyvästä tiedosta kiinnostuneita sidosryhmiä ovat esimerkiksi toiset yhtiöt, kuluttajat, sijoittajat ja lainsäätäjät (Schäfer, 2022). Toimitusketjuihin liittyvää tietoa toimitusketjun ulkopuolelle jakaa usein vain kuluttajarajapinnassa toimiva yritys, mutta myös kansalaisjärjestöillä on oma roolinsa erityisesti ympäristöön ja sosiaalisiin vaikutuksiin liittyvän tiedon julkituonnissa. (Schäfer, 2022)

Läpinäkyvyyden kolmannella tasolla läpinäkyvyys on jaettu kahteen alakäsitteeseen: passiiviseen tiedon näkyvyyteen (engl. *visibility*) ja aktiiviseen tiedon jakamiseen (engl.

*disclosure*). Näkyvyys tarkoittaa, että tieto on olemassa ja se on sidosryhmien saatavilla. Tiedon jakaminen tarkoittaa, että tietoa toimitusketjusta jaetaan aktiivisesti ja se voi perustua välttämättömyyteen tai vapaaehtoisuuteen. (Schäfer, 2022)

Läpinäkyvyyden lisäämisessä on pohjimmiltaan kyse tiedon keräämisestä ja jakamisesta. Siksi se kytkeytyy hyvin vahvasti toimitusketjun informaatiovirran hallintaan.

### **2.3 Toimitusketjun läpinäkyvyyden haasteet**

Informaatiovirran hallinta vaikuttaa keskeisesti toimitusketjun suorituskykyyn ja informaatioteknologialla on keskeinen rooli informaatiovirran hallinnan parantamisessa (Kaipia, 2009). Tiedon jakaminen kaikkien toimijoiden välillä koko toimitusketjussa on hyvin harvinaista. Toimijoiden on päätettävä, kuinka monelle portaalle ylä- ja alavirtaan tietoa jaetaan (Kumar & Pugazhendhi, 2012). Päätökseen vaikuttavat syyt ovat niin taloudellisia, kuin käytännöllisiäkin.

Läpinäkyvyyden tavoittelu voi olla vaikeaa, aikaa vievää ja kallista; toimittajaverkostot voivat koostua sadoista tai tuhansista toimijoista. Tietoa joudutaan aina yksinkertaistamaan (Gardner et al., 2019), mikä tekee kokonaisvaltaisen informaation tuottamisesta vaikeaa. Keskeinen osa toimitusketjun informaatiovirtaa koostuu dokumentaatiosta (Dutta et al., 2020), kuten sopimuksista, rahtikirjoista ja ostomääräyksistä. Kuitenkin sidosryhmien vaatima tieto esimerkiksi ympäristövaikutuksista ja sosiaalisista riskeistä on uutta monille organisaatioille; keinoja ja prosesseja tällaisen tiedon tuottamiseen ei yksinkertaisesti välttämättä ole olemassa. Uudenlaisen tiedon tuottaminen voikin aiheuttaa toimintojen monimutkaistumista (Montecchi et al., 2021).

Läpinäkyvyyden lisääminen ei ole yrityksen näkökulmasta kaikilta osin edes tavoiteltavaa ja yritykset pyrkivät suojaamaan toimintaansa koskevaa tietoa kilpailijoilta (Li et al., 2022). Toimitusketjua koskevan tiedon suojaamisella voi olla strateginen tai riskienhallinnallinen funktio. Toimitusketjuihin liittyy myös paljon luottamuksellista tietoa (Xu et al., 2021), jonka jakaminen ei voi olla sopimuksella estetty tai se vaatisi useiden eri toimijoiden hyväksynnän. Toimitusketjun ympäristöllisistä ja sosiaalisista vaikutuksista tiedottaminen voi myös aiheuttaa negatiivisia reaktioita sidosryhmissä (Gardner et al., 2019; s. 171).

## 3. LOHKOKETJUTEKNOLOGIA TOIMITUSKETJUN HALLINNASSA

Lohkoketjuteknologiaa pidetään yhtenä 2000-luvun suurimmista innovaatioista. Teknologialla on ilmeistä potentiaalia myös toimitusketjujen hallinnan kentällä (Dutta et al., 2020) ja teknologiaa kuvailtaessa esiin nousee vääjäämättä termi läpinäkyvyys. Lohkoketjun historia kytkeytyy vahvasti kryptovaluuttoihin. Nakamoto (2008) esittelee artikkelissaan "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*" lohkoketjun keskeistä toimintaa ja artikkelin myötä termin "lohko" (engl. *block*) käyttö yleistyi. 2010-luvulla lohkoketjuteknologian potentiaalia on tutkittu useilla eri aloilla, kuten toimitusketjun hallinnan kentällä.

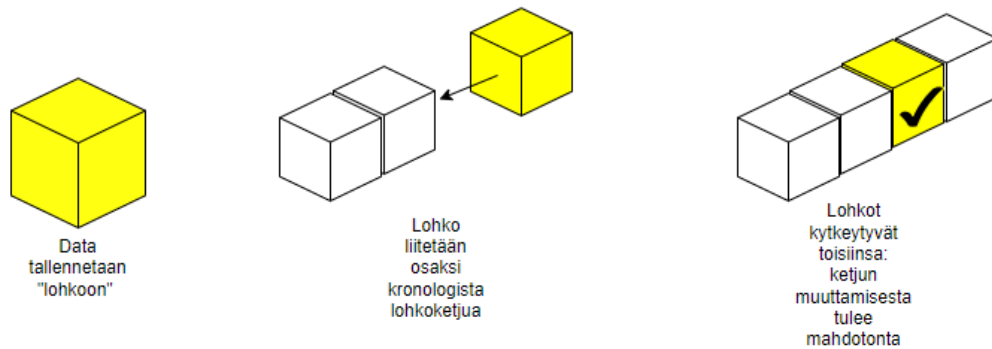
Tämä osio koostuu kahdesta alaluvusta. Ensimmäisessä alaluvussa esitellään lohkoketjuteknologiaa yleisesti. Toisessa alaluvussa käsitellään sen käyttöä ja potentiaalia toimitusketjujen hallinnan kentällä.

### 3.1 Lohkoketjuteknologia

Lohkoketju (engl. *blockchain*) on hajautettu tietokanta, jota jaetaan ketjuun kuuluvien tahojen kesken. Hajauttaminen tarkoittaa, että lohkoketjuun tallennettu informaatio tallennetaan useille palvelimille eli solmuihin (engl. *node*). (IBM, 2022) Esimerkiksi Bitcoinin lohkoketjussa näitä palvelimia ylläpitävät yksityishenkilöt omilla tietokoneillaan – toimitusketjujen kontekstissa taas jokainen toimija voi muodostaa verkkoon solmun. Lohkoketju voi siis olla julkinen, jolloin kuka tahansa voi liittyä osaksi lohkoketjua, tai suljettu, jolloin vain määritetyt tahot muodostavat verkoston (IBM, 2022). Lohkoketju eroaa perinteisestä keskitetystä tiedon varastoinnista siinä, että dataa ei hallinnoi ja omista mikään yksittäinen taho.

Lohkoketjuun tallennetaan transaktioita kronologisessa järjestyksessä: teknologiaa kuvataankin usein termillä hajautettu tilikirja (engl. *distributed ledger*). Transaktiot vahvistetaan kollektiivisesti lohkoketjun osapuolten kesken (Rao et al., 2021), ja kaikilla lohkoketjuun kuuluvilla on kopio samasta tilikirjasta – lohkoketjussa tiedosta vallitsee siis vain yksi, kollektiivisesti hyväksytty totuus. Transaktioita voivat olla esimerkiksi kirjaukset tapahtumista, rahansiirrot, dokumenttien todentamiset, allekirjoitukset, tai esimerkiksi henkilöllisyyden todentaminen (NorthCrypto, 2022). Lohkoketju rakentuu kronologisesti lohkoista, jotka sisältävät dataa. Lohkoketjun rakentuminen on kuvattu kuvassa 3. Tieto tallennetaan lohkoon; käytännössä lohkoon voidaan tallentaa mitä tahansa dataa (IBM,

2022). Dataa voidaan tallentaa joko suoraan lohkoketjuun (engl. *on-chain*) tai lohkoketjun ulkopuolelle (engl. *off-chain*), perinteiseen keskitettyyn tietokantaan. Lohkot kytkeytyvät toisiinsa siten, että ketjuun kuuluvan lohkon sisältöä on käytännössä mahdotonta muuttaa jälkikäteen (Nakamoto, 2008) mikä tekee teknologiasta turvallisen liiketoimintatiedon hallinnan kannalta (Dutta et al., 2019).



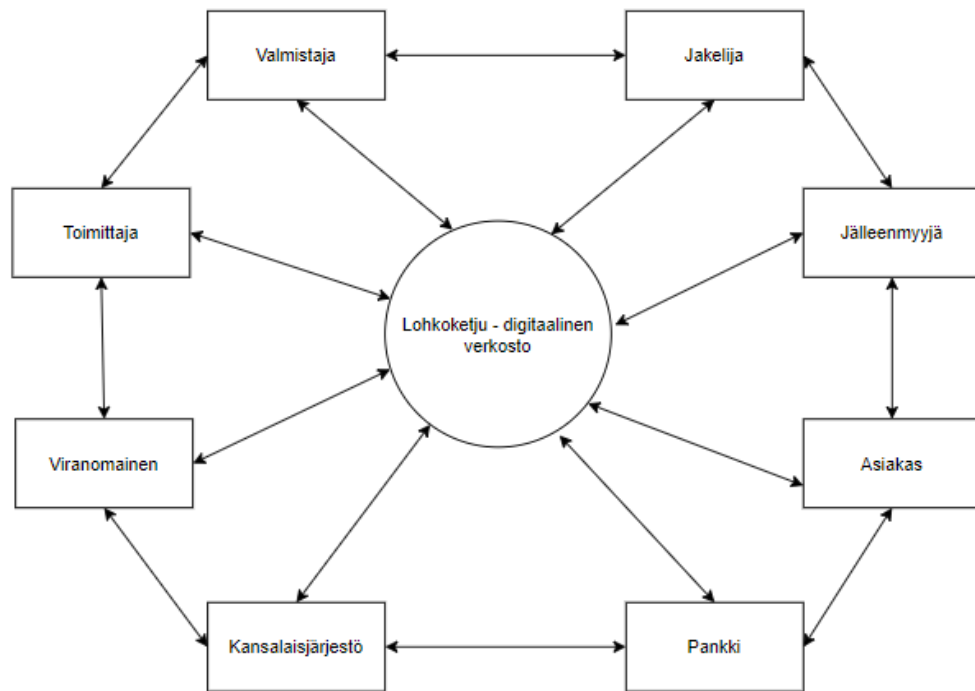
**Kuva 3:** Lohkoketjun rakentuminen (mukailten IBM, 2022)

Lohkoketjuteknologian sovelluksissa hyödynnetään usein myös muita teknologioita. Lohkoketjujen yhteydessä esiin nousee usein älysopimukset (engl. *smart contract*). Älysopimukset ovat käytännössä lyhyitä tietokoneohjelmia, jotka toteuttavat sopimuksen ohjelmaan koodattujen parametrien toteutuessa (Leka et al., 2019). Esimerkiksi maksu voidaan suorittaa välittömästi, kun toinen osapuoli on täyttänyt omat ehtonsa sopimuksesta. Älysopimusten lisäksi esimerkiksi tekoälyä, robotiikkaa, joukkoistamista ja erityisesti IoT-teknologiaa kehitetään yhdessä lohkoketjuteknologian kanssa (Gurtu & Johny, 2019). Rao et al. (2021) korostavat, että lohkoketju kuljettaa dataa, eikä varsinaisesti varastoi sitä. Siksi lohkoketjuteknologian yhteydessä esiin nousee usein myös big data -teknologiat ja RFID-sirut, joiden avulla toimitusketjuihin liittyvää dataa voidaan varsinaisesti kerätä ja hallinnoida.

### 3.2 Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjun hallinnassa

Lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää monin eri tavoin toimitusketjun hallinnassa. Kuvassa 4 on havainnekuva lohkoketjuteknologiaan perustuvasta ekosysteemistä, jossa on keskeisten toimijoiden lisäksi keskeisiä sidosryhmiä mukana. Lohkoketjuun dataa voivat tuottaa kaikki keskeiset toimijat, ja data on välittömästi muiden verkostoon kuuluvien

saatavilla (Gurtu & Johny, 2021). Lohkoketjuteknologian avulla voidaan nopeuttaa transaktioita (Dutta et al., 2020), joita toimitusketjussa tapahtuu runsaasti.



**Kuva 4:** Lohkoketju toimitusketjun hallinnassa (mukaillen Gurtu & Johny, 2019, s. 891)

Monet lohkoketjuteknologian ominaisuuksista tarjoavat ratkaisuja hyvin perustavanlaatuisiin toimitusketjun hallinnan ongelmiin. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi datan eheyden säilyttäminen, välitön tiedonsiirto ja prosessien automaattinen kontrollointi (Gurtu & Johny, 2019). Dutta et al. (2020) korostavat lohkoketjuteknologian tuomaa korkeampaa tietoturvan tasoa, sekä teknologian kykyä nopeuttaa liiketoimintaprosesseja. Lisäksi lohkoketjuteknologian avulla voidaan vähentää välikäsien, fyysisten dokumenttien ja allekirjoitusten määrää (Gurtu & Johny, 2019).

Älysopimukset ovat hyvin keskeinen konsepti toimitusketjujen hallinnan kannalta (Chang & Chen, 2020). Älysopimukseen ei tarvita ulkoista hallintaa, vaan sopimusten toimeenpanovalta hajautetaan verkoston toimijoiden kesken (Gurtu & Johny, 2019). Älysopimuksia voidaan käyttää esimerkiksi nopeuttamaan transaktioita, vähentämään välikäsiä sekä ehkäisemään korruptiota ja epärehellistä toimintaa (Dutta et al., 2020). Chang ja Chen (2020) korostavat älysopimusten merkitystä, mutta huomauttavat, että älysopimukseen liittyy vielä laillisia ja teknologisia epävarmuustekijöitä.

Lohkoketjuteknologiaan liitetään usein termi läpinäkyvyys; lohkoketjuun tallennettu data on avoimesti saatavilla (IBM, 2019). Lohkoketjuteknologian läpinäkyvyys syntyy ennen

kaikkea tiedon hajauttamisesta verkoston toimijoiden kesken. Hajautettu tietokanta vähentää tiedon täsmäytyksen tarvetta (Chang & Chen, 2020, s. 62488). Lisäksi lohkoketjuun tallennettua informaatiota on käytännössä mahdotonta muuttaa jälkikäteen (Nakamoto, 2008). Lohkoketjuteknologian sisäänrakennettua läpinäkyvyyttä voitaisiin pitää uutena läpinäkyvyyden standardina (IBM, 2019).

Tämän tutkimuksen kontekstissa on kuitenkin hyvä erottaa lohkoketjuteknologiaan sisäänrakennettu läpinäkyvyys toimitusketjun läpinäkyvyydestä. Lohkoketjuteknologian ominaisuuksilla on mahdollista lisätä myös toimitusketjun läpinäkyvyyttä. Nämä ominaisuudet eivät kuitenkaan takaa Schäferin (2022) kuvaamaa passiivista tiedon näkyvyyttä (engl. *visibility*) tai tiedon julkistamista (engl. *disclosure*) sidosryhmille.

## 4. TUTKIMUSMENETELMÄ- JA AINEISTO

Tutkimus tehtiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena Finkin (2014) mallin mukaan ja sen tulokset esitellään luvussa 5. Lopullinen tutkimusaineisto koostui 21 tieteellisestä artikkelista, jotka käsittelivät lohkoketjuteknologiaa ja toimitusketjun läpinäkyvyyttä.

Tässä luvussa esitellään tutkimusmenetelmä ja -aineisto. Ensimmäisessä alaluvussa esitellään tutkimusmenetelmä ja kuvaillaan aineiston valintaprosessia. Toisessa alaluvussa kuvaillaan tutkimusaineistoa.

### 4.1 Tutkimusmenetelmä

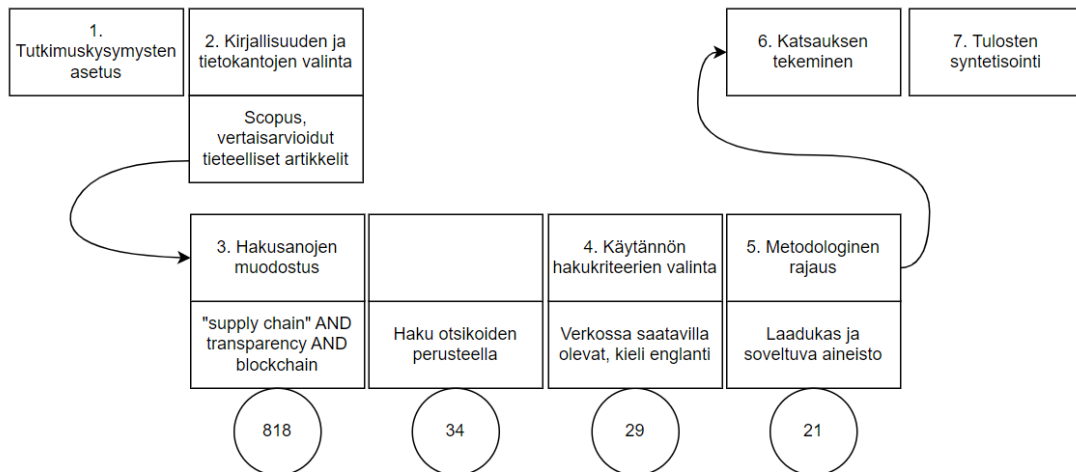
Kuvassa 1 on Finkin (2014) mallia mukaillen tehdyt valinnat ja tutkimusaineiston määrä eri vaiheissa. Finkin (2014) mallin vaiheet ovat:

1. tutkimuskysymyksen asetus
2. kirjallisuuden ja tietokantojen valinta
3. hakusanojen muodostus
4. käytännön hakukriteerien valinta
5. metodologinen rajaus
6. katsauksen tekeminen
7. tulosten syntetisointi.

Tutkimus suoritettiin Scopus -tietokantaa käyttäen. Aineistoksi valittiin vain vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita. Haku suoritettiin hakulausekkeella: “supply chain” AND transparency AND blockchain. Läpinäkyvyyden (engl. *transparency*) käsitteeseen liittyy läheisesti esimerkiksi käsitteet jäljitettävyys (engl. *traceability*) ja näkyvyys (engl. *visibility*), mutta haku suoritettiin käyttäen ainoastaan *transparency* -käsitettä. Esitutkimuksen perusteella se vastaa parhaiten tämän tutkimuksen aihetta, ja toisaalta se oli useissa tutkimuksissa kattokäsite käsitteille *traceability* ja *visibility*. Perushaku tuotti 818 hakutulosta, jonka jälkeen haku rajattiin pelkkään otsikkoon. Tuloksena oli 34 hakutulosta, joista 29 oli verkossa saatavilla englannin kielellä.



Näistä 29 tieteellisestä julkaisusta hylättiin tiivistelmien perusteella kahdeksan julkaisua, koska niiden katsottiin olevan epärelevantteja tutkimuskysymysten kannalta. Hylätyissä tutkimuksissa tutkittiin seuraavanlaisia ilmiöitä; lohkoketjuratkaisun toteuttaminen organisaatiolle soveltuvimmalla tavalla (Bai & Sarkis, 2020); kriittiset menestystekijät lohkoketjuteknologian implementoinnille (Tayal et al. 2020); läpinäkyvyyden tuoma arvo organisaatiolle (Gligor et al., 2021); sekä toimitusketjun rahoitus (Chod et al., 2020). Kuvassa 5 on kuvaus tutkimusaineiston hankintaprosessista.

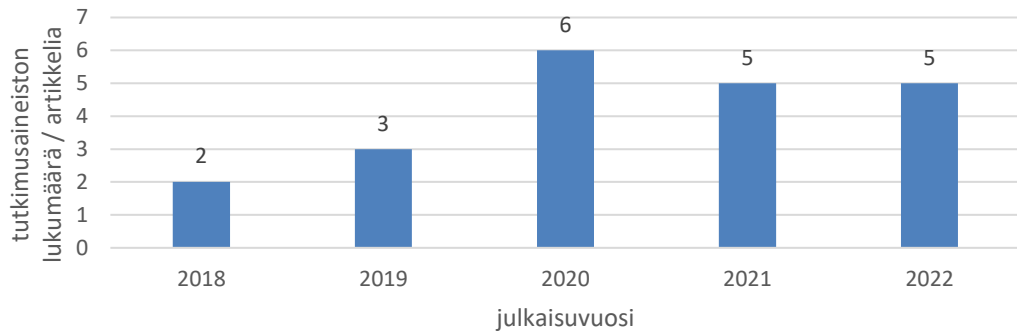


**Kuva 5:** Tutkimusaineiston hankintaprosessi

Tutkimukseen hyväksytyt artikkelit käsittelivät eri näkökulmista toimitusketjun läpinäkyvyyden lisäämistä lohkoketjuteknologian avulla. Tutkimusaineisto esitellään tarkemmin seuraavassa alaluvussa.

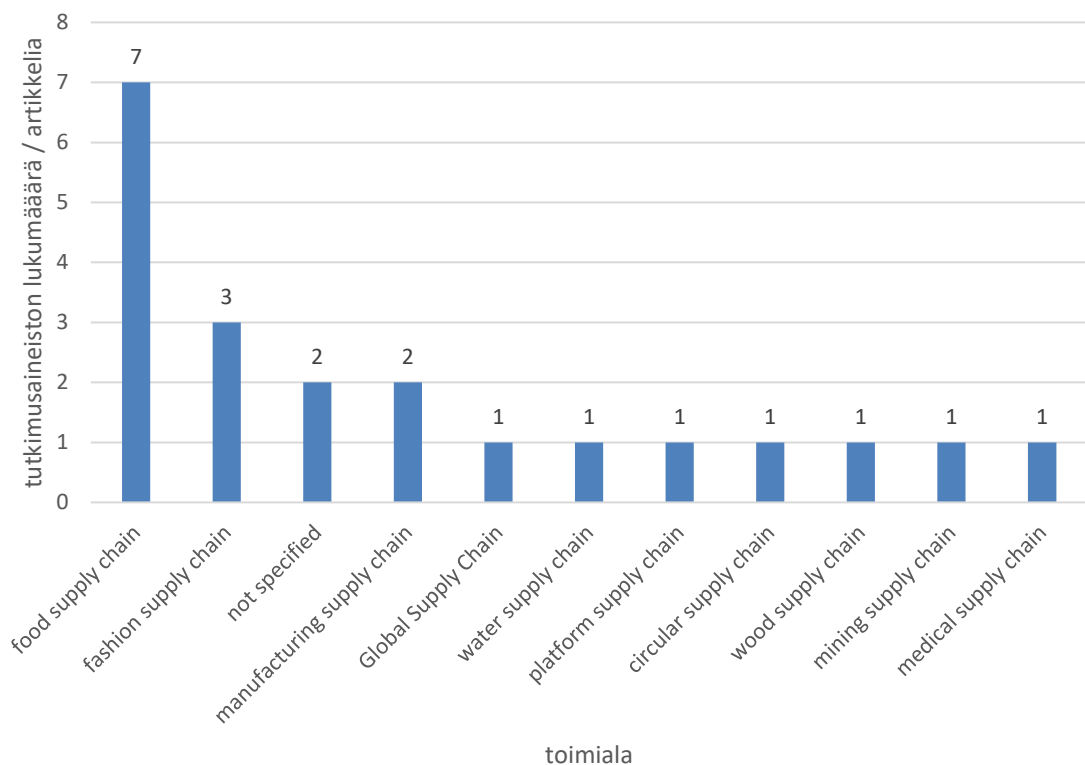
## 4.2 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostui 21 tieteellisestä julkaisusta. Vanhimmat julkaisut olivat vuodelta 2018, mikä kertoo ilmiön tuoreudesta. Lohkoketjuteknologian alkupiste yhdistetään vuoteen 2008, ja sen hyödyntäminen toimitusketjun hallinnassa on sitäkin uudempi ilmiö. Kuvassa 6 on aineiston jakautuminen julkaisuvuoden perusteella.



**Kuva 6:** Tutkimusaineiston määrä julkaisuvuoden perusteella

Tutkimusaineistoa ei rajattu koskemaan tiettyjä toimialoja, mutta lähes koko tutkimusaineisto käsitteli globaaleja toimitusketjuja. Suuri osa tutkimusaineistosta käsitteli ruuan- tuotannon toimitusketjuja. Toiseksi suurin toimiala oli vaateteollisuus. Kuvassa 7 on tutkimusaineiston jakautuminen toimialan mukaan.



**Kuva 7:** Tutkimusaineiston määrä toimialan perusteella

Ruoantuotanto, vaateteollisuus, kaivosala ja metsäala ovat keränneet jo pidemmän aikaa huomiota niiden toimitusketjuihin liitetystä negatiivisista ulkoisvaikutuksista. Vaikka tutkimusaineisto jakautuu useille toimialoille, on aineistoissa paljon samankaltaisuuksia. Relevanteimpia tutkimusartikkeleita on esitelty taulukossa 1. Kaikki systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineistot on eritelty liitteessä 1.

**Taulukko 1:** Keskeisen tutkimusaineiston esittely

Tekijä(t)	Otsikko	Tiivistelmä
Guo et al. (2020)	Applications of Blockchain Technology in Sustainable Fashion Supply Chains: Operational Transparency and Environmental Efforts	Artikkelissa tutkitaan, miten lohkoketjuteknologian sovelluksilla voidaan edistää tuotteiden ympäristövaikutuksiin liittyvän tiedon julkistamista asiakkaille.
Ghode et al. (2021)	Architecture to enhance transparency in supply chain management using blockchain technology	Tutkimuksessa esitellään lohkoketjuun perustuva toimitusketjun rakenne, tutkitaan, miten lohkoketjuteknologian avulla voidaan lisätä läpinäkyvyyttä ja arvioidaan liiketoiminnallisia hyötyjä.
Venkatesh et al. (2020)	System architecture for blockchain based transparency of supply chain social sustainability	Tutkimuksessa esitetään lohkoketju-, IOT- ja big data -teknologioita yhdistävä arkkitehtuuri, joka mahdollistaa sen, että myyjät voivat seurata toimitusketjunsä sosiaalista kestävyttä.
Rao et al. (2020)	On the quest for supply chain transparency through Blockchain: Lessons learned from two serialized data projects	Tutkimuksessa esitellään lohkoketjuteknologiaan perustuvien toimitusketjujen mahdollisuuksia ja haasteita kahden dataprojektin oppeihin perustuen.
Centobelli et al. (2022)	Blockchain technology for bridging trust, traceability, and transparency in circular supply chain	Tutkimuksessa esitetään, miten lohkoketjuteknologian avulla voidaan edistää luottamusta, jäljitettävyyttä ja läpinäkyvyyttä toimitusketjuissa.

Useissa tutkimuksista esitellään arkkitehtuuri lohkoketjuun perustuvalla toimitusketjulle (mm. Lenge et al., 2022; Kraft & Kellner, 2022; Ghode et al., 2021; Panda & Satapathy, 2021; Cueva-Sanchez et al., 2020). Näissä tutkimuksissa siis esitellään, keitä osapuolia lohkoketjuverkostoon voi kuulua ja mitä tietoa verkostossa voidaan jakaa, jotta läpinäkyvyyttä voidaan lisätä. Useissa tutkimuksissa käsitellään lisäksi lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia ja rajoitteita. Seuraavassa luvussa esitetään systemaattisen kirjallisuuskatsauksen synteesi.

## 5. TOIMITUSKETJUN LÄPINÄKYVYYDEN LISÄÄMINEN LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN AVULLA

Keskeistä läpinäkyvyyden kannalta on se, mitä tietoa jaetaan ja kenelle (Schäfer, 2022). Lohkoketjuteknologian teknologiset ominaisuudet tukevat datan eheyttä, luotettavuutta ja laatua, mutta toisaalta lohkoketjuteknologian avulla ei välttämättä voida muuttaa yrityksen intressejä olla jakamatta negatiivista tietoa toiminnastaan.

Tässä luvussa esitetään systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tulokset. Ensimmäisessä alaluvussa käsitellään tietoa ja toisessa alaluvussa tiedon jakamista lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa. Tutkimusaineiston perusteella havainnoidaan, mitä tietoa lohkoketjuverkostossa voidaan jakaa ja mitkä osapuolet osallistuvat tiedon jakamiseen; toisin sanoen alaluvuissa 5.1 ja 5.2 tutkitaan, miten läpinäkyvyys muodostuu lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa. Kolmannessa alaluvussa tutkimusaineiston perusteella tunnistetaan läpinäkyvyyttä lisääviä tekijöitä lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa. Neljännessä alaluvussa esitetään läpinäkyvyyttä rajoittavia tekijöitä lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa.

### 5.1 Tieto lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa

Tutkimusaineiston perusteella lohkoketjuun tallennettava tieto on hyvin moninaista. Rao et al. (2021) korostavat, että lohkoketju kuljettaa dataa, eikä varsinaisesti varastoi sitä. Dataa voidaan kuljettaa suoraan lohkoketjussa (on-chain) tai se voidaan tallentaa lohkoketjun ulkopuolelle (off-chain). Suurin osa tutkimuksista ei erottele, tallennetaanko data suoraan ketjuun vai sen ulkopuolelle. Tutkimuksissa korostuivat tuotetieto, jäljitettävyydestieto sekä tieto laillisten ja moraalisten velvoitteiden noudattamisesta.

Toimitusketjun läpinäkyvyyttä lisätessä kirjallisuudessa korostuu ymmärrettävästi itse tuotteeseen liittyvä tieto. Läpinäkyvyyden kannalta on kriittistä, että tietoa kerätään toimitusketjun alkupäästä asti. Tuotteeseen liittyvää tietoa on esimerkiksi tuotteen laatu ja alkuperä (Basnayake & Rajapakse, 2019) sekä käytetyt raaka-aineet (Centobelli et al., 2022). Raaka-aineiden tapauksessa kirjallisuudessa korostui raaka-aine-erien identifiointi; lohkoketjuun täytyy tallentaa eräkohtaista dataa (ElMessiry & ElMessiry, 2018), jotta lopulta valmistettavat tuotteet voidaan yhdistää oikeaan raaka-aine-erään. Menonin ja Jainin (2021) mukaan lohkoketjuun voidaan tallentaa tuotteen tai varaston ominaisuuksiin, kuten lämpötilaan tai kosteuteen liittyvää tietoa, mikä osaltaan auttaa laadunhallinnassa.

Tutkimuksissa (Cueva-Sanchez et al., 2020; Sunny et al., 2020) korostetaan lohkoketjuteknologian parantavan toimitusketjun läpinäkyvyyttä erityisesti jäljitettävyystiedon avulla. Kirjallisuudessa korostuvat erilaiset laukaisimet, joiden avulla toimitusketjun vaiheita voidaan automatisoida. Tuotteiden fyysistä kulkua voidaan seurata RFID ja IIoT -teknologioiden avulla (Sunny et al., 2020) ja esimerkiksi maksut voidaan automatisoida tavaran saapuessa älysovimusten avulla (ElMessiry & ElMessiry, 2018). Tuotteiden seurannassa korostuu siis teknologioiden yhteistyö. Rao et al. (2021) korostavat, että lohkoketju tarvitsee muiden teknologioiden apua tiedon keruuseen, sillä lohkoketju oikeastaan kuljettaa dataa, eikä varastoi sitä. Jäljitettävyystieto on läpinäkyvyyden kannalta erittäin tärkeää, sillä läpinäkyvyyden saavuttamiseksi toimitusketjun jokaisesta vaiheesta tulee jäädä merkintä lohkoketjuun (Menon & Jain, 2021)

Venkatesh et al. (2020) esittävät, että lohkoketjussa voitaisiin jakaa vaatimustenmukaisuuteen (engl. *compliance*) liittyvää tietoa, eli esimerkiksi sertifikaatteihin, terveys- ja turvallisuusraportteihin ja työntekijöiden palkkaukseen liittyviä tietoja. Centobellin et al. (2022) mukaan vaatimustenmukaisuustietoa voitaisiin käyttää toimittajien valinnan automatisoimiseen. Toisin sanoen vaatimustenmukaisuustietojen avulla voidaan ohjelmoida älysovimuksia, joissa toimittajien valinta automatisoidaan vaatimustenmukaisuuskriteerien täytyessä. Vaatimustenmukaisuustieto koostuu usein erilaisista sertifikaateista. Guo et al. (2020) huomauttavat, että oikean tiedon tuottaminen on tärkeämpää, kuin sertifikaatit ja standardit: standardit ja sertifikaatit ovat kolmannen osapuolen hyväksymiä, mikä ymmärrettävästi riitelee lohkoketjun hajautetun vastuun periaatteen kanssa. Lohkoketjuun tallennettavaan tietoon kuuluu keskeisesti myös esimerkiksi immateriaalioikeuksia koskevaa tietoa (Mann et al., 2018), millä ehkäistään oikeuksien väärinkäyttöä.

## **5.2 Tiedon jakaminen lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjussa**

Lohkoketjussa samaa tietoa jaetaan kaikille lohkoketjuun kuuluville. Siksi läpinäkyvyyden kannalta on keskeistä, kuinka kattavasti lohkoketju sisältää varsinaiseen toimitusketjuun kuuluvia toimijoita, kuten raaka-ainetuottajia, valmistajia, jakelijoita ja jälleenmyyjiä. Toisaalta tiedosta ovat kiinnostuneita myös monet muut sidosryhmät, kuten viranomaiset, pankit, sijoittajat ja kansalaisjärjestöt. Useimmissa tutkimuksissa tiedon jakamista tarkasteltiin laajasti: tiedon jakamiseen osallistui runsaasti keskeisiä toimijoita ja sidosryhmiä. Sunny et al. (2020), Islam et al. (2021) sekä Ghode et al. (2020) käyttävät tutkimuksissaan suppeampaa toimitusketjun määritelmää.

Ghoden et al. (2021) mukaan jakamalla avoimesti tietoa valmistajan, toimittajan ja jakelijan välillä voidaan läpinäkyvyyden parantamisen lisäksi tehostaa toimitusketjun toimintaa. Toimitusketjuun voi kuulua hyvin erilaisilla teknologisilla valmiuksilla varustettuja toimijoita. EIMessiryyn ja EIMessiryyn (2018) mukaan keskeinen haaste tekstiilialalla on saada pienviljelijät tuottamaan ja jakamaan dataa lohkoketjuun. Kraftin ja Kellnerin (2022) mukaan tämä ei välttämättä vaadi suuria teknologisia panostuksia: Kraft ja Kellner (2022) esittävät, että kehittyvien maiden pienviljelijät voidaan saada osaksi lohkoketjua niinkin yksinkertaisen teknologian, kuin SMS-viestien avulla.

Varsinaisen toimijoiden lisäksi toimitusketjuun kuuluu keskeisesti monia muita sidosryhmiä, kuten viranomaisia, kansalaisjärjestöjä ja pankkeja. Monissa tutkimuksissa lohkoketjuverkostoon kuuluu myös viranomaistahoja (Cueva-Sanchez et al., 2020; Iqbal & Butt, 2020; Panda & Satapathy, 2021) kansalaisjärjestöjä (EIMessiry & EIMessiry, 2018) sekä asiakkaita (Lenge et al., 2022; Mann et al., 2018; Panda & Satapathy, 2021). Näiden rooli voi olla toimia toimitusketjun eettisessä ohjauksessa; esimerkiksi Basnayke ja Rajapakse (2019) ehdottavat, että viranomaiset voisivat esimerkiksi validoida ruuantuottajien esityksiä toimintansa ympäristövaikutuksista. Barallan et al. (2019) esittävät tutkimuksessaan vaihtoehtoa, missä viranomainen toimisi koko lohkoketjujärjestelmän ylläpitäjänä.

Lohkoketjuverkostoon kuuluvat tahot määrittävät sen, kenelle tietoa jaetaan. Organisaatioilla on omia intressejään suojata toimintaansa liittyvää tietoa. Islam et al. (2021) esittävätkin tutkimuksessaan tiedon kanavoinnin ratkaisuja, joilla tietoa voidaan jakaa vain tiettyjen toimijoiden kesken. Tällaisessa ratkaisussa ekosysteemiin kuuluu kaikille osapuolille yhteisen pääverkoston lisäksi alaverkostoja, joissa tietoa jakaa vain osa toimijoista (Islam et al., 2021).

### **5.3 Toimitusketjun läpinäkyvyyttä lisäävät tekijät**

Toimitusketjun läpinäkyvyyden lisäämisessä on kyse toimitusketjua koskevan tiedon näkyväksi tekemisestä tai julkistamisesta (Schäfer, 2022). Lohkoketjuteknologian teknologiset ominaisuudet palvelevat tiedon keräämistä ja ekosysteemin verkostomaisuus edesauttaa tiedon jakamista.

Tutkimuksissa (Centobelli et al., 2022; Wu & Yu, 2022; Zelbst et al., 2020) korostetaan lohkoketjuteknologian teknologisia ominaisuuksia läpinäkyvyyden lisäämisessä. Zelbst et al. (2020) kuitenkin painottavat, että on tärkeää tutkia lohkoketjuteknologian ja muiden teknologioiden yhteisvaikutusta. Keskeisiä lohkoketjuteknologian ominaisuuksia ovat

esimerkiksi datan muuttumattomuus ja luotettavuuden parantuminen, vastuun hajautuminen ja transaktioiden automatisointi (Gurtu & Johny, 2019). Avoimessa verkostossa vääran tai valheellisen tiedon tuottaminen vaikeutuu ja toisaalta verkosto kannustaa täsmällisen tiedon tuottamiseen. Älysovimusten myötä vaatimustenmukaisuuskriteerien täyttyminen voidaan automatisoida esimerkiksi toimittajia valittaessa, jolloin tiedon tuottamisella on suoria seurauksia toimitusketjun toimintaan. Älysovimuksia voidaan käyttää myös ehkäisemään korruptiota ja epärehellistä toimintaa (Dutta et al., 2020).

Lohkoketjuun perustuvan tiedonjaon ehdoton vahvuus on verkostomaisuus. Lohkoketjuun perustuvassa toimitusketjun hallinnassa informaatiivirtaa luontevampi termi voisi olla informaatioverkosto, jossa tietoa jakavat toimitusketjuun olennaisesti liittyvät toimijat. Tutkimusaineistossa lohkaketjuverkostossa ovat usein mukana myös asiakkaat (Mann et al., 2018; Panda & Satapathy, 2021; Lenge et al., 2022), mutta esimerkiksi Kraft ja Kellner (2022) sekä EIMessiry ja EIMessiry (2022) tutkivat nimenomaan toimitusketjun alkupään toimijoita. Avoin, hajautettu tiedon jako raaka-aineen alkulähteestä aina loppukäyttäjälle on lähtökohta lohkaketjuun pohjautuvan ratkaisun kehittämiseksi.

Verkostomaisuus voi hyödyttää myös muita keskeisiä sidosryhmiä. Toimitusketjuun liittyvästä tiedosta kiinnostuneita sidosryhmiä ovat esimerkiksi toiset yhtiöt, sijoittajat, lain-säättäjät sekä kansalaisjärjestöt (Schäfer, 2022). Monissa tutkimuksissa lohkaketjuun kuuluukin myös viranomaistahoja (Cueva-Sanchez et al., 2020; Iqbal & Butt, 2020; Panda & Satapathy, 2021), kansalaisjärjestöjä ja pankkeja (EIMessiry & EIMessiry, 2018). Läpinäkyvyyden kannalta on positiivista, että tiedosta kiinnostuneet pääsevät suoraan tiedon alkulähteille. Toisaalta esimerkiksi kansalaisjärjestöjen mukana olo voi herättää luottamusta muissa sidosryhmissä, kuten asiakkaissa. Viranomaistahot, kansalaisjärjestöt ja asiakkaat voivat tiedonvaihtoon osallistumalla valvoa toimitusketjun eettisyyttä.

Lohkoketjuteknologia ei välttämättä poissulje matalan teknologia- tai osaamistason toimijoita. EIMessiry ja EIMessiry (2022) tutkivat, miten ruokatuotannon toimitusketjun alkupään pienviljelijät voidaan ottaa osaksi lohkaketjuun perustuvaa tiedonhallintaa niinkin yksinkertaisen teknologian, kuin SMS-viestien avulla. Lohkoketjuteknologian implementointi ei siis vaadi kaikilta osapuolilta valtavia panostuksia, vaan pienempiä toimijoita voidaan integroida verkostoon hyvin yksinkertaisillakin menetelmillä.

## 5.4 Toimitusketjun läpinäkyvyyden rajoitteet

Lohkoketjuteknologian ympärille on kasautunut suuret odotukset, mutta kaikkia läpinäkyvyyden haasteita sen avulla ei voida ratkaista. Määritelmän mukaisesti läpinäkyvyyttä

rajoittaa tiedon rajoitettu saatavuus: joko tietoa ei ole olemassa tai sitä ei syystä tai toisesta julkisteta.

Bai et al. (2022) huomauttavat, että lohkoketjuteknologian laajamittainen implementointi on jo itsessään monitahoinen ongelma. Nousevana teknologiana sen hyödyntäminen suoraan läpinäkyvyyden lisäämisessä on lisäksi vaikeaa (Bai et al., 2022). Mann et al. (2018) huomauttavat myös, että yhteisten sääntöjen ja standardien puute rajoittavat läpinäkyvyyden tavoittelua. Toisin sanoen lohkoketjuteknologian hyödyntäminen on paljon muutakin, kuin teknologinen ongelma. Lohkoketjun teknologiset ominaisuudet käytännössä takaavat tiedon muuttumattomuuden, mutta tiedon luotettavuuden ja saatavuuden suhteen päätökset tekee viime kädessä lohkoketjuun tietoa tuottava organisaatio.

Lohkoketjusta saatava tieto on juuri niin hyvälaatuista, kuin se on sinne laitettaessa (Mann et al., 2018). Lohkoketjuun tallennetun tiedon muuttumattomuus on salauksella taattu, mutta lohkoketjuun tallennettava tieto voi olla itsessään epätarkkaa. Puutteellisten standardien myötä myös tiedon vertailtavuus kärsii (Mann et al., 2018). Tiedon vertailtavuus on kriittistä kaikissa Schäferin (2022) viitekehysten mukaisissa toimitusketjuun liittyvän tiedon kategorioissa. Erityisesti toimitusketjun eettisyyteen, kestävyystoimiin ja niiden vaikutuksiin liittyvä tieto (Schäfer, 2022) on vaikeasti mitattavissa. Monissa tutkimuksissa lohkoketjuverkostoon kuuluu viranomaistahoja ja jopa kansalaisjärjestöjä, ja näiden tehtävänä on varmistaa eettisten toimintatapojen toteutumista toimitusketjussa (El-Messiry & El-Messiry, 2018). Tämä ei kuitenkaan poissulje esimerkiksi korruption mahdollisuutta.

Tietoa on saatavilla lohkoketjusta juuri niin paljon, kuin sinne on tallennettu. Ghode et al. (2021) korostavat, että kilpailuedun säilyttämiseksi kaikkea tietoa ei voida jakaa. Organisaatioilla on myös paljon luottamuksellista tietoa (Xu et al., 2021), jota ei välttämättä voida jakaa avoimesti kaikkien sidosryhmien kesken. Luottamuksellinen tieto asettaa siis rajat tiedon saatavuudelle lohkoketjussa (Ghode et al., 2021) ja siten läpinäkyvyydelle.

Lohkoketjuteknologiaan perustuvan toimitusketjun läpinäkyvyyden kannalta on kriittistä, että kaikki toimitusketjun osapuolet kuuluvat verkostoon. Osassa tutkimuksista lohkoketjun hyödyntäminen rajoittui toimitusketjun sisäisiin toimijoihin (Sunny et al. 2020; Islam et al., 2021; Ghode et al., 2021). Kraftin ja Kellnerin (2022) mukaan esimerkiksi ruoantuotannon toimitusketjuissa täysi läpinäkyvyys voidaan saavuttaa vain, jos paikalliset yksityisviljelijätkin ovat osallisina lohkoketjussa. El-Messiry ja El-Messiry (2018) mukaan niin ikään tekstiilialalla keskeinen haaste on saada viljelijät ja peltotyöntekijät keräämään ja lisäämään dataa lohkoketjuun. Lohkoketjuteknologiasta on läpinäkyvyyden kannalta sitä enemmän hyötyä, mitä laajemmin se kattaa koko toimitusketjun.



Tutkimuksissa (ElMessiry & ElMessiry, 2018; Kraft & Kellner, 2022) ilmenneiden toimitusketjun alkupään haasteiden lisäksi haasteeksi voi muodostua myös tiedon jakaminen asiakkaille. Toimitusketjun mitalta erilaista tietoa kertyy erittäin paljon, joten keskeinen ongelma on suodattaa asiakkaan näkökulmasta relevantti tieto joukosta. Teknologisilla ratkaisuilla pystytään keräämään mittavat määrät dataa toimitusketjusta, mutta haasteeksi jää datan jalostaminen korkeammalle tiedon tasolle.

## 6. PÄÄTELMÄT

Tässä tutkimuksessa tutkittiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmin toimitusketjun läpinäkyvyyden lisäämistä lohkoketjuteknologian avulla. Lohkoketjuteknologian potentiaali on tutkimuksessa tunnistettu, mutta kirjallisuuden perusteella sen laajamittainen hyödyntäminen vaatii paljon. Seuraavissa alaluvuissa esitellään tutkimuksen keskeiset tulokset, arvioidaan tutkimusta sekä esitetään jatkotutkimusmahdollisuuksia.

### 6.1 Tutkimuksen tulokset

Toimitusketju on toimijoiden verkosto, joka tarvitaan tietyn tuotteen tuottamiseen ja toimittamiseen loppuasiakkaalle: se sisältää kaikki vaiheet raaka-aineiden tuottamisesta lopputuotteen käyttöönottoon, sisältäen tarvittavat kuljetukset ja varastoinnit (Hayes, 2022). Toimitusketjun läpinäkyvyydelle ei ole yksiselitteistä määritelmää, mutta tässä tutkimuksessa ilmiötä lähestyttiin Schäferin (2022) luoman kolmetasoisien viitekehysten avulla. Läpinäkyvyyden perusyksikkö on toimitusketjusta saatava tieto – sen julkituonista toimitusketjun läpinäkyvydessä on pohjimmiltaan kyse. Läpinäkyvyyden kannalta on lisäksi olennaista, kuka tietoa toimitusketjussa jakaa ja kenelle. Läpinäkyvyyttä voi lisäksi tarkastella aktiivisen tiedon jakamisen (engl. *disclosure*) ja passiivisen tiedon näkyväksi tekemisen (engl. *visibility*) kautta. (Schäfer, 2022)

Lohkoketjuun voidaan tallentaa käytännössä mitä tahansa dataa (IBM, 2022). Lohkoketju kuitenkin enemmänkin kuljettaa dataa, kuin varastoi sitä (Rao et al., 2021). Lohkoketjuun tallennetaan tietoa kronologisessa järjestyksessä ja lohkot liitetään toisiinsa siten, että tietoa on käytännössä mahdotonta muuttaa jälkikäteen (Nakamoto, 2008). Myös toimitusketjussa asiat tapahtuvat luonnollisesti aikajärjestyksessä. Läpinäkyvyyden lisääminen lohkoketjuteknologian avulla voisi hyötyä yhteistyöstä muiden teknologioiden kanssa. Vaikka lohkoketjuun voidaan tallentaa mitä tahansa dataa, ja sen avulla voidaan luoda digitaalinen vastine reaali maailman toimitusketjulle, on läpinäkyvyyden kannalta ongelmana yhä puutteelliset standardit ja mittarit.

Tutkimuksen perusteella lohkoketjuteknologian avulla voidaan parantaa toimitusketjun läpinäkyvyyttä monin tavoin. Jo itse lohkoketjuteknologian teknologiset ominaisuudet ovat omiaan lisäämään läpinäkyvyyttä: lohkoketjuverkostossa tiedon omistajuus on hajautettu ja kaikilla verkostoon kuuluvilla on käytössä sama tieto. Lohkoketjuteknologian implementoinnin edellytyksenä on tällaisen verkoston määrittäminen, mikä on toimitus-

ketjun läpinäkyvyyden kannalta positiivinen asia. Monissa tutkimuksissa verkostoon kuului myös toimitusketjun ulkopuolisia sidosryhmiä, kuten asiakkaita, viranomaisia, kansalaisjärjestöjä ja pankkeja. Näiden sidosryhmien osallistamisella voi olla merkittävä rooli esimerkiksi toimitusketjun eettisyyden valvonnassa.

Monet läpinäkyvyyttä rajoittavat tekijät eivät kuitenkaan ole varsinaisesti teknologisella ratkaisulla ratkaistavissa. Esimerkiksi lohkoketjuun tallennettava data on juuri niin hyvälaatuista, kuin se on sinne laitettaessa (Mann et al., 2018). Sama pätee datan määrään. Täyden läpinäkyvyyden tavoittelu on lähes mahdotonta, sillä osa tiedosta on salassa pidettävää, tai ei ainakaan kaikille avoimesti jaettavissa olevaa. Tietoa joudutaan myös aina yksinkertaistamaan (Gardner et al., 2019). Luottamuksellinen tieto asettaa rajat läpinäkyvyydelle myös lohkoketjuteknologiaan perustuvassa toimitusketjun hallinnassa. Kansalaisjärjestöjen ja viranomaisten tehtävänä lohkoketjuverkostossa voi olla toiminnan eettisyyden valvominen, mutta näiden mukana oleminen ei poista esimerkiksi korruption mahdollisuutta.

Lohkoketjuteknologian potentiaali toimitusketjun läpinäkyvyyttä lisäävänä teknologiana on ilmeinen, mutta tämän tutkimuksen valossa sen varaan ei kannata laskea liikaa. Tutkimusten mukaan lohkoketjuteknologian avulla voidaan parantaa informaatiovirran hallintaa, mutta sen kyky ratkaista suuria läpinäkyvyyteen liittyviä ongelmia on yhä rajallinen: osittain siksi, että teknologia on kehitysvaiheessa ja osittain siksi, että ongelmat vaativat teknologiaa suurempia ratkaisuja.

Datan runsaus on yleinen ongelma ja se korostuu, kun teknologian avulla voidaan kerätä yhä suurempia määriä dataa. Tämä asettaa haasteen myös toimitusketjun läpinäkyvyydelle, sillä relevantin tiedon tuottaminen voi olla vaikeaa tai resurssi-intensiivistä. Organisaatiot eivät ole kyenneet reagoimaan nopeasti kasvaneeseen vaatimukseen läpinäkyvyydestä. Tutkimuksen mukaan lohkoketjuteknologian avulla voidaan potentiaalisesti lisätä toimitusketjun läpinäkyvyyttä monin eri tavoin, mutta toimitusketjun läpinäkyvyyteen liittyy monia haasteita, joihin lohkoketjuteknologia ei tarjoa ratkaisua.

## 6.2 Tutkimuksen arviointi

Tutkimus suoritettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena Finkin (2014) mallia hyödyntämällä. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tulokset ovat luvussa 5. Tutkimuksessa hyödynnettiin vain Scopus-tietokantaa ja aineistoa haettiin vain suoraan otsikon perusteella, jotta hakutulosten määrä pysyi kohtuullisena. Haussa ei huomioitu läpinäkyvyydelle (engl. *transparency*) läheisiä käsitteitä, kuten jäljitettävyys (engl. *traceability*) ja

näkyvyys (engl. *visibility*), koska läpinäkyvyys on usein kattokäsite. Tutkimusaineistossa esiintyi silti kaikkia kolmea käsitettä.

Tämän tutkimuksen teoriaosassa läpinäkyvyyden määritelmässä hyödynnettiin pääosin Schäferin (2022) kirjallisuustutkimuksen tuloksia. Schäferin (2022) viitekehys toimitusketjun läpinäkyvyydelle on hyvin laaja: se on tehty 131 tutkimusartikkelin ja yhteensä 40 määritelmän pohjalta. Tämän tutkimuksen tutkimusaineistossa läpinäkyvyys määriteltiin usein huomattavasti suppeammin, mutta tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia läpinäkyvyyttä monella eri tasolla.

Toimitusketjun hallinnan määritelmässä käytettiin niin ikään laajaa määritelmää. Tässä tutkimuksessa toimitusketjun hallinta määriteltiin kattamaan kaikki vaiheet raaka-aineen tuottamisesta loppukäyttöön ja kierrätykseen asti. Määritelmä on hieman epäkäytännöllinen, sillä se rikkoo usein organisaatorajat. Jokainen valmistettu tuote käy läpi toimitusketjun kaikki vaiheet, mutta kaikki organisaatiot eivät välttämättä kykene hallitsemaan koko arvoketjuaan. Määritelmä valittiin, koska toimitusketjun läpinäkyvyyden kontekstissa on hyödyllistä tutkia koko arvoketjua.

### 6.3 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia tutkitaan runsaasti, ja samaan aikaan yritykset pyrkivät lisäämään toimintansa taloudellista, ekologista ja sosiaalista kestävyyttä. Lohkoketjuteknologiaan kohdistetut odotukset kasvavat samaa tahtia yrityksiin kohdistuvien odotusten kanssa. Toimitusketjun läpinäkyvyys ja lohkoketjuteknologia ovat molemmat melko tuoreita, nousussa olevia käsitteitä. Monet aikaisemmista tutkimuksista keskittyvätkin konseptien luomiseen. Lisätutkimus on tarpeen sekä läpinäkyvyyden eri osa-alueisiin liittyen että toimitusketjujen eri vaiheisiin liittyen.

Läpinäkyvyyden osa-alueiden kannalta keskeisiä tutkimuskohteita ovat se, mitä tietoa toimitusketjusta pitäisi kerätä, ja kenellä toimijoista tulisi olla pääsy tähän tietoon. Toisaalta lohkoketjuteknologian avulla tuotettua läpinäkyvyyttä tulisi tutkia tiedon julkistamisen näkökulmasta: miten tieto tuodaan sidosryhmille julki? Onko esimerkiksi asiakkaalla pääsy suoraan lohkoketjuun, josta hän voi tarkastella käytännössä kaikkea tuotteen valmistamiseen liittyvää dataa, vai julkistaako yritys silloin tällöin verkkosivuillaan erinäisiä tilastoja? Mitä riskejä tiedon julkistamiseen liittyy ja miten läpinäkyvyyden ja luottamuksellisen tiedon välinen raja tulisi huomioida?

Gloaalien toimitusketjun alkupäässä tutkimustarve näyttää kohdistuvan teknologisiin ongelmiin, toimitusketjun keskivaiheilla kustannustehokkuuteen ja loppuvaiheessa asiakastutkimukseen. Osassa tutkimuksista keskityttiin siihen, miten toimitusketjun alkupään

toimijat saadaan tuottamaan dataa lohkoketjuun sellaisillakin alueilla, mistä puuttuu esimerkiksi internet-yhteys. Monissa tutkimuksissa tutkittiin ainoastaan pientä osaa toimijoista toimitusketjun sisältä. Sen sijaan tutkimuksissa keskityttiin melko vähän toimitusketjun loppupäähän, eli asiakkaaseen ja muihin sidosryhmiin. Toimitusketjun mitalta erilaista tietoa kertyy erittäin paljon, joten keskeinen ongelma on suodattaa sidosryhmien näkökulmasta relevantti tieto joukosta. Mikä asiakasta oikeastaan edes kiinnostaa, mitä asiakkaalle voi ja kannattaa kertoa? Kiinnostavaa on se, mitä arvoa asiakas saa läpinäkyvyydestä ja toisaalta se, mitä arvoa yritys voi saada toimitusketjun läpinäkyvyyden lisäämisestä – esimerkiksi lohkoketjuteknologian avulla.

# LÄHTEET

- Bai, C., Quayson, M., & Sarkis, J. (2022). Analysis of Blockchain's enablers for improving sustainable supply chain transparency in Africa cocoa industry. *Journal of Cleaner Production*, 358. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131896>
- Basnayake, B. M. A. L., & Rajapakse, C. (2019). A Blockchain-based decentralized system to ensure the transparency of organic food supply chain; A Blockchain-based decentralized system to ensure the transparency of organic food supply chain.
- Bhaduri, G., & Ha-Brookshire, J. E. (2011). Do Transparent Business Practices Pay? Exploration of Transparency and Consumer Purchase Intention. *Clothing and Textiles Research Journal*, 29(2), 135–149.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Vecchio, P. del, Oropallo, E., & Secundo, G. (2022). Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain. *Information and Management*, 59(7). <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103508>
- Chang, S. E., & Chen, Y. (2020). When blockchain meets supply chain: A systematic literature review on current development and potential applications. In *IEEE Access* (Vol. 8, pp. 62478–62494). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983601>
- Crane, A. & Matten, D. (2016). *Business ethics: Managing corporate citizenship and sustainability in the age of globalization* (Fourth edition.). *Oxford University Press*.
- Cueva-Sanchez, J. J., Coyco-Ordemar, A. J., & Ugarte, W. (2020, October 13). A blockchain-based technological solution to ensure data transparency of the wood supply chain. 2020 IEEE ANDESCON, ANDESCON 2020. <https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272176>
- Dutta, P., Choi, T. M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>
- EIMessiry, M., & EIMessiry, A. (2018). Blockchain framework for textile supply chain management: Improving transparency, traceability, and quality. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10974 LNCS, 213–227. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94478-4\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94478-4_15)
- Fink, A. (2014). *Conducting research literature reviews: From the Internet to paper*
- Felea, M., & Albăstroi, I. (2013). DEFINING THE CONCEPT OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND ITS RELEVANCE TO ROMANIAN ACADEMICS AND PRACTITIONERS.
- Gardner, T. A., Benzie, M., Börner, J., Dawkins, E., Fick, S., Garrett, R., & Wolvekamp, P. (2019). Transparency and sustainability in global commodity supply chains. *World Development*, 121, 163-177.
- Ghode, D. J., Jain, R., Soni, G., Singh, S. K., & Yadav, V. (2020). Architecture to enhance transparency in supply chain management using blockchain technology. *Procedia Manufacturing*, 51, 1614–1620. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.225>

- Guo, S., Sun, X., & Lam, H. K. S. (2020). Applications of Blockchain Technology in Sustainable Fashion Supply Chains: Operational Transparency and Environmental Efforts. *IEEE Transactions on Engineering Management*. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3034216>
- Gurtu, A., & Johny, J. (2019). Potential of blockchain technology in supply chain management: a literature review. In *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* (Vol. 49, Issue 9, pp. 881–900). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-11-2018-0371>
- Hayes, A. (2022). The Supply Chain: From Raw Materials to Order Fulfillment. Saataavissa: <https://www.investopedia.com/terms/s/supplychain.asp> [Viitattu 15.10.2022]
- Helsingin Sanomat. (2021). Tonnikalapurkin ympäristö-merkki ei välttämättä takaa kestävästi pyydettyä kalaa – WWF luopuu automaattisesta suosittelusta. Saataavissa: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000008251969.html> [Viitattu 30.11.2022]
- IBM. (2019). How transparency through blockchain helps the cybersecurity community. Saataavissa: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2019/04/how-transparency-through-blockchain-helps-the-cybersecurity-community/> [Viitattu 17.12.2022]
- IBM. (2022). What is blockchain? Saataavissa: <https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain> [Viitattu 25.10.2022]
- Iqbal, R., & Butt, T. A. (2020). Safe farming as a service of blockchain-based supply chain management for improved transparency. *Cluster Computing*, 23(3), 2139–2150. <https://doi.org/10.1007/s10586-020-03092-4>
- Islam, M., Rehmani, M. H., & Chen, J. (2021). Transparency-privacy Trade-off in Blockchain-Based Supply Chain in Industrial Internet of Things. 2021 IEEE 23rd Int Conf on High Performance Computing & Communications; 7th Int Conf on Data Science & Systems; 19th Int Conf on Smart City; 7th Int Conf on Dependability in Sensor, Cloud & Big Data Systems & Application (HPCC/DSS/SmartCity/DependSys), 1123–1130. <https://doi.org/10.1109/HPCC-DSS-SmartCity-DependSys53884.2021.00174>
- Kaipia, R. (2009). Coordinating material and information flows with supply chain planning. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1), 144–162. <https://doi.org/10.1108/09574090910954882>
- Klein, N. (2000). No Logo. Suom. Liisa Laaksonen & Maarit Tillman. Werner Söderström Osakeyhtiö. ISBN 952-459-252-5.
- Kraft, S. K., & Kellner, F. (2022). Can Blockchain Be a Basis to Ensure Transparency in an Agricultural Supply Chain? *Sustainability (Switzerland)*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/su14138044>
- Kumar, R. S., & Pugazhendhi, S. (2012). Information sharing in supply chains: An overview. *Procedia Engineering*, 38, 2147–2154. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.06.258>
- Leka, E., Selimi, B., & Lamani, L. (n.d.). Systematic Literature Review of Blockchain Applications: Smart Contracts.
- Lenge, J., Musumbu, K., Wanuku, G., & Sungu, P. (2022). Blockchain Technology as A Guarantee of Transparency in The Supply Chain of Commercial Enterprises. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3523181.3523182>
- Li, Q. X., Ji, H. M., & Huang, Y. M. (2022). The information leakage strategies of the supply chain under the block chain technology introduction. *Omega*, 110, 102616.

- Logistiikan Maailma. (2022). Tieto-, raha- ja materiaalivirrat. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/> [Viitattu 10.10.2022]
- Mann, S., Potdar, V., Gajavilli, R. S., & Chandan, A. (2018). Blockchain technology for supply chain traceability, transparency and data provenance. *ACM International Conference Proceeding Series*, 22–25. <https://doi.org/10.1145/3301403.3301408>
- Menon, S., & Jain, K. (2021). Blockchain Technology for Transparency in Agri-Food Supply Chain: Use Cases, Limitations, and Future Directions. *IEEE Transactions on Engineering Management*. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3110903>
- Merriam-Webster. 2022. Määritelmä sanakirjassa. Saatavissa: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/transparent> [Viitattu 1.12.2022]
- Montecchi, M., Plangger, K., & West, D. C. (2021). Supply chain transparency: A bibliometric review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 238, 108152
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. [www.bitcoin.org](http://www.bitcoin.org)
- Oliver, R. K. & Webber, M. D. (1982). Supply-chain management: logistics catches up with strategy. In: M. Christopher, ed. 1992. *Logistics: The strategic issues*. London: Chapman & Hall, pp. 63-75.
- Panda, S. K., & Satapathy, S. C. (2021). Drug traceability and transparency in medical supply chain using blockchain for easing the process and creating trust between stakeholders and consumers. *Personal and Ubiquitous Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00779-021-01588-3>
- Raeste J. & Sokala, H. (2020). *Maailman 50 vaarallisinta yhtiötä*. Otava. ISBN 978-951-1-38589-9.
- Rao, S., Gulley, A., Russell, M., & Patton, J. (2021). On the quest for supply chain transparency through Blockchain: Lessons learned from two serialized data projects. *Journal of Business Logistics*, 42(1), 88–100. <https://doi.org/10.1111/jbl.12272>
- Rawlins, B. (2008). Give the Emperor a Mirror: Toward Developing a Stakeholder Measurement of Organizational Transparency. *Journal of Public Relations Research*, 21(1), 71–99.
- Schäfer, N. (2022). Making transparency transparent: a systematic literature review to define and frame supply chain transparency in the context of sustainability. *Management Review Quarterly*. <https://doi.org/10.1007/s11301-021-00252-7>
- Sunny, J., Undralla, N., & Madhusudanan Pillai, V. (2020). Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration. *Computers and Industrial Engineering*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106895>
- Tan, K., Kannan, V. R., & Handfield, R. B. (2019). *Supply Chain Management: A Survey of Current Practice in the US*.
- TEPA-Terminpankki. (2022). Lohkoketju. Saatavissa: <https://terminpankki.fi/tepa/fi/haku/lohkoketju> [Viitattu 24.10.2022]
- Venkatesh, V. G., Kang, K., Wang, B., Zhong, R. Y., & Zhang, A. (2020). System architecture for blockchain based transparency of supply chain social sustainability. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101896>
- Wu, J., & Yu, J. (2022). Blockchain's impact on platform supply chains: transaction cost and information transparency perspectives. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2027037>



- Xu, P., Lee, J., Barth, J. R., & Richey, R. G. (2021). Blockchain as supply chain technology: considering transparency and security. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 51(3), 305–324. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2019-0234>
- Zelbst, P. J., Green, K. W., Sower, V. E., & Bond, P. L. (2020). The impact of RFID, IIoT, and Blockchain technologies on supply chain transparency. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(3), 441–457. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2019-0118>

# LIITTEET

## LIITE 1: Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineisto

Tekijä(t)	Otsikko
Bai et al. (2022)	Analysis of Blockchain's enablers for improving sustainable supply chain transparency in Africa cocoa industry
Baralla et al. (2019)	A Blockchain Based System to Ensure Transparency and Reliability in Food Supply Chain
Basnayke & Rajapakse (2019)	A Blockchain-based decentralized system to ensure the transparency of organic food supply chain
Centobelli et al. (2022)	Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain
Cueva-Sanchez et al. (2020)	A blockchain-based technological solution to ensure data transparency of the wood supply chain
EIMessiry & EIMessiry (2018)	Blockchain Framework for Textile Supply Chain Management
Ghode et al. (2021)	Architecture to enhance transparency in supply chain management using block chain technology
Guo et al. (2020)	Applications of Blockchain Technology in Sustainable Fashion Supply Chains: Operational Transparency and Environmental Efforts.
Iqbal & Butt (2020)	Safe farming as a service of blockchain-based supply chain management for improved transparency
Islam et al. (2021)	Transparency-privacy Trade-off in Blockchain-Based Supply Chain in Industrial Internet of Things
Kraft & Kellner (2022)	Can Blockchain Be a Basis to Ensure Transparency in an Agricultural Supply Chain?
Lenge et al. (2022)	Blockchain Technology as A Guarantee of Transparency in The Supply Chain of Commercial Enterprises
Mann et al. (2018)	Blockchain Technology for Supply Chain Traceability, Transparency and Data Provenance
Menon & Jain (2021)	Blockchain Technology for Transparency in Agri-Food Supply Chain: Use Cases, Limitations, and Future Directions
Panda & Satapathy (2021)	Drug traceability and transparency in medical supply chain using blockchain for easing the process and creating trust between stakeholders and consumers
Rao et al. (2020)	On the quest for supply chain transparency through Blockchain: Lessons learned from two serialized data projects
Sunny et al. (2020)	Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration
Venkatesh et al. (2020)	System architecture for blockchain based transparency of supply chain social sustainability
Wu & Yu (2022)	Blockchain's impact on platform supply chains: transaction cost and information transparency perspectives
Xu et al. (2021)	Blockchain as supply chain technology: considering transparency and security
Zelbst et al. (2019)	The impact of RFID, IIoT, and Blockchain technologies on supply chain transparency